

ISSN 0103-9466

**ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS
EMPRESAS LÍDERES NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA DO PAPEL**

Hermes Yukio Higachi

TEXTO PARA DISCUSSÃO n°36

maio/1994

**INSTITUTO DE ECONOMIA
UNICAMP**

ISSN 0103-9466

**ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS
EMPRESAS LÍDERES NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA DO PAPEL**

Hermes Yukio Higachi(*)

**(*) Professor e pesquisador do Departamento de Economia
da Universidade Estadual de Ponta Grossa**

Instituto de Economia, maio de 1994

**COMISSÃO DE PUBLICAÇÕES DO INSTITUTO DE
ECONOMIA/UNICAMP**

José Ricardo Barbosa Gonçalves

Maurício Chalfin Coutinho

Otaviano Canuto dos Santos Filho

Paulo Eduardo de Andrade Baltar

Paulo Roberto Davidoff Chagas Cruz (Coordenador)

FICHA CATALOGRÁFICA

Higachi, Hermes Yukio

Estratégias tecnológicas das empresas líderes na indústria brasileira do papel/Hermes Yukio Higachi. - Campinas: UNICAMP/IE, 1994.

22 p. (Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 36)

1. Papel - Indústria - Brasil. 2. Tecnologia e desenvolvimento econômico. I. Título. II. Série.

Exemplares avulsos poderão ser obtidos com Creuza A. Dias

INSTITUTO DE ECONOMIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Comissão de Publicações

Preço/exemplar

2 UFIR

Caixa Postal 6135

Postagem

1 UFIR

13081-970 Campinas (SP)

TOTAL

3 UFIR

f.: (0192) 39.8295

fax: (0192) 39.1512

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS EMPRESAS LÍDERES NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DO PAPEL

Hermes Yukio Higachi¹

Resumo

Este texto trata das estratégias tecnológicas adotadas pela indústria brasileira do papel. Nós tentamos mostrar como o caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel torna o "learning by using" fundamental para a adaptação e o aperfeiçoamento das inovações e torna possível a existência de diversidade comportamental na adoção de estratégias de inovação. As líderes tecnológicas, no caso brasileiro, apresentam vantagens competitivas estáticas e dinâmicas em relação aos concorrentes nacionais e estrangeiros, tanto na área florestal como na industrial. O objetivo geral deste texto é mostrar que as líderes do país adotam estratégias de inovação imitativa e dependente na área industrial e uma estratégia ofensiva ou defensiva na área florestal, e que o resultado é uma perspectiva de sobrevivência e crescimento das firmas.

¹ Professor e pesquisador do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O presente artigo é um resumo da dissertação de mestrado apresentada ao IE/UNICAMP.

Este texto trata das estratégias tecnológicas adotadas pela indústria brasileira do papel. O objetivo geral é mostrar que as líderes tecnológicas² do país adotam estratégias imitativa e dependente de inovação, na área industrial, e uma estratégia de inovação ofensiva ou defensiva na área florestal, bem como que, em decorrência disso, torna-se possível a perspectiva de sobrevivência e crescimento das empresas. Os condicionantes estruturais que explicam e justificam a adoção dessas estratégias de inovação na área industrial são, primeiro, o caráter incremental³ do progresso técnico na indústria do papel, o qual, ao tornar essencial o "learning by using" na adaptação e aperfeiçoamento das inovações e possibilitar a diversidade comportamental na adoção de estratégias tecnológicas, abre o leque de opções e de estratégias de inovação tecnológica, e, segundo, a existência de vantagens competitivas estáticas e dinâmicas em relação aos concorrentes nacionais e estrangeiros na área florestal e industrial que estão ou poderão ser exploradas pelas estratégias de inovação.

Para demonstrar que a mudança técnica na indústria do papel vem apresentando caráter incremental, no sentido de que se fundamenta em sucessivas melhorias incrementais das inovações de processo e produto, no primeiro item apresentam-se as suas evidências básicas:

(i) as inovações incrementais de processo da linha do desfibrador a disco/refinadores são mal adaptadas às necessidades dos usuários, necessitam e são estimuladas pelas inovações complementares e sofrem concorrência da velha tecnologia de processo de polpação *kraft*; e

(ii) as possibilidades de introdução de inovações radicais a médio prazo são remotas devido a gargalos de natureza técnica e econômica.

Já no item 2, ressaltam-se os condicionantes estruturais presentes em nível de país que definem, em parte, os graus de liberdade das empresas líderes do país na adoção de estratégias de inovação tecnológica.

² Líderes na adoção dos novos processos mecânicos da linha do desfibrador a disco (TMP, CMP e CTMP). Para maiores detalhes, ver HIGASHI, 1993, cap. 1.

³ Ver a respeito ROSEMBERG, 1982, cap. 5 e 6.

Por último, no terceiro item, busca-se evidenciar que as líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel seguem estratégias de inovação imitativa (Inpacel, Cia. Melhoramentos) e dependente (Pisa), na área industrial, e ofensiva ou defensiva, na área florestal, e que há possibilidade de sua sobrevivência e crescimento.

1 TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA DE PASTA⁴ E PAPEL EM NÍVEL MUNDIAL

A evolução da tecnologia do papel a partir da madeira pode ser descrita através do desenvolvimento ou aperfeiçoamento dos "trade-offs" entre rendimento em pasta por tonelada de madeira, da poluição ambiental, da qualidade da pasta, determinada pela combinação das propriedades físicas, químicas e óticas, e do consumo de energia (PALADINO, 1985). Isto porque o paradigma tecnológico⁵ estabelece que a pasta é o artefato básico a ser desenvolvido e aperfeiçoado.⁶

Em linhas gerais, a cada geração de pastas corresponde uma geração de papéis. Dessa forma, a primeira geração de papéis é aquela que usou celulose de trapos, a segunda geração utilizou a pasta mecânica de pedra, a terceira geração é a da pasta química, enquanto a quarta geração é a das pastas semiquímicas e a quinta geração de papéis corresponde às pastas de alto rendimento de refinador, para a qual convergem a maioria das pesquisas nesta indústria.

