

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE ECONOMIA

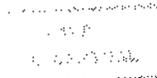
*Este exemplar
corresponde ao origi-
nal da tese defendi-
da por Hermes Yukio
Higashi em 05.07.93 e
orientada pelo prof. Dr.
Otaviano Canuto dos Santos
filho.*

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DAS EMPRESAS LÍDERES
NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DO PAPEL

Hermes Yukio Higashi *ESB*

Dissertação de Mestrado em Economia
apresentada ao Instituto de Economia
da Universidade Estadual de Campinas,
sob a orientação do Professor Dr.
Otaviano Canuto dos Santos Filho. *✕*

Campinas, 1993



Otaviano Canuto dos Santos Filho

A meus pais, Tadabumi e Fussako
Higashi. a minha esposa Janaina e
a minha filha Camila.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Otaviano Canuto dos Santos Filho, pela orientação dedicada, competente e amada. Seus comentários foram fundamentais para a definição do objeto e viabilização desta dissertação.

Aos professores do Instituto de Economia (IE) da Universidade Estadual de Campinas. Seus ensinamentos e pesquisas em muito me auxiliaram. Em especial, ao professor Mario Luiz Fossas, que leu o projeto original e fez comentários úteis.

A CAPES, pelos recursos financeiros que me concedeu para a etapa de obtenção dos créditos e elaboração da dissertação.

As empresas da indústria de papel: Inpapel, Pisa e Cia Melhoramentos, pelas entrevistas concedidas.

Ao Dr. José Mangolini Neves, professor do IPT/USP, e ao Sr. Carlos A. Farinha, Diretor da Yaako Povyry Engenharia Ltda, pelas entrevistas concedidas. E a Salete do Sinpapel-Pr pelo dados fornecidos sobre a indústria brasileira do papel e à Silviane Tupich pelo apoio institucional fornecido.

Aos colegas Gina Gulineli Paladino, Ademir Clemente, Maurício Otávio Mendonça Jorge e Fábio Dória Scatolin, por suas relevantes contribuições.

Os erros remanescentes são de minha inteira

responsabilidade.

HOJE amigos Carlos Eduardo Gonçalves Cavalcanti, Jorge E. Wekerlin, Karla Wekerlin, Maria do Socorro, Walter T. Shima, e Eduardo Strachman, pelos bons momentos que passamos no processo de aprendizagens.

SUMARIO

LISTA DE TABELAS.....	1
LISTA DE QUADROS.....	2
INTRODUÇÃO.....	4
CAPITULO 1 - TENDENCIAS TECNOLOGICAS DA INDUSTRIA DE PASTA E PAPEL EM NIVEL MUNDIAL.....	9
1.1. Considerações Gerais.....	10
1.1.1. Características Técnico-Econômicas da Produção de Pasta e Papel.....	10
1.1.2. Os Parâmetros Técnico-Econômicos e os "Trade-offs".....	20
1.2. A Trajetória baseada na Madeira de Fibra Longa.....	24
1.2.1. Desenvolvimento e uso de Pastas de Alto rendimento em substituição às Pastas Químicas Convencionais.....	24
1.2.2. Desenvolvimento e uso de Novos Métodos de Branqueamento.....	29
1.2.3. Desenvolvimento Tecnológico na Fabricação de Papel.....	31
1.2.4. Tendências Predominantes.....	33
1.3. A Trajetória baseada na Madeira de Fibra Curta.....	36
1.3.1. Desenvolvimento e uso de Pastas de Alto rendimento em substituição às Pastas Químicas Convencionais.....	37
1.3.2. Desenvolvimento e uso de Novos Métodos de branqueamento.....	40
1.3.3. Tendências predominantes.....	41
1.4. "Trajetórias" e tecnologias Potenciais.....	42
1.4.1. A tecnologia do Papel Reciclado.....	43
1.4.2. A tecnologia dos Vegetais Não-Madeira.....	45

1.4.3.	Os Processos Urbanosolve.....	46
1.4.4.	A Biopolidação.....	49
1.5.	Mudança Técnica, Organização Industrial e Competitividade.....	51
1.5.1.	No segmento de Pasta.....	51
1.5.2.	No Segmento de Papel.....	59
1.5.3.	Padrão de Concorrência.....	61
1.6.	Estrutura e Padrões de Concorrência do Segmento Fornecedor de Equipamentos.....	65
1.7.	Comentários Finais.....	73
CAPÍTULO 2 -	CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE PASTA E PAPEL.....	78
2.1.	Breve Histórico.....	79
2.2.	O Papel do Aprendizado Tecnológico Local e o Grau de Capacitação Tecnológica na Área Florestal e Industrial.....	87
2.3.	Organização e Dinâmica Industrial.....	97
2.3.1.	Evolução Física da Produção Nacional de Pastas e Papel.....	97
2.3.2.	Materia-prima, Processos e Produtos Predominantes.....	101
2.3.3.	Distribuição Geográfica da Produção.....	108
2.3.4.	Composição da Indústria.....	115
2.3.5.	Barreiras à Entrada e Padrões de Concorrência.....	116
2.4.	Inserção Internacional.....	121
2.4.1.	No Mercado Mundial por Linha de Produto.....	121
2.4.2.	Na Produção, Consumo, Exportação, Importação de Pasta e Papel Mundial.....	125