⁴ Pasta é um conceito geral que engloba as pastas químicas (celulose), as pastas semi-químicas e as pastas mecânicas convencionais (de pedra) e não-convencionais.

⁵ O paradigma tecnológico é um padrão ou modelo de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios altamente selecionados das ciências naturais (para maiores detalhes, ver DOSI, 1982, 1984 e 1988).

⁶ "O paradigma envolve um artefato básico a ser desenvolvido e melhorado (tal como um carro, um circuito integrado, um torno, cada um com suas características técnico-econômicas particulares) e um correspondente conjunto de heurísticas (...). O artefato básico deve, evidentemente, ser entendido como um produto, não necessariamente tangível, que constitua o objeto de um ou mais processos produtivos tecnicamente interligados e nos quais direções comuns ou coerentes de investigação tecnológica a respeito das propriedades do produto e/ou de sua produção sejam aplicadas. (...) O progresso técnico equivale, em geral, a avanços nas respostas aos múltiplos 'trade-offs' tecnológicos e econômicos estabelecidos como objeto das atividades inovativas" (Cf. CANUTO, 1992).

Do ponto de vista tecnológico, os dois problemas fundamentais que a indústria do papel enfrenta e enfrentará, pelo menos para os próximos 20 anos, são: (i) maior e melhor aproveitamento dos três principais componentes da biomassa: celulose, hemicelulose e lignina; e (ii) redução ou eliminação de reagentes químicos nocivos ao meio ambiente e à saúde, como é o caso do cloro e dos compostos organo-clorados (cf. NIMZ *et al.*, 1991).

No sentido de equacionar e resolver tais problemas, foram geradas inovações de processos e de produto radicais e incrementais. Processos de alto rendimento já estão sendo utilizados de modo crescente em escala industrial, desde a década de 70 (ver CHRISTENSEN, 1988; COLODETTE, 1989; PERSON, 1991). Nesse sentido, o foco de análise deste texto centra-se sobre a evolução do paradigma tecnológico do papel, a partir da tecnologia de pastas mecânicas da linha do desfibrador a disco ou de refinador, cujo processo caracteriza-se pelo aumento da resistência mecânica ao rasgo e à tração, pelo aumento do grau e da estabilidade da alvura, pela redução do consumo de energia e de reagentes químicos nocivos ao meio ambiente, pela minimização da perda de rendimento em pasta, mas, também, pelo aumento das economias de escala e pela crescente flexibilidade da produção, no sentido de aproveitar vários tipos de matérias-primas e/ou fazer pasta "tailor made".

A análise das tendências tecnológicas da indústria do papel permite concluir que a mudança técnica nesta indústria vem apresentando caráter incremental (cf. HIGACHI, 1993, cap.1). As evidências básicas disso são:

(i) as inovações de processo da linha dos refinadores são mal adaptadas às necessidades dos usuários, à medida que existem sérias restrições para o uso de pastas e/ou processos da linha do refinador (TMP, CMP e CTMP), variando em maior ou menor grau de acordo com as diferentes categorias de papel (de imprimir/escrever, especiais, de embalagem, etc.): (a) a matéria-prima básica são as madeiras de longa; (b) elevado consumo de energia e uso de insumos químicos para o branqueamento de alto custo; e (c) baixa resistência mecânica ao rasgo e à tração e baixo nível e instabilidade da alvura (COLODETTE, 1989; FARINHA E

SILVA, 1984; GIERTZ, 1989). O desenvolvimento incremental que resultou nos processos CMP e CTMP visa melhorar a qualidade da pasta e/ou a economicidade da produção (economia de energia e/ou economia de insumos químicos), no sentido de atender crescente número de fabricantes de papel;

(ii) necessitam e são estimuladas pelas inovações complementares (ver COLODETTE, 1989; Farinha e Silva, 1984). A difusão dos processos mecânicos da linha do refinador depende do desenvolvimento de novos métodos de branqueamento que possibilitem elevar o nível e resolver o problema da reversão da alvura, assim como do avanço das novas tecnologias de fabricação de papel, como o papel estruturado, papel com elevado conteúdo de cargas minerais e papéis revestidos, as quais poderão mudar o perfil da matéria-prima na indústria do papel; e

(iii) os novos processos mecânicos sofrem concorrência da velha tecnologia de processo de polpação *kraft*, que tem sido aperfeiçoado através da modificação do processo de cozimento, seja pela adição de antraquinona, que age como catalizador das hemiceluloses; ou prolongando o tempo de cozimento e, ao mesmo tempo, mantendo as propriedades das fibras, introduzindo a deslignificação por oxigênio, assim como o branqueamento por ozônio e/ou peróxido de hidrogênio, substituindo parcialmente o branqueamento convencional. Os aperfeiçoamentos incrementais verificados nos processos químicos convencionais, ao possibilitarem reduzir o impacto ambiental e aumentar ligeiramente o rendimento em pasta, tendem a retardar a adoção e/ou desenvolvimento dos novos processos mecânicos da linha do desfibrador a disco ou de refinadores.

Em decorrência do caráter incremental e da própria complexidade sistêmica do processo de fabricação do papel, o "learning by using" e as atividades de P&D das firmas da indústria do papel são essenciais à adaptação e ao aperfeiçoamento das inovações radicais de processo, contando com a contribuição de fornecedores de insumos químicos e das "bridging institutions". Nesse sentido, não só a difusão, mas, também, a geração de inovações, não

dependem unicamente dos esforços de P&D realizados pelas firmas líderes fornecedoras de bens de capital para a produção de pastas e papel.

O caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel também implica que os problemas associados à introdução de uma inovação radical não são resolvidos todos de uma só vez e instantaneamente, dependendo da informação adicional resultante do uso intenso e/ou da simples passagem do tempo. Dessa forma, as firmas decidem adotar e/ou desenvolver inovações, inexoravelmente, em condições de incerteza tecnológica (ver CANUTO, 1992), envolvendo diferentes expectativas tecnológicas e graus variados de aversão ao risco, sendo, portanto, usual, a presença de diversidade comportamental na adoção de estratégias de inovação (ofensiva, defensiva, imitativa, dependente e oportunista), ao invés da homogeneidade comportamental baseada no princípio da maximização de uma função-objetivo qualquer (lucros, receitas, entre outras).