2.5. Perspectivas de Expansão da Indústria e de Inserção Internacional.....	128
CAPITULO 3 - ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVAS DE INSERÇÃO DAS EMPRESAS LÍDERES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DO PAPEL.....	134
3.1. Referencial Metodológico.....	135
3.1.1. Grupos Estratégicos e Estratégias de Inovação Tecnológica.....	135
3.1.2. Definição Operacional das Funções Científicas e Tecnológicas.....	139
3.2. Caracterização das Líderes Tecnológicas.....	148
3.2.1. Grupo Estratégico: Papel de Imprimir/Escrever a Base de Pastas de Alto Rendimento de Fibra Longa.....	148
3.2.2. Grupo Estratégico: Papel para Fins Sanitários a Base de Pastas de Alto Rendimento de Fibra Curta.....	165
3.3. Natureza das Estratégias de Inovação Tecnológica das Empresas Líderes da Indústria Brasileira do Papel.....	176
3.4. Perspectivas de Sobrevivência e Crescimento das Líderes Tecnológicas.....	178
CONCLUSÕES.....	184
Bibliografia.....	191

LISTA DE TABELAS

1.1 - Mudança na estrutura da indústria de pasta - 1970-1986.....	54
1.2 - Celulose de mercado: produção por tipo e continente - 1970 (em milhares de toneladas).....	56
1.3 - Mudanças na estrutura da indústria de papel - 1970 - 1986.....	60
1.4 - Capacidade instalada e de produção de pasta termomecânica - 1978.....	67
2.1 - Evolução histórica da produção física de pastas - 1980 - 1991 (em %).	99
2.2 - Evolução histórica da produção física de papel - 1980 - 1991 (em %).	100
2.3 - Área total reflorestada existente em 31/12/91 (por ano de plantio em ha).....	102
2.4 - Produção brasileira de pasta química por tipo de matéria-prima fibrosa - 1980 - 1991.....	102
2.5 - Plantios e reformas programados até o ano 2000 (por ano em ha) - 1992 - 2000.....	104
2.6 - Produção brasileira de pastas químicas e semi-químicas por tipo de processos - 1980 - 1991.....	104
2.7 - Produção brasileira de pastas de alto rendimento por tipo de processos - 1982 - 1991.....	106
2.8 - Evolução histórica da composição da produção física - 1980 - 1991 (por trimestre e em %).	108
2.9 - Área total reflorestada existente em 31/12/91 (por Estado em ha).....	110
2.10 - Distribuição geográfica da produção de celulose - 1980 - 1991.....	110
2.11 - Distribuição geográfica da produção de pastas de alto rendimento - 1980 - 1991.....	112
2.12 - Distribuição geográfica da produção de papéis - 1981 - 1991 (em %).	115
2.13 - Composição da indústria de pastas e papel - 1989.....	116

2.14 - Grau de integração vertical a montante na produção de pastas - 1991 (em st/cc).....	118
2.15 - Grau de integração vertical a jusante na produção de pastas e a montante na produção de papel - 1980 - 1991.....	117
2.16 - Grau de integração vertical a jusante na produção de papel - 1980 - 1991.....	121
2.17 - Evolução física das exportações e importações de pastas - 1972 - 1991.....	120
2.18 - Evolução física das exportações e importações de papel - 1981 a 1991.....	124
2.19 - Evolução física da produção e exportação do Brasil e mundo de pastas e papel - 1972 - 1991 (em%).	126
2.20 - Principais projetos para produção de celulose - 1991 a 1997 (em milhares de toneladas).....	129
2.21 - Principais projetos para produção de pastas de alto rendimento - 1992 - 1994 (em milhares de toneladas).....	130
2.22 - Principais projetos para produção de papel - 1990-1995 (em milhares de toneladas).....	131

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Avanços tecnológicos na fabricação de pasta e papel.....	50
QUADRO 2 - Estratégias da empresa.....	130
QUADRO 3 - Estratégias de inovação das empresas líderes.....	177

INTRODUÇÃO

O objetivo geral desta dissertação é analisar as estratégias tecnológicas das empresas líderes (1) da indústria brasileira do papel e a perspectiva de inserção delas no mercado nacional e internacional, diante das tendências tecnológicas apresentadas pela indústria do papel em nível mundial. O trabalho tem como característica peculiar constituir-se em uma aplicação do arcabouço "incrementalista-evolucionista" sobre os processos de aprendizado tecnológico e concorrência entre firmas proposto por Canuto (1991, caps. 2 e 3).

No que tange às tendências tecnológicas em nível mundial, chegou-se à conclusão de que a mudança técnica na indústria do papel vem apresentando caráter incremental(2), no sentido de que baseia-se em sucessivas melhorias incrementais das inovações de processo e de produto. As evidências básicas desse caráter incremental são três, a saber :

(i) as inovações de processo da linha dos refinadores são mal adaptadas às necessidades dos usuários. A qualidade das pastas (3) e a economicidade dos processos estão sendo gradativamente aperfeiçoados, atendendo número crescente de fabricantes de papel;

(1) Líderes na adoção dos novos processos mecânicos da linha do desfibrador a disco ou de refinadores(TMP, CMP e CTMP). Esses processos serão descritos em maiores detalhes no capítulo 1.

(2) Ver a respeito Rosemberg, 1982, caps. 5 e 6.

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

(ii) necessitam e são estimuladas pelas inovações complementares (novos métodos de branqueamento e novas tecnologias de fabricação de papel); e

(iii) Sofrem concorrência da velha tecnologia de processo de polpação kraft (cozimento modificado para aumentar o rendimento em pasta e reduzir a poluição ambiental).

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 aperfeiçoamento das inovações radicais de processo, contando com a contribuição de fornecedoras de insumos químicos e das "bridging institutions" (4). Nesse sentido, não só a difusão, mas também a geração de inovações, não dependem unicamente dos esforços de P&D realizadas pelas firmas líderes fornecedoras de bens de capital para 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

(4) Instituições que fazem a ponte entre ciência pura e pesquisa aplicada.

Santos Filho, cap. 2, 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 de homogeneidade comportamental baseada em princípios de maximização de uma função-objetivo (lucros, receitas, entre outras).

Quanto às possibilidades de inovações radicais no futuro mais mediato chegou-se à três conclusões secundárias. 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. Em segundo lugar, não há perspectivas de introdução, em escala industrial, de inovações radicais na indústria do papel em nível mundial. Por último, apesar de se verificar concentração da produção e 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 mercadoria (possuindo inclusive filiais no Brasil), podendo estabelecer relações usuário/produtor no Brasil e ao mesmo tempo aproveitarem o conteúdo "know-why" das matrizes. Portanto, não há a 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.

Justamente no capítulo 1, é analisada a evolução do paradigma tecnológico (5) da indústria do papel em nível mundial, descrevendo em maiores detalhes as evidências que corroboram o caráter incremental do processo de mudança técnica na indústria do papel, assim como a localização do núcleo do progresso técnico e a ausência de perspectivas mediatas de inovações radicais no tocante a indústria do papel. Por outro lado, analisa-se a estrutura de mercado e os padrões de concorrência que predominam nos segmentos produtores de bens de capital para produção de pastas e papel, no sentido de mostrar a ausência de tendência de integração vertical com produção cativa de equipamentos de pontos críticos da fabricação do papel.

Já no capítulo 2, é elaborada uma caracterização da indústria brasileira do papel, descrevendo os condicionantes estruturais presentes em nível de País que definiriam os graus de liberdade das empresas líderes, na adoção de estratégias de inovação tecnológica. Nesse sentido, analisa-se, de forma sucinta: (i) o desenvolvimento da tecnologia florestal que possibilita a produção de matéria-prima fibrosa, a madeira, com

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

alta produtividade e uniformidade e (ii) o desenvolvimento da tecnologia de produção de pastas e papel a partir do eucalipto - ressaltando-se o papel do aprendizado tecnológico local, tácito e específico, na dinâmica tecnológica local e no grau de capacitação tecnológica atingido pelo País na área florestal e industrial. Por fim, com base na discussão precedente, delinea-se as perspectivas de inserção da indústria brasileira do papel sob duplo ponto de vista: da produção e do tecnológico.

Por último, no terceiro capítulo, descreve-se e analisa-se os principais resultados das entrevistas realizadas junto às empresas líderes da indústria brasileira do papel, no sentido de sustentar a resposta a que se chegou ao problema desta dissertação, ou seja, a hipótese geral de que as líderes tecnológicas 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 dessas empresas. As condicionantes estruturais que explicam e justificam a adoção dessas estratégias de inovação na área industrial, são, primeiro, o caráter incremental do progresso técnico na indústria do papel que abre o leque de opções e de estratégias de inovação tecnológica e, segundo, a existência de vantagens competitivas estáticas e dinâmicas no nível das empresas líderes e/ou do País, em relação aos concorrentes nacionais e estrangeiros, na área florestal.

CAPITULO 1 - TENDENCIAS TECNOLOGICAS DA INDUSTRIA DE PASTA E PAPEL EM NIVEL MUNDIAL

No sentido de sustentar que a mudança técnica na indústria do papel apresenta caráter incremental, neste capítulo analisa-se as principais tendências do desenvolvimento tecnológico dessa indústria, ressaltando seus principais gargalos e potencialidades.

Além disso, como forma de preparar uma avaliação das possibilidades oferecidas ao Brasil em relação a sua indústria de pasta e papel (o que será tratado no capítulo 2) e especialmente as suas líderes tecnológicas(o que será tratado no capítulo 3), pretende-se verificar : (i) em que medida as pesquisas desenvolvidas nesta indústria levam à complementariedade ou à substituição da tecnologia baseada nas madeiras de fibras longa e curta e (ii) se está havendo processo de concentração e/ou integração vertical com produção cativa, no segmento de máquinas e equipamentos para pastas e papel.

O capítulo está dividido em seis seções. Na primeira (seção 1.1) descreve-se as principais características técnico-econômicas da indústria do papel, assim como os principais "trade-offs" presentes na tecnologia de pastas e papel e os principais aspectos de sua evolução nas décadas de 70 e 80. Na segunda (seção 1.2) e terceira(seção 1.3) descreve-se, em maiores detalhes, estes mesmos "trade-offs" e seus possíveis desdobramentos, nas trajetórias baseadas nas madeiras de fibra

longa e fibra curta(6). Na quarta (seção 1.4), descreve-se o estágio atual das pesquisas em pasta e papel, ressaltando as outras "trajetórias" e tecnologias em desenvolvimento, seus principais gargalos e suas potencialidades em termos de complementariedade ou substituição das trajetórias baseadas nas madeiras de fibra longa e fibra curta. Na quinta(seção 1.5) analisa-se a mudança técnica, organização industrial e competitividade no segmento de pasta e papel, ressaltando o padrão de concorrência que está se configurando na indústria do papel em nível mundial. Finalmente, na última (seção 1.6) analisa-se a estrutura de mercado e o padrão de concorrência do segmento fornecedor de equipamentos.

1.1. Considerações Gerais

1.1.1. Características técnico-econômicas da produção de pasta e papel

Para tratar do processo de geração e difusão de tecnologia e da dinâmica da indústria de pasta e papel, deve-se levar em conta os condicionantes gerais que regem sua produção em nível mundial. A presença ou ausência desses condicionantes pode estimular ou inibir as inovações de processo e de produto e a própria produção de pasta e papel nos diferentes países (cf.

(6) As madeiras de fibra longa são constituídas de fibras cujo comprimento médio é superior a 2,5 mm. Por outro lado, as madeiras de fibra curta são constituídas de fibras cujo comprimento médio é inferior a 2,5 mm(cf. Oliveira et alii, 1990, p. 3).

Berard, F. Tendence de la restructuration de l'industrie papetière: analyse des contraintes économiques et technologiques ou regard de l'évolution mondiale. Grenoble, 1977. (Aoud Paladino, 1985, p.232).

Primeiro, a tecnologia de produção do papel exige uma disponibilidade de matéria-prima fibrosa, principalmente madeira, a custos de produção bastante reduzidos. Essa característica é fundamental pois a madeira pode chegar a representar mais de 50% na estrutura de custos de produção do papel.