No que tange às possibilidades de inovações radicais a médio prazo, chegou-se a três conclusões (ver HIGACHI, 1993, cap. 1). Em primeiro lugar, o núcleo do progresso técnico da indústria do papel localiza-se na indústria de bens de capital sob encomenda, e a geração de inovações radicais depende, predominantemente, dos esforços de P&D das firmas líderes desta indústria, desde que elas possuam o "know-why" da base técnica. Em segundo lugar, não há perspectivas de introdução, em escala industrial, de inovações radicais na indústria do papel em nível mundial. O maior problema da biopolpação reside no fato de que atualmente é impossível, por qualquer sistema biológico, deslignificar a madeira até o ponto de classificar o resultado como pasta celulósica. Assim, as condições básicas para viabilizar processos biológicos de remoção industrial de lignina dependem de avanços no campo da genética básica e no de bio-reatores. Por outro lado, no caso dos processos organosolve, os maiores problemas enfrentados para torná-los técnica e economicamente viáveis em escala industrial são: (i) em nível de laboratório são necessários maiores testes das condições de polpação ácidas e básicas, para definição do catalizador, do solvente e das condições operacionais adequadas dos processos organosolve ácidos e alcalinos; e

(ii) maior pesquisa da viabilidade técnica e econômica e concepção dos protótipos dos processos em escala industrial. Por último, apesar de se verificar concentração da produção e de vendas de equipamentos de polpação de alto rendimento da linha dos refinadores, não há tendência visível de integração vertical a jusante, e vice-versa, com as líderes tecnológicas da indústria do papel em nível mundial, visando a produção cativa de equipamentos para pastas e papel. As líderes fornecedoras de equipamentos para a indústria do papel tendem a colocar em disponibilidade bens de capital como mercadorias, podendo estabelecer relações usuário/produtor no Brasil e ao mesmo tempo aproveitarem o conteúdo "know-why" das matrizes. Portanto, não há necessidade das líderes da indústria brasileira do papel endogeneizarem a geração de tecnologia de fabricação de equipamentos, de pontos críticos do processo de fabricação do papel, como condição necessária para seu potencial de sobrevivência e/ou crescimento.

2 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE PASTA E PAPEL

Nas décadas de 60 e 70, o paradigma e as trajetórias tecnológicas da indústria do papel apresentavam reduzido grau de oportunidade tecnológica, de cumulatividade do progresso técnico e de apropriabilidade privada. Como resultado do processo de padronização e rotinização, o componente tácito e específico tinha sido reduzido a seu nível mínimo. Assim, a transferência de tecnologia de polpação, de branqueamento, de fabricação de papel e de tratamento de efluentes tornou-se relativamente facilitada. Vale lembrar que o impacto econômico do rejuvenescimento do paradigma e das trajetórias tecnológicas intensifica-se somente a partir da década de 80 (HIGACHI, 1993, cap. 1).

As vantagens técnicas e econômicas apresentadas pelo processo sulfato de produção de celulose - "(...) aceitação de qualquer tipo de fibra vegetal para sua

conversão em celulose, com degradação mínima em sua resistência intrínseca; e viabilidade econômica da instalação de um sistema de recuperação de produtos químicos usados na elaboração da celulose, com conseqüente redução dos custos e dos elementos poluidores, gerando inclusive grande parte da energia consumida no processo produtivo" - tornaram este processo predominante em nível mundial e também no Brasil (cf. BNDES, 1978. In: ZAYEN, 1986).

Apesar do grau de maturidade atingido pelo paradigma tecnológico da indústria do papel, a constituição e o desdobramento da trajetória tecnológica baseada na madeira de fibra curta engendraram novos "trade-offs"⁷ entre os parâmetros técnico-econômicos, tanto na área florestal quanto na área industrial, requerendo o desenvolvimento de conhecimentos tácitos e específicos à aplicação da tecnologia dominante.

Na área florestal, devido às condições edafo-climáticas serem específicas a regiões onde se localiza a planta industrial da firma e às características intrínsecas dos gêneros de madeira de coníferas e de folhosas (resistência a pragas, capacidade de rebrotamento, de crescimento, de uniformidade, etc.), os inexoráveis componentes tácito e específico são significativos. O nível desses componentes inviabilizava a transferência integral da tecnologia florestal de coníferas (fibras longas) e a aplicação específica desta tecnologia à constituição de florestas de folhosas (fibra curta) no país. Assim sendo, o aprendizado tecnológico local, ao nível da firma e do país, foi fundamental para viabilizar a adaptação, o aperfeiçoamento e a criação de tecnologia florestal, especialmente de

⁷ "(A) A transferência integral de tecnologia é impossível tanto intra-setorialmente quanto, direta ou indiretamente, de modo intersetorial. O receptor de tecnologia recebe inevitavelmente um conjunto de informações menos completo do que dispõe as fontes de transmissão. Qualquer transferência envolve algum grau de capacitação tecnológica, parcialmente tácita e específica, por parte do receptor. (B) A dinâmica tecnológica é local e necessariamente específica à firma, dados os inevitáveis componentes tácitos e específicos. Qualquer que seja o peso das fontes externas à firma em suas inovações de processo e produto, estas correspondem a um processo interativo entre inovações técnicas e capacidades tecnológicas acumuladas ao nível da firma. As capacidades tecnológicas compreendem as capacidades de adquirir, assimilar, usar, adaptar, mudar ou criar tecnologia, em três âmbitos: (i) na operação, isto é, no exercício das atividades correntes de produção, administração e comercialização; (ii) no investimento, ou seja, na execução de novos projetos; e (iii) na inovação, envolvendo a capacidade de buscar internamente inovações maiores de produto e processo e de desenvolver pesquisa básica (...)"(cf. CANUTO, 1992).

eucalyptus e de *pinus*, possibilitando a constituição de florestas desses gêneros de madeira com elevadas produtividade e uniformidade.