O segundo condicionante presente no uso da tecnologia papeleira é a necessidade de abundância de água a custos ínfimos. Isso porque ela é utilizada em grandes quantidades no transporte de toras, como meio de transporte das fibras celulósicas ao longo de todo processo de fabricação e como suporte de aditivos e cargas químicas.

O terceiro fator condicionante na produção de papel, no nível tecnológico, é o energético. A energia utilizada, sobretudo no aquecimento das caldeiras, faz desse setor um dos maiores consumidores desse insumo.

A especificidade na evolução dos requisitos da mão-de-obra e o problema de poluição também são dois aspectos importantes que caracterizam a tecnologia papeleira atual. A indústria do papel é pouco absorvedora de mão-de-obra por unidade de capital. Os efeitos induzidos para frente e para trás no que se refere a

absorção da mão-de-obra são médios. Além disso, a maior parcela da mão de obra exigida é desqualificada. Não obstante, a difusão da automação está determinando uma requalificação da mão-de-obra.

No tocante à poluição, existem dois tipos gerados no processo produtivo papelero : os rejeitos líquidos e os efluentes gasosos. O mais grave é o primeiro caso, porque uma infinidade de pedaços de fibras de madeira não aproveitados no processo produtivo são escoados nos rios. A decomposição desses rejeitos constituídos de fragmentos de fibras, lignina e hemicelulose, utiliza o oxigênio da água, reduzindo a possibilidade de sobrevivência da fauna e flora aquática. Junto com essas fragmentos de fibras, são rejeitados também partículas das cargas minerais, tais como o talco, o caulim e as colas. No caso da produção de pastas químicas, também é lançada, junto com os rejeitos líquidos, parte dos reagentes químicos utilizados no processo de polpação, branqueamento, fabricação do papel, que não foram tratados ou reaproveitados. A poluição química é a mais prejudicial para a fauna e flora aquática e para os indivíduos que se servem dessas águas. O pior reagente químico é o cloro e os compostos organo-clorados que podem provocar o câncer. Os investimentos realizados em equipamentos que reduzem a poluição são gigantescos e requerem, na maioria dos casos, uma participação do Estado, incentivando e subsidiando sua realização.

Os equipamentos e materiais antipoluição são fabricados

principalmente nos E.U.A., Suécia e Finlândia. Do ponto de vista técnico, estes equipamentos ainda não conseguiram solucionar plenamente a poluição gerada pelas indústrias de papel e celulose (cf. Paladino, 1985). A tendência é abandonar os sistemas de tratamento de efluentes aeróbicos (abertos) para sistemas anaeróbicos (totalmente fechados).

No que se refere à inserção na estrutura industrial, a indústria de papel e celulose relaciona-se a montante com o ramo da madeira, com o setor químico, com a indústria de bens de capital sob encomenda e com as empresas de engenharia; e a jusante com a indústria editorial, gráfica e de artefatos de papel.

Não obstante, quando analisa-se as várias etapas do processo produtivo, torna-se explícito que as relações relevantes da indústria de pasta e papel, do ponto de vista do processo de geração e difusão de inovações radicais(7) de processo e de produto, são aquelas estabelecidas sobretudo com a indústria de bens de capital sob encomenda(8).

(7) Radicais no sentido de que a inovação não está contida nas trajetórias anteriores (cf. Santos Filho, 1991, p. 90).

(8) Na produção não em série, o pequeno tamanho dos lotes, a complexidade de tarefas produtivas e o caráter rígido do padrão eletro-eletromecânica, não permitiram grande automação mecânica. A produção depende basicamente do conhecimento tácito e específico de trabalhadores qualificados, operando instrumentos de trabalho sofisticados. O componente tácito e específico envolvido nas capacidades operacionais é maior do que na produção em ramos caracterizados pelo processamento contínuo ou na produção em série. Consequentemente, a concepção e a fabricação atingiram reduzida separabilidade (cf. Santos Filho, 1991, p. 151-2). (negritos nossos)

Isso porque a indústria de pasta e papel é ramo de processamento contínuo. Nesses "os componentes específico e tácito nas capacidades produtivas foram reduzidas ao mínimo, em decorrência da padronização e da incorporação em equipamentos e blueprints. são altas as exigências absolutas, porém transferíveis, de qualificação da força de trabalho, bem como são os casos por excelência de dependência em relação a safras de equipamentos e blueprints. A especificidade presente em qualquer materialização de princípios tecnológicos se faz sentir com máximo vigor no momento do investimento físico "(cf. Idem, ibidem, p. 149)(negritos nossos). Essa característica básica resulta da mecanização e da integração das várias fases do processo produtivo (cf. Paladino, 1985).

Segundo, os fabricantes de equipamentos de pontos críticos (polpação, branqueamento e fabricação do papel) do processo produtivo possuem o domínio sobre as atividades que requerem o conhecimento completo da base técnica(9), a saber: a

(9) Segundo ARAUJO Jr (1985, págs. 17 e 19), base técnica é "o acervo de conhecimentos composto pelos princípios ordenadores da organização do processo de trabalho necessária à produção de mercadorias. Na produção de qualquer mercadoria existe sempre pelo menos uma atividade cujo exercício exige o conhecimento completo da base técnica. A localização dessa(s) atividade(s) no processo de trabalho corresponde a modalidades específicas de geração e incorporação de inovações pelo processo produtivo, bem como determina o poder de comando que pode ser exercido ao nível da firma sobre a variável tecnológica, no sentido de utilizá-la eficazmente como um instrumento de concorrência.(...). Dependendo do tipo de mercadoria, esta(s) atividade(s) pode(m) residir na produção direta, na produção de equipamentos, nos serviços de engenharia, ou nos laboratórios de pesquisa." (negritos nossos)

pesquisa sobre a factibilidade e a engenharia de projeto básico de processos e de equipamentos. Assim, a forma predominante de incorporação do progresso técnico ocorre sobretudo na produção de equipamentos.

Portanto, pode-se formular a hipótese de que o locus de comando do processo produtivo, isto é, o núcleo do progresso técnico localiza-se na indústria de bens de capital sob encomenda.

No entanto, em decorrência do caráter incremental da mudança técnica na indústria e da própria complexidade sistêmica do processo de produção do papel, o aprendizado tecnológico local, tácito e específico, das firmas da indústria do papel através do "learning by using" e/ou das atividades de F&D e o apoio das firmas fornecedoras de insumos químicos e das "bridging institutions" são fundamentais para a adaptação e aperfeiçoamento de inovações e de equipamentos para pasta e papel (sobre as características e os agentes da inovação na indústria do papel, veja-se OECD, 1988, p. 217-219).

No sentido de destacar, num nível mais concreto, o caráter incremental da mudança técnica na indústria e a própria complexidade sistêmica do processo de fabricação do papel, a seguir descreve-se sucintamente as principais etapas e problemas do processo produtivo.

O processo produtivo de pasta e papel pode ser dividido em

três grandes etapas, a saber : 1) produção florestal, 2) fabricação de pasta e 3) fabricação do papel. Associados a estas etapas verificam-se quatro problemas fundamentais: a) tornar máximo o rendimento em pasta, b) eficiência energética dos equipamentos, c) controle das variáveis de processo e gerenciamento operacional, d) preservação do meio ambiente e e) especificação do produto (cf. Oliveira et alii, 1990).

Na etapa florestal, a madeira deve ser produzida a custos baixos e atingir padrões de qualidade do produto. Nesse sentido, busca-se o máximo de produção de fibra por metro cúbico e regularidade em suas características; segundo, maior produtividade da terra, por unidade de área e tempo e terceiro, menor custo total de produção da madeira. Tais características são obtidas utilizando-se as tecnologias florestais (cultivo, manejo, biotecnologia, equipamentos adequados e engenharia genética). O desenvolvimento destas tecnologias depende da aprendizagem local, tácita e específica, e, destarte, são de relativo domínio das firmas de pasta ou das integradas pasta/papel.

Na fabricação de pastas três fases são críticas porque afetam a qualidade do produto, a economicidade da produção e o meio ambiente: a preparação da polpa, a lavagem e depuração e o branqueamento.

Na polpação o problema central é melhorar os processos para alcançar altos rendimentos em fibras. Nesse sentido os

aperfeiçoamentos dos processos ou dos equipamentos resultam da interação de esforços entre o fabricante de celulose e o fabricante do equipamento, que contam com o apoio das firmas fornecedoras de produtos químicos e das "bridge institutions". Destaca-se que em decorrência do mercado representado pela demanda da indústria do papel por insumos químicos, as fornecedoras destes insumos mantêm atividades de P&D especificamente para desenvolver novos insumos para serem utilizados na polpação, branqueamento e na fabricação do papel (cf. OECD, 1988, p. 217).

Na lavagem, depuração e branqueamento o problema é reduzir a carga química no produto e o volume de efluentes poluidores no sentido de minimizar os impactos ambientais e os riscos à saúde. A contribuição do fabricante de equipamento é predominante nesse sentido. Todavia, a contribuição do fabricante de pasta e/ou papel, das firmas fornecedoras de insumos químicos e das "bridging institutions" também é relevante.

Já na fabricação do papel, as tendências em nível mundial impõem que o papel deve ter grau de umidade invariável, resistência ao cisalhamento, redução de gramaturas e principalmente sua regularidade e homogeneidade. A evolução tecnológica do equipamento orienta-se para aumentar sua velocidade e eficiência e, como consequência, ocorre o aumento de seu porte. O desenvolvimento tecnológico depende basicamente do fabricante do equipamento.

Na fabricação de pasta e papel, o consumo energético é elevado e concentra-se nos geradores de vapor, nos estágios de secagem da pasta e do papel e no acionamento e movimentação dos equipamentos que compõem a planta. A evolução tecnológica é introduzida pelo fabricante de celulose, com a contribuição do fabricante dos equipamentos ajustando seu projeto e suas características para dispor de unidades energeticamente mais eficientes. O objetivo é aumentar o rendimento energético.

Na segunda metade da década de 80, observa-se no setor intenso uso de sistemas digitais de controle distribuído-SDCD no sentido de otimizar a operação da planta em todos os seus aspectos. O objetivo final é aumentar a qualidade do produto e minimizar os custos de operação e manutenção. O avanço tecnológico é determinado pelos fabricantes dos SDCD, mas interagem com os fabricantes de pastas e papel e com os fabricantes de equipamentos para especificar o sistema, implantar novas unidades ou modernizar velhas unidades (cf. Idem, *ibidem*, 1990).

Na preservação do meio ambiente, os objetivos consistem em preservar blocos de cobertura vegetal nativa e tornar mínimo o uso de produtos químicos ou semiquímicos nas diversas etapas de produção da celulose e do papel, para reduzir os efluentes líquidos, gasosos e produtos químicos no produto final. Tanto os fabricantes de equipamentos quanto os produtores de papel e celulose introduziram aperfeiçoamentos tecnológicos:

desenvolveram sistemas fechados, filtros e instalações especiais de tratamento de efluentes.

Por fim, no Brasil, os fabricantes de celulose desenvolveram a tecnologia de produção da celulose de fibra curta, utilizando-se basicamente de recursos nacionais e complementarmente de técnicos/consultores e laboratórios situados no exterior (ver a respeito capítulo 2).

No caso do papel, a atuação dos fabricantes de papel foi fundamental na evolução tecnológica. Os fornecedores de equipamentos aperfeiçoaram seus produtos de modo a adequá-los ao desempenho requerido pelo usuário. Em alguns casos houve interação intensa entre o fabricante de papel e de equipamentos e dessa articulação resultou o avanço tecnológico.