A madeira de fibra curta possui propriedades físicas, químicas e morfológicas significativamente distintas da madeira de fibra longa (ver COLODETTE, 1989), sendo talvez a principal o comprimento médio das fibras que resulta em baixa resistência mecânica ao rasgo e à tração. Desta maneira, a adaptação e o aperfeiçoamento da tecnologia de processos químicos convencionais (*kraft*, sulfito, etc.) para a produção de pastas e papel à base de madeiras de fibra curta requeriam, também, o aprendizado local, tácito e específico.

O que tornava também indispensável o desenvolvimento de uma tecnologia local, no início dos anos 70, que possibilitasse o uso do eucalipto para a produção de celulose e de papéis de alta qualidade, era o fato de os países europeus e os Estados Unidos não terem interesse, na época, em celulose de folhosas, considerando-a de baixa qualidade (cf. HASELEIN & RESENDE, 1986).

Segundo SOTO B. (1991), "(...) as incertezas sobre as possibilidades da fabricação de papel com 100% de celulose de fibra curta (eucalipto) foram totalmente eliminadas no início dos anos 70. (...) O processo inovativo consistiu, na verdade, em ter encontrado resposta tecnológica a duas questões fundamentais: (i) na parte agrícola, a de como obter uniformidade nas plantações de eucalipto através de trabalhos na área de reprodução vegetativa. Somente essa uniformidade das plantações permitiu obter uma maior confiabilidade na chamada resposta funcional do papel (resistência mecânica); (ii) na parte industrial, a realização de alterações importantes na técnica de refino (processo de desagregação das fibras da madeira), e trabalhos de pesquisa na formação de tramas de fibra curta mais resistentes. (...) Na parte agrícola o mérito no processo inovativo é do Instituto de Pesquisas Florestais (IPEF-ESALQ-USP). O IPEF realizou a pesquisa agrícola básica em convênio com as principais empresas do setor e totalmente financiada com recursos públicos, provenientes do Fundo de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento (Lei 5.106). Na parte industrial, as alterações na técnica de

refino foram resultado do trabalho conjunto entre uma empresa produtora de papel (Suzano) e outra produtora de máquinas de propriedade nacional (a Pilão). A pouca, mas importante, pesquisa na formação de tramas de fibra curta foi realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) no início dos anos 60. (...) A inovação estratégica original esteve na parte agrícola. Consistiu na uniformização e aumento na produtividade nos plantios de eucalipto, conseguidos através da pesquisa básica realizada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) (...)."

Portanto, a solução dos problemas da tecnologia florestal e da industrial foi resultado do esforço coletivo empreendido pelas empresas nacionais com a participação decisiva do Estado. O papel do Estado Nacional foi assumir totalmente os custos e os riscos da inovação, concedendo recursos a fundo perdido. O papel das "bridging institutions" (IPEF e IPT) foi realizar a pesquisa básica e/ou aplicada. Finalmente, o papel das firmas foi testar e viabilizar os resultados obtidos em laboratório na escala de planta piloto e industrial. Outro fato relevante é que a inovação maior de processo ocorreu na área florestal, podendo se afirmar que nesta área o país possui não só a capacidade de operação e de investimento, mas, também, a capacidade de inovações maiores de processo e de produto.

Os resultados obtidos na solução de problemas da tecnologia florestal de cada empresa são específicos e particulares, não podendo ser adquiridos em "blueprints". As empresas foram fortemente condicionadas a adotar uma estratégia tecnológica ofensiva na área florestal, no sentido de obter alta produtividade e uniformidade das florestas (ver TERRA & SBRAGIA, 1991). Outros fatores que reforçam a adoção dessa estratégia são a extinção dos incentivos fiscais na década de 80 e a necessidade de tecnologia específica para realizar as reformas de florestas. A aquisição da capacidade de inovações maiores de processo e de produto na área florestal foi facilitada pela atuação do IPEF na geração e na difusão de inovações originais (ver SOTO, 1991).

Já na área industrial, a estratégia das principais empresas da indústria brasileira do papel não foi de natureza ofensiva, em decorrência dos elevados custos e riscos envolvidos na adoção de uma estratégia ofensiva ou mesmo defensiva, assim como do caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel.

Como resultado das estratégias tecnológicas, atualmente, as firmas líderes possuem a capacidade tecnológica de operação de investimento e de inovações maiores da tecnologia florestal. Entretanto, tal fato não se verifica na área industrial, na qual a maioria das firmas líderes possui somente a capacidade de operação das tecnologias industriais, sendo ausente ou desprezível a capacidade de investimento e de inovações maiores de processo e produto. Estas atividades, em geral, ficam por conta das firmas nacionais e internacionais de engenharia e das firmas estrangeiras produtoras de equipamentos industriais.

Não obstante, com a diminuição do ritmo de crescimento da produtividade florestal e a mudança tecnológica nos métodos de polpação, branqueamento de pastas, tratamento de efluentes e na tecnologia de fabricação de papel, as firmas com centros de pesquisa e desenvolvimento estruturados começam a dar ênfase às atividades ligadas ao aperfeiçoamento de processos e produtos.

Atualmente, o país é um dos líderes mundiais no desenvolvimento da tecnologia florestal ligada à produção de *eucalyptus*. Além disso, é pioneiro e líder mundial da tecnologia de produção de celulose e papel, utilizando-se madeira de fibra curta. É, também, líder mundial na produção e na exportação de celulose e papel de fibra curta, utilizando-se o eucalipto como principal fonte de matéria-prima (cf. OLIVEIRA *et al.*, 1990).

A mudança tecnológica em nível mundial, provavelmente, aumentará o componente tácito e específico do conhecimento tecnológico na área florestal e na industrial. A utilização da biotecnologia deverá ser adaptada às condições edafoclimáticas das diferentes regiões do mundo e dos países. Por outro lado, a produção de pastas de alto rendimento a partir da fibra longa e, especialmente, da

fibra curta, necessitará intenso aprendizado tecnológico local, tanto ao nível de pesquisa básica, quanto da aplicada e do desenvolvimento experimental, levando-se em conta as significativas diferenças físicas, químicas e morfológicas das matérias-primas fibrosas. Na fabricação do papel, devido à possibilidade e, em alguns casos, à necessidade de maiores combinações de pastas de inorgânicos, o aprendizado tecnológico local também será fundamental.