Em suma, as inovações radicais de processo e de produto, na indústria de pasta e papel resultam do investimento em pesquisa e desenvolvimento e do "learning by using" do fabricante de pasta/papel, do P&D e do "learning by doing" do fabricante de equipamentos e da interação entre eles. Particularmente, o desenvolvimento da tecnologia florestal e de investimento depende da aprendizagem local e específica do fabricante de pastas e/ou papel e das firmas de engenharia, respectivamente. Portanto, pode-se concluir que o desenvolvimento dos "trade-offs"(10)

(10) Representam os problemas de natureza técnica e/ou econômica que o paradigma tecnológico estabelece. O aperfeiçoamento dos "trade-offs" corresponde à evolução da trajetória tecnológica(cf. Dosi, 1988).

depende do esforço tecnológico do fabricante de pasta/papel, dos fabricantes de equipamentos e do "learning by interaction" entre eles, recebendo apoio dos fornecedores de insumos químicos, das "briding institutions" e das firmas de engenharia.

1.1.2. Os parâmetros técnico-econômicos e os "trade-offs".

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, a poluição ambiental e a qualidade da pasta determinada pela combinação das propriedades físicas, químicas e óticas. Isso porque o paradigma tecnológico estabelece que a pasta é o artefato básico a ser desenvolvido e aperfeiçoado(11).

A história do papel descreve a capacidade que o desenvolvimento ou aperfeiçoamento dos "trade-offs", entre rendimento e qualidade da pasta cada vez maior, possuem de gerar produtos de papel de melhor qualidade e de menor custo. Antes do surgimento da celulose de madeira, a matéria-

(11) "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"(Santos Filho, cap. 2, p. 87-88).

prima utilizada era a celulose de trapos de algodão e linho. Entretanto, o rápido crescimento da demanda mundial estimulava a produção em escalas crescentes, enquanto as inovações da indústria mecânica, na Alemanha, permitiram resolver o problema da trituração e, destarte, utilizar a madeira de fibra longa como matéria-prima básica em substituição aos trapos. Dessa forma, nascia o papel de pasta mecânica que poderia ser produzido em larga escala e a baixo custo. O processo mecânico de obtenção da pasta apresentava elevado rendimento por tonelada de madeira, mas baixo teor de celulose na pasta. Como este último parâmetro técnico-econômico definia a qualidade do papel, então, utilizando-se inovações da indústria química do final do século XIX, foram desenvolvidos processos químicos que propiciavam pasta de elevada qualidade, mas baixo rendimento.

Por sua vez, o crescimento da demanda durante o século XX e o esgotamento progressivo das reservas florestais criavam a tendência de escassez geral de madeira. Dessa forma, surgiram os processos semi-químicos que, de um lado, apresentavam rendimento inferior aos processos mecânicos, mas superior ao dos processos químicos; de outro lado, apresentavam desempenho de qualidade inferior aos dos processos químicos, mas superior aos dos processos mecânicos (ver Paladino, 1985). Por fim, na década de 60 surgiram os processos mecânicos da linha do desfibrador a disco ou de refinador que permitem produzir pastas de qualidade próximas das pastas químicas convencionais mas ainda com altíssimo rendimento em pasta.

O custo de produção de cada nova geração de pasta e papel não segue necessariamente um padrão crescente ou decrescente, devido à presença do "trade-off" entre custo de investimento e de operação e manutenção. Não obstante, para cada geração de pasta e papel os custos de produção são decrescentes, devido às economias de escala e ao avanço do processo de aprendizagem.

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 da pasta mecânica de pedra, a terceira geração é a da pasta química, 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.

Do ponto de vista tecnológico, os dois problemas fundamentais que a indústria do papel enfrenta e enfrentará pelo menos para os próximos 20 anos, serão: 1) maior e melhor aproveitamento dos três principais componentes da biomassa: a celulose, hemicelulose e lignina e 2) 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 alii, 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. As principais restrições para a difusão generalizada desses processos são : a) a matéria-prima básica é a madeira de coníferas, b) elevado consumo de energia e c) de utilização restrita a pequena classe de papéis devido ao problema da estabilidade da alvura e da resistência mecânica ao rasgo e à tração.

Portanto, o foco de análise desta dissertação centra-se sobre a evolução do paradigma tecnológico do papel, a partir da tecnologia das pastas mecânicas de linha do desfibrador a disco ou de refinador, cujo processo caracteriza-se pelo aumento da resistência mecânica ao rasgo e à tração, aumento do grau e da estabilidade da alvura, da redução do consumo de energia, de reagentes químicos nocivos ao meio ambiente, minimização da perda de rendimento em pasta, mas também pelo aumento das economias de escala e a crescente flexibilidade da produção no sentido de aproveitar vários tipos de matérias-primas e/ou fazer pasta "tailor made".

O aperfeiçoamento destes parâmetros técnico-econômicos ou dos "trade-offs" existente entre eles constitui a essência das atividades de pesquisa e desenvolvimento no interior das empresas produtoras de pasta e papel, dos fornecedores de equipamentos, dos fornecedores de insumos químicos e dos institutos e laboratórios oficiais de universidades.

No segmento de matéria-prima e produtos químicos, a

evolução da tecnologia do papel (através do desenvolvimento dos mencionados "trade-offs") esbarra em limites impostos pela escassez e pelo impacto ao meio ambiente. Por isso as pesquisas neste segmento se dedicam a aumentar a produtividade e qualidade da madeira de coníferas e de folhosas e aproveitar novas matérias-primas, como os vegetais não-madeira e o papel reciclado, e além disso de produtos químicos de menor impacto ambiental e de maior rendimento e desempenho a níveis mais elevados do que o atual, como é caso do uso do peróxido de hidrogênio, do oxigênio e mais recentemente do ozônio.