Quanto à fonte do progresso técnico, as firmas líderes utilizam, no desenvolvimento da tecnologia florestal, fontes internas complementadas por fontes externas. No desenvolvimento da tecnologia industrial a principal fonte é externa, complementada por fonte interna (ver TERRA & SBRAGIA, 1991).

No país estão instaladas ou atuam as filiais das líderes mundiais (Voith S/A, Kamyr do Brasil, Beloit-Rauma Industrial Ltda., Sunds Defibrator, Confab Industrial S/A, DFV-Automação e Robótica S/A e Unicontrol) de bens de capital de pasta e papel, que fornecem aos usuários nacionais máquinas e equipamentos modernos e eficientes de padrão internacional. Mas, pela declarada insuficiência de escala de produção, os preços dos equipamentos fabricados no Brasil são 35% a 45% superiores aos dos produzidos no exterior. Ademais, os centros e laboratórios de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia dessas filiais situam-se na matriz, geralmente no país de origem, de modo que os esforços de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia incorporada nas máquinas e equipamentos, de pontos críticos para produção de papel e celulose, nunca foram e nem estão sendo desenvolvidos no país. Como consequência, no Brasil, efetivamente, está ausente o núcleo do progresso técnico⁸, o que significa ausência de conhecimento do processo produtivo ao nível de "know why" e, ainda, o relacionamento das empresas de bens de capital com as empresas da indústria brasileira do papel é de caráter apenas mercantil.

⁸ Isto não implica, inexoravelmente, que o desenvolvimento tecnológico do país é dependente ou limitado pelo exterior. Pelo contrário, conforme visto, o processo de acumulação de conhecimento local, tácito e específico, pode ser a principal fonte de mudança técnica, no sentido de permitir superar a descontinuidade de conhecimento entre "know how" e "know why" e, dessa forma, possibilitando endogeneizar o próprio núcleo do progresso técnico. O problema central "(...) reside no cálculo local quanto ao alto custo, à incerteza e às estimativas de baixo retorno, geralmente associados a tal busca, muito mais que no caso do aprendizado na produção (...)" (cf. CANUTO, cap. 3, p. 158).

Além das filiais das líderes mundiais de equipamentos e sistemas, duas grandes firmas de engenharia, a Yakko Poyry Engenharia Ltda. e a Natron Simons, prestam serviços que compreendem desde os estudos de viabilidade econômica até a engenharia de projeto básico e de detalhe da planta industrial. A principal função destas firmas é otimizar o uso da tecnologia disponível. As firmas de engenharia também procuram manter um relacionamento predominantemente mercantil com as empresas da indústria brasileira do papel.

Quanto à direção do progresso técnico, pode-se afirmar que no desenvolvimento da tecnologia florestal tende-se a utilizar de forma crescente a biotecnologia e a engenharia genética. Já a tecnologia industrial tende para a elevação do rendimento na polpação através do aperfeiçoamento de processos químicos convencionais ou da adoção de novos processos mecânicos de alto rendimento, de branqueamento sem cloro ou sem compostos organo-clorados, isto é, com oxigênio, peróxido de hidrogênio e ozônio, e tratamento de efluentes com sistema anaeróbico (totalmente fechado).

O ritmo do progresso técnico é maior no desenvolvimento do processo de branqueamento da celulose de fibra curta com oxigênio e no aperfeiçoamento de processos químicos convencionais, do que no desenvolvimento da tecnologia de polpação e de branqueamento de pastas de alto rendimento. Os condicionantes básicos que explicam essa diferença de ritmo são três, a saber: (i) a elevada vantagem competitiva representada pela elevada produtividade florestal; (ii) os elevados riscos de se adotar ou desenvolver a tecnologia de produção de pasta de alto rendimento, utilizando-se os novos processos mecânicos; e (iii) as crescentes pressões ambientais, no sentido de substituir o cloro e seus compostos no processo de branqueamento da celulose, seja de fibra longa ou fibra curta (cf. HIGACHI, 1993, cap. 1).

3 ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVA DE INSERÇÃO DAS EMPRESAS LÍDERES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DO PAPEL NO MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL

3.1 Natureza das Estratégias de Inovação Tecnológica das Empresas Líderes da Indústria Brasileira do Papel

Desenvolvendo e utilizando a taxonomia de estratégias de inovação proposta por Freeman (1974, cap. 8), para análise e interpretação dos principais resultados das entrevistas realizadas junto às líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel, chegou-se ao diagnóstico do nível das funções científicas e técnicas, cujos resultados foram sistematizados no quadro 1 (ver a respeito HIGACHI, 1993, cap. 3).

A comparação dos níveis das funções científicas e tecnológicas da Inpacel, Pisa e Cia. Melhoramentos com os níveis destas funções (apresentadas no quadro 2), associados a cada estratégia de inovação tecnológica, possibilita identificar a natureza das estratégias de inovação tecnológica seguidas pelas empresas líderes da indústria brasileira do papel, na área industrial.

Verifica-se que o nível das funções científicas e técnicas da Inpacel e da Cia. Melhoramentos se aproxima muito das funções do inovador imitativo, as quais são muito fortes somente na engenharia de produção, no controle de qualidade e na informação científica e tecnológica. Portanto, pode-se concluir que seguem uma **estratégia de inovação imitativa**. Por sua vez, verifica-se que o nível das funções científicas e técnicas da Pisa se aproxima muito do inovador dependente, as quais são muito fortes somente na engenharia de produção e no controle de qualidade, podendo-se concluir, portanto, que a empresa segue uma **estratégia de inovação dependente**.

3. 2 Perspectiva de Sobrevivência e Crescimento das Líderes Tecnológicas

Na indústria do papel, o núcleo de geração e de difusão do progresso técnico localiza-se na indústria de bens de capital sob encomenda (cf. item 1). Assim, as firmas fornecedoras de equipamentos para produção de pastas e papel são detentoras de desenvolvimento experimental e de engenharia de projeto muito fortes, pois são essenciais para a introdução de inovações originais (ver FREEMAN, 1974, cap. 8). Logo, as líderes mundiais da indústria do papel, que seguem uma estratégia de inovação ofensiva ou defensiva, necessitam manter forte associação, de caráter não apenas mercantil, com as líderes da indústria de bens de capital sob encomenda.

A manutenção de forte relacionamento com as líderes fornecedoras de equipamentos para pastas e papel, no sentido de obter acesso privilegiado aos resultados de P&D, conjugada com a necessidade de manter dentro da firma funções científicas e tecnológicas em níveis "muito fortes" e/ou "fortes" (cf. quadro 2), envolve incorrer, inexoravelmente, em: (i) elevados gastos na introdução, no desenvolvimento e na difusão de inovações; e (ii) assumir riscos consideráveis, à medida que a decisão de inovar envolve incerteza tecnológica diante do caráter predominantemente incremental da mudança técnica na indústria do papel (cf. demonstrado no item 1).

No país e em nível das líderes tecnológicas, existem vantagens competitivas estáticas e dinâmicas (sobre o conceito de competitividade, ver HAGUENAUER, 1989), nas áreas florestal e industrial, que desestimulam a adoção de estratégias de inovação ofensiva ou defensiva na área industrial (cf. item 2).

As duas principais vantagens estáticas estruturais, que as líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel possuem em relação aos concorrentes internacionais, verificam-se na área florestal: (i) disponibilidade de matéria-prima de baixo custo de produção resultante do aproveitamento dos incentivos fiscais e do aprendizado tecnológico local; e (ii) condições edafo-climáticas favoráveis ao

rápido crescimento, tanto dos gêneros de madeira de fibra curta (eucaliptos) como de fibra longa (de *pinus*). No país, em média, a constituição de uma floresta de eucaliptos leva 7 anos e a de *pinus* 10 anos, enquanto nos países avançados, em média, leva de 20 a 30 anos. No que se refere aos concorrentes nacionais, a principal vantagem estática estrutural localiza-se na área industrial e consiste no uso de processos de alto rendimento da linha do desfibrador de disco ou de refinadores, que possibilitam a produção de papéis de qualidade similar com custo inferior ao dos fabricantes que utilizam os processos químicos convencionais, sobretudo o *kraft*.

Por outro lado, a principal vantagem dinâmica das líderes tecnológicas em relação aos competidores internacionais verifica-se na área florestal (ver item 2): domínio ou acesso à tecnologia de constituição e/ou reformas da base florestal não só ao nível de "know how", mas, também, de "know why", cuja principal fonte de mudança técnica consiste nos esforços de P&D, no sentido de aumentar a produtividade e a uniformidade das florestas de coníferas e de folhosas. A aplicação da tecnologia florestal envolve elevado nível de conhecimento local e específico, basicamente em decorrência das condições edafo-climáticas específicas às líderes tecnológicas, existindo, conseqüentemente, alto grau de oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e de sua apropriabilidade privada. No tocante aos concorrentes nacionais, pode-se afirmar que, à medida que os processos de alto rendimento de refinadores apresentam maior oportunidade tecnológica do que os processos *kraft* (ver a respeito item 1), a principal vantagem dinâmica localiza-se na área industrial. Sendo assim, o desenvolvimento tecnológico incremental através do "learning by using" terá papel relevante no domínio, na adaptação e no aperfeiçoamento de processos TMP, CMP e CTMP.

Portanto, o caráter incremental do progresso técnico na indústria do papel, o qual possibilita a diversidade de estratégias (cf. item 1), assim como a presença de vantagens competitivas estáticas e dinâmicas no interior das líderes tecnológicas e/ou do país, são as condicionantes estruturais que explicam porque

a Inpacel e a Cia. Melhoramentos seguem uma estratégia de inovação imitativa, na área industrial. No caso da Pisa, além das duas condicionantes estruturais, a associação empresarial com o sócio estrangeiro estimula o intercâmbio. Contudo, o desnível técnico nas capacitações tecnológicas, conjugado à falta de capacitação da empresa nas atividades de P&D, na área industrial, estimulam a adoção de uma estratégia de inovação dependente, na área industrial.

Ademais, como não existe uma tendência de integração vertical a jusante, das líderes tecnológicas da indústria de bens de capital, e vice-versa, visando a produção cativa de equipamentos para produção de pasta e papel (cf. item 1), então não há necessidade das líderes nacionais adotarem uma estratégia ofensiva ou defensiva, na área industrial, no sentido de se tornarem muito fortes no desenvolvimento experimental e na engenharia de projeto para garantirem sua sobrevivência e crescimento.

Em suma, como as líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel possuem vantagens competitivas estáticas e dinâmicas em relação aos competidores nacionais e internacionais e, em decorrência do caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel, pode-se afirmar que as estratégias de inovação (imitativa e dependente) na área industrial são adequadas ao padrão de concorrência, tornando-se possível a perspectiva de sobrevivência e /ou crescimento das líderes tecnológicas.