No segmento de equipamentos, as pesquisas se dirigem a inovações e aperfeiçoamento nos processos e nos equipamentos que permitam maior rendimento e/ou melhor qualidade na transformação da matéria-prima, maior resistência físico-química, maior eficiência energética, maior regularidade, maior velocidade e/ou flexibilidade, através da automação e informatização. A direção específica que estas pesquisas vêm tomando é assunto dos próximos itens deste capítulo.

1.2. A Trajetória Baseada na Madeira de Fibra Longa.

1.2.1. Desenvolvimento e uso de pastas de alto rendimento em substituição às pastas químicas convencionais.

Em linhas gerais, pode-se dizer que os parâmetros técnico-econômicos citados na seção anterior deste capítulo - minimização da perda de rendimento em pasta, elevação da

resistência mecânica ao rasgo e à tração, elevação da alvura e de sua estabilidade, minimizar perda de opacidade, minimizar consumo de energia/combustível, minimizar ou mesmo eliminar uso de reagentes químicos nocivos ao meio ambiente e de risco à saúde, maior uniformidade, redução da gramatura do papel, velocidade e flexibilidade da produção - vêm sendo aperfeiçoados significativamente a partir da década de 70, através de inovações incrementais nos processos químicos kraft, nos métodos de branqueamento das pastas e nos processos mecânicos da linha dos refinadores.

A evolução tecnológica do papel baseada nas madeiras de fibras longas pode ser descrita pela elevação do rendimento e redução de reagentes químicos nocivos ao meio ambiente, como nos utilizados nos processos químicos convencionais. A utilização desses parâmetros técnico-econômicos como indicadores básicos da evolução tecnológica na indústria do papel justifica-se pelo fato de serem tentativas de enfrentar os dois problemas fundamentais da indústria do papel.

Na essência a produção de pastas químicas de alto rendimento consiste em modificar o processo de cozimento pela adição de antraquinona para aumentar as taxas de reação. A antraquinona age como catalizador das hemiceluloses, aumentando o rendimento em pasta e ao mesmo tempo reduzindo a quantidade de sólidos que vão para as caldeiras de recuperação de reagentes químicos e de rejeitos. Assim, atualmente a principal aplicação tem sido o

desenvolvimento das fábricas kraft e o aumento da produção. Entretanto, a grande tendência nos cozimentos convencionais é prolongar o tempo de cozimento e ao mesmo tempo manter as propriedades das fibras, através da modificação dos processos de cozimento kraft, introduzindo a deslignificação por oxidênio, assim como o branqueamento por ozônio e/ou peróxido de hidrogênio, substituindo parcialmente o branqueamento convencional.

As grandes vantagens desses processos modificados é que são menos poluentes e apresentam rendimentos ligeiramente superiores aos processos químicos convencionais. Por outro lado, o desenvolvimento dessas pastas está sendo realizado pelas firmas da indústria do papel e pelas "bridging institutions, com suporte das firmas fornecedoras de equipamentos e de insumos químicos. Vale ressaltar que o uso de antraquinona como catalizador na colpação resultou de atividades de P&D dos fornecedores de insumos químicos (cf. OECD, 1988, P. 277). Não obstante, as dificuldades de ultrapassar gargalos técnicos e econômicos da tecnologia convencional da madeira de fibra longa têm levado a que as pesquisas se diversifiquem em direção a novas matérias-primas fibrosas ou a novos processos de produção.

Outro indicador fundamental do avanço tecnológico da indústria do papel é a tendência à elevação da resistência mecânica ao rasgo e à tracção, do nível e estabilidade da alvura, de redução de reagentes químicos nocivos ao meio ambiente e de

custo elevado, do consumo de energia elétrica, com perda minimizada de opacidade e rendimento em pasta, no sentido de melhorar a qualidade e a economicidade da pasta mecânica da linha do desfibrador a disco. Esses avanços tecnológicos resultam de inovações radicais e incrementais de processos, geradas e desenvolvidas pelas firmas de equipamentos e pelas firmas da indústria do papel com o apoio dos fornecedores de produtos químicos e pelas "bridging institutions".

Especificamente e historicamente, os desenvolvimentos de processos exigiram intensos esforços de pesquisa e desenvolvimento, desde a década de 60 (cf. Neves, Polpação de alto rendimento. In: SENAI, 1988). Entretanto, é somente a partir da década de 70, devido à geração e aperfeiçoamento do processo termomecânico (TMP)(12), que verifica-se em nível mundial a utilização crescente da pasta mecânica da linha do desfibrador a disco/refinadores, em detrimento da pasta mecânica de pedra e sobretudo das pastas químicas, principalmente na produção de papel de imprensa (cf. Christensen, 1988; Neves, 1988).

Esta tendência é reforçada na década de 80, com o desenvolvimento de novas gerações de processos mecânicos : o

(12) O processo termomecânico consiste em dar um pré-tratamento térmico aos cavacos de madeira no sentido de amolecer a lignina (cola natural) para facilitar a soltura das fibras da madeira. Após o tratamento térmico vem o tratamento mecânico através de refinadores ou de desfibradores a disco. O processo termomecânico resultou da modificação do processo Asplund gerado na década de 30 pela Sunda/Defibrador (maiores detalhes ver Neves, Polpação de alto rendimento. In : SENAI, 1988).