Outras evidências reforçam as perspectivas de sobrevivência e crescimento da Inpacel. O ponto forte da estratégia imitativa está localizada na estratégia de diversificação de produtos, que consiste em passar a fabricar papéis de imprimir/escrever à base de pastas de alto rendimento de fibra curta de eucalipto, significando a mudança de trajetória tecnológica baseada na madeira de fibra longa para a trajetória baseada na madeira de fibra curta, assim como a mudança de grupo estratégico. A mudança de trajetória sem dúvida nenhuma impõe novos "trade-offs" e novos desafios técnicos, mas ao mesmo tempo permite explorar as assimetrias tecnológicas e competitivas presentes nos níveis da empresa e do país, no âmbito florestal e industrial, como as condições edafo-

climáticas, a tecnologia florestal e o conhecimento tecnológico local, tácito e específico, de fabricação de papel a partir de fibra curta de eucalipto. De outro lado, o ponto fraco da estratégia imitativa seguida pela empresa, que pode comprometer sua capacidade de sobrevivência e crescimento, está em sua estratégia de comercialização, a qual pretende aumentar o uso de rede de distribuição e de vendas de terceiros. Atualmente, para se manter uma posição dominante no mercado internacional, é necessário, mas não suficiente, ser o mais eficiente na produção e na administração. É preciso, também, ser eficiente no processo de comercialização do produto fabricado (ver HIGACHI, 1993, cap. 1). Para isso, é necessário possuir rede cativa de distribuição e de vendas dos produtos fabricados ou "alianças estratégicas" com redes já constituídas. Mas, enfim, na realidade, o mercado enquanto mecanismo de seleção é que vai dar a palavra final se a estratégia de comercialização seguida pela empresa, que combina preço menor, qualidade similar e rede de terceiros, é adequada ao padrão de concorrência.

Abstract

This paper deals with technological strategies adopted by the Brazilian paper industry. We attempt to show how the incremental feature of the technical change in the paper industry establishes the learning by using as a fundamental factor for the adaptation and improvement of the new techniques and also how it makes possible the existence of a behavior diversity in adopting strategies for innovation. The technological leaders in the Brazilian case present static and dynamic competitive advantages in comparison to the national and foreigner competitors, both in the forest and in the industrial area. The general purpose of this text is to show that the country's leaders adopt imitative and dependent strategies of innovation in the industrial area and aggressive or defensive strategies in the forest area, by which their survival and growth become feasible.

QUADRO 1 - ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO DAS EMPRESAS LÍDERES

Empresas	Pesq. Básica	Pesquisa Aplicada	Desenv Exper.	Eng. de Proj.	Eng. Prod. Qualid.	Eng. C. Téc.	Serviços	Patentes	Inform C&T	Educ. Form.	Prev. Lon. Prazo Plan. Produtos
INPACEL	4	4	4	3	5	4	1	5	4	3	
PISA	1	1	2	3	4	2	1	3	3	2	
MELHORAMENTOS	1	2	4	3	5	1	1	5	2	3	

QUADRO 2 - ESTRATÉGIAS DA EMPRESA

Empresas	Pesquis a Básica	Pesquisa Aplicada	Desenv Exper.	Eng. de Proj.	Eng. Prod. Qualid.	Serviços Téc.	Patentes	Inform C&T	Educ. Form.	Prev. Lon. Plan. Produtos	Prazo
Ofensiva	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
Defensiva	2	3	5	5	4	3	4	5	4	4	4
Imitativa	1	2	3	4	5	2	2	5	3	3	3
Dependente	1	1	2	3	5	1	1	3	3	2	2
Tradicional	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Oportunista	1	1	1	1	1	1	1	5	1	5	5

Fonte: FREEMAN (1974, cap. 8).

BIBLIOGRAFIA

- CANUTO, O. (1992). Mudança técnica e concorrência: uma abordagem evolucionista. Texto para Discussão n. 6, IE/UNICAMP.
- CHRISTENSEN, P. K. (1988). Tecnologia da celulose: um desenvolvimento rápido. Revista O Papel, n. 137, set., p.32-36.
- COLODETTE, J. L. (1989). O papel do sulfito de sódio na polpação quimiomecânica: fatores que afetam as propriedades das pastas. Revista O Papel, n. 149, jan., p. 45-60.
- CROON, I. & SILVA, C. A. FARINHA (1985). Pasta quimiomecânica: uma nova fibra para fabricação de papel. Revista O Papel, n. 8, jul., p. 56-62.
- DOSI, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories - A Suggested Interpretation of the Determinantes and Directions of Technical Change, Research Policy, v. 11, North Holland.
- DOSI, G. (1984). Technical Change and Industrial Transformation - The Theory and Application to the Semiconductor Industry. Londres: Macmillan.
- DOSI, G. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. Journal of Economic Literature, XXVI, set.
- FARINHA E SILVA, C. A. (1984). Pastas de alto rendimento: investimento e custos - desenvolvimento de projeto. Relatório técnico apresentado no seminário de "Pastas de Alto Rendimento", auditório da JPE - JAAKO POYRY ENGENHARIA LTDA., São Paulo.
- FREEMAN, C. (1974). The Economics of Industrial Innovation. Harmondsworth, Penguin.
- GIERTZ, H. W. (1989). Pastas de alto rendimento : a influência do rendimento e deslignificação parcial sobre as propriedades do papel. Revista O Papel, n. 152, fev., p. 38-44.

- HAGUENAUER, L. (1989). Competitividade: conceitos e medidas. Uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro, Texto para Discussão, n. 211, IEI/UFRJ, Rio de Janeiro.
- HASELEIN, C. R. & REZENDE, J. L. P. (1986). Situação atual e evolução da produção de celulose e papel no Brasil. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 18 p. (mimeo).
- HIGACHI, H. Y. (1993). Estratégias tecnológicas das empresas líderes na indústria brasileira do papel. Dissertação de mestrado, IE/UNICAMP, Campinas.
- KRAMR, J. D. (1989). The Brazilian Pulp and Paper Industry - Ready for the Future? Anais do 22º Encontro Anual da ABTCP, São Paulo.
- NIMZ et al. (1991). O futuro dos métodos de polpação e branqueamento. Revista O Papel, n. 227, fev., p. 49-54.
- PALADINO, G. G. (1985). Papel, técnica e capital: estudo sobre a evolução e a mutação nos processos de trabalho e produção de papel e análise do desenvolvimento do setor papelero no Brasil. Dissertação de mestrado, CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte.
- PERSON, J. (1991). Celulose de mercado: meio ambiente é o novo desafio. Revista Celulose & Papel, n. 36, nov./dez., p.33-36.
- ROSEMBERG, N. (1982). Inside the Black Box - Technology and Economics. Cambridge: Cambridge University Press.
- SOTO B., FERNANDO A. (1992). Da indústria do papel ao complexo florestal no Brasil: o caminho do corporatismo tradicional ao neocorporatismo. Tese de doutorado, IE/UNICAMP, Campinas.
- TERRA, J. C. C. & SBRAGIA, R. (1991). Setor de papel e celulose: relação entre capacitação tecnológica e desempenho exportador. Anais do XVI Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro.
- ZAYEN, A. (1986). Estrutura e desempenho do setor de papel e celulose no Brasil. Dissertação de mestrado, IEI/UFRJ, Rio de Janeiro.

TEXTO PARA DISCUSSÃO. IE/UNICAMP

Fazem parte desta Série:

- n.1 COUTINHO, Maurício. **Marx - reprodução do capital.** jul./91. (esgotado).
- n.2 COSTA, Fernando Nogueira da. **A formação da taxa de juros no Brasil.** set./91. (esgotado).
- n.3 SERRA, José & AFONSO, José Roberto R. **As finanças públicas municipais: trajetórias e mitos.** out./91. (esgotado).
- n.4 COSTA, Fernando Nogueira da. **Política de câmbio e juros vs. dolarização programada e Banco Central independente.** jan./92. (esgotado).
- n.5 SUZIGAN, Wilson. **A indústria brasileira após uma década de estagnação: questões para política industrial.** fev./92. 2a. ed. (esgotado).
- n.6 SANTOS FILHO, Otaviano Canuto dos. **Mudança técnica e concorrência: um arcabouço evolucionista.** abr./92.
- n.7 POSSAS, Maria Sílvia. **Aprendendo com os clássicos: notas sobre valor e capitalismo.** abr./92.
- n.8 KAGEYAMA, Angela Antonia. **O emprego agrícola em 1985: análise preliminar.** mai./92.
- n.9 POSSAS, Mario Luiz. **Concorrência, inovação e complexos industriais: algumas questões conceituais.** jun./92. (esgotado).
- n.10 MACHADO, João Bosco Mesquita & ARAÚJO JR., José Tavares de. **Impacto das políticas comercial e cambial sobre o padrão de comércio internacional dos países da ALADI: o caso do Brasil.** jul./92. (esgotado).
- n.11 COSTA, Fernando Nogueira da. **(Im)Propriedades da Moeda.** out./92.
- n.12 SANTOS FILHO, Otaviano Canuto dos. **Ajustamento estrutural e orientação exportadora: sobre as lições da Coréia do Sul e do México.** out./92. (esgotado).
- n.13 SUZIGAN, Wilson. **Política comercial e perspectivas da indústria brasileira.** dez./92. (esgotado).

- n.14 SOTO B., Fernando. **Da indústria do papel ao complexo florestal no Brasil: o caminho do corporativismo tradicional ao neocorporativismo.** jan./93. (esgotado).
- n.15 BAPTISTA, Margarida; FAJNZYLBER, Pablo; PONDÉ, João Luiz. **Os impactos da nova política industrial nas estratégias competitivas das empresas líderes da indústria brasileira de informática: a falsa "modernidade" e os limites da competitividade internacional.** jan./93. (esgotado).
- n.16 NEGRI, Barjas. **Urbanização e demanda de recursos hídricos na Bacia do Rio Piracicaba no Estado de São Paulo.** mar./93.
- n.17 POSSAS, Mario Luiz. **O conceito de concorrência em Marshall: uma perspectiva schumpeteriana.** abr./93. (esgotado).
- n.18 COUTINHO, Mauricio Chalfin. **Marx e os preços de produção.** abr./93.
- n.19 COSTA, Fernando Nogueira da. **Inovações financeiras e política monetária.** abr./93.
- n.20 LEAL, João Paulo Garcia. **Evolução do comércio exterior sul-coreano de manufaturas segundo suas vantagens comparativas reveladas: 1981-1988.** mai./93.
- n.21 OLIVEIRA, Fabrício Augusto de. **A desordem fiscal e os caminhos para uma nova reforma do sistema tributário.** mai./93.
- n.22 MACEDO E SILVA, Antonio Carlos. **Keynes's economics and the search for a new economic theory: the "equilibrium trap".** jun./93.
- n.23 NEGRI, Barjas. **A desconcentração da indústria paulista nos últimos vinte anos (1970-1990).** jul./93.
- n.24 CRUZ, Paulo Roberto Davidoff Chagas. **Endividamento externo e transferência de recursos reais ao exterior: os setores público e privado na crise dos anos oitenta.** jul./93.
- n.25 DEQUECH FILHO, David. **Salários e absorção de mão-de-obra no Brasil: um exame a partir das regiões metropolitanas.** jul./93.
- n.26 LOPREATO, Francisco Luiz Cazeiro. **Crise de financiamento dos governos estaduais (1980/1988).** ago./93.
- n.27 SANTOS FILHO, Otaviano Canuto dos. **Investimento direto externo e reestruturação industrial.** ago./93.

- n.28 SANTOS FILHO, Otaviano Canuto dos. **Technological change and late industrialization: lessons from a post keynesian evolutionary approach.** set./93.
- n. 29 DEDECCA, Cláudio Salvadori e MONTAGNER, Paula. **Flexibilidade produtiva e das relações de trabalho. Considerações sobre o caso brasileiro.** out./93.
- n. 30 LIMA, Gilberto Tadeu. **Taxonomy of production economies and monetary determination of effective demand: a puzzle in Keynes' economics.** out./93.
- n. 31 BIASOTO JUNIOR, Geraldo. **Tributação: princípios, evolução e tendências recentes.** nov./93.
- n. 32 CRUZ, Paulo Roberto Davidoff Chagas. **Notas sobre o financiamento de longo prazo na economia brasileira do após-guerra.** nov./93.
- n. 33 SUZIGAN, Wilson & SZMRECSÁNYI, Tamás. **Os investimentos estrangeiros no início da industrialização do Brasil.** jan./94.
- n. 34 REYDON, Bastiaan Philip. **A especulação com terras agrícolas: uma interpretação a partir de um referencial teórico pós-keynesiano.** jan./94.
- n. 35 BELIK, Walter. **Um estudo sobre o financiamento da política agroindustrial no Brasil (1965-87).** abr./94.