quimiomecânico e o quimiotermodomecânico(13), que permite produzir pastas de qualidade próxima da pasta química, mas ainda com altíssimo rendimento. Dessa forma, essas novas gerações de pastas podem substituir não só totalmente a pasta química na produção de "newsprint", mas também na produção de papel de imprimir e escrever, de embalagem, " fluff", " tissues", cartão(cf.Christensen,1988). As forças motoras do desenvolvimento e uso de pastas termomecânicas (TMP), quimiomecânicas (CMP) e quimiotermodomecânicas (CTMP) são:

i) desenvolvimento da tecnologia das pastas mecânicas de desfibrador a disco e das pastas termomecânicas, promovido pelas firmas fornecedoras de equipamentos e pelas firmas da indústria do papel, com o apoio dos fornecedores de insumos químicos e das "bridging institutions":

ii) altos custos de investimento para instalação de fábricas de celulose, combinadas com pressões ambientais cada vez mais

(13) O processo quimiomecânico é análogo ao termomecânico. Entretanto, o pré-tratamento dos cavacos de madeira é químico, e o tratamento mecânico que segue o pré-tratamento químico é praticamente o mesmo. Já no processo quimiotermodomecânico o pré-tratamento dos cavacos de madeira combina o pré-tratamento térmico com o químico, sendo que o tratamento mecânico é praticamente o mesmo. A grande vantagem do processo quimiotermodomecânico em relação ao processo termomecânico e o quimiomecânico é a qualidade da pasta, mas, por outro lado, a grande desvantagem é o elevado consumo de energia e de produtos químicos. O processo quimiomecânico resultou do aperfeiçoamento do processo mecânico de refinador (RMP) da Bauer e o processo quimiotermodomecânico do processo termomecânico (maiores detalhes ver Ibidem). Destaca-se que "o conceito de combinação de tratamentos químicos e mecânicos de cavacos de madeira foi primeiramente descrito por Tilgman em 1967"(...)(cf. Colodette, 1989).

exigentes:

iii) custo e/ou escassez de madeira: e

iv) desenvolvimento de novas tecnologias de produção de papel, como o papel estruturado (papéis "tailor made")(cf. Croon,1985).

Em suma, como a qualidade se eleva a níveis de alto rendimento (>80%), e devido as demais vantagens, os produtores de pasta e papel são pressionados a utilizar processos e pastas TMP, CMP e CTMP.

1.2.2. Desenvolvimento e uso de novos métodos de branqueamento,

Como o processo de branqueamento de pastas químicas (soda, sulfato, sulfeto e sulfito) é a principal fonte de demanda química e biológica de oxigênio, novos métodos de branqueamento, baseados em novos equipamentos, novas sequências e utilizando reagentes químicos de menor impacto ambiental, têm sido desenvolvidos pelos fornecedores de equipamentos (cf. Neves, Branqueamento das pastas celulósicas. In: SENAI,1988) e pelas firmas da indústria do papel, com o apoio dos fornecedores de produtos químicos e das "bridging institutions". Ressalta-se que o uso do oxigênio no branqueamento de pastas resultou do P&D dos fornecedores de insumos químicos (cf. OECD, 1988, p. 217).

Para a redução da poluição do branqueamento, deve-se

necessariamente reduzir ou mesmo eliminar o uso do cloro ou dos compostos organo-clorados da fase de pré-branqueamento, onde a lionina residual é eliminada. Nesse sentido, desde a década de 70, por motivos ecológicos, novos métodos de branqueamento que utilizam reagentes químicos de menor impacto ambiental, como o oxigênio e o peróxido de hidrogênio, já estão estabelecidos em escala industrial, ou ainda, novos agentes oxidantes que podem futuramente fazer parte das sequências de branqueamento: ácido peracético, ozônio e perboratos (cf. Neves, Branqueamento de pastas celulósicas. In: SENAI, 1988). Como esses reagentes possuem elevado poder corrosivo e devido à tendência atual de reciclar os efluentes, o problema da corrosão aumentou e deve aumentar ainda mais. Destarte, novas ligas metálicas e revestimentos estão sendo constantemente pesquisados.

Outro desafio técnico no branqueamento consiste em elevar os níveis de alvura e estabilidade de pastas de alto rendimento. Devido ao elevado conteúdo de lionina, com os métodos atuais de branqueamento (peróxido de hidrogênio combinado com ditionito e peróxido de hidrogênio combinado com agentes quelantes), as pastas de alto rendimento não podem ser branqueadas de forma econômica a valores de alvura maiores do que 80 ISO e até o momento nenhuma solução foi encontrada para evitar o problema da instabilidade da alvura (cf. Giertz, 1989). O baixo nível de alvura e sua instabilidade são as duas principais barreiras que retardam a difusão em ampla variedade de papéis, como é o caso do papel para imprimir e escrever (cf. Colodette, 1989). O

desenvolvimento de novos métodos de branqueamento que permita elevar o grau e estabilidade da alvura depende de aspectos econômicos e do desenvolvimento de equipamentos mais eficientes (cf. Neves. Branqueamento de pastas celulósicas. In: SENAI, 1988).

Em suma, no branqueamento de pastas químicas a tendência é a total substituição de cloro e dos compostos organo-clorados, por reagentes químicos que provoquem menor demanda química e biológica de oxigênio. Por outro lado, no branqueamento de pasta de alto rendimento a tendência é desenvolver novos métodos de branqueamento que permitam elevar o grau e a estabilidade da alvura, minimizando a perda de rendimento e de outras propriedades físicas.

1.2.3. Desenvolvimento tecnológico na fabricação de papel.

O último indicador básico da evolução tecnológica na indústria do papel é a elevação da velocidade e/ou flexibilidade operacional das máquinas de papel, bem como o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias de fabricação de papel (papel estruturado, papéis revestidos e papel com elevado conteúdo de carcas minerais).

A velocidade da máquina é outro parâmetro relevante de produtividade porque vem atender o princípio da economia de escala que vigora na indústria do papel. Atualmente já existem máquinas que produzem três mil metros de papel por minuto. Por

outro lado, a flexibilidade permite ao produtor ajustar a estrutura e nível de produção de acordo com o nível e as variações da demanda, ou ainda no sentido de direcionar a produção para papéis que apresentam maior margem de lucro. Além disso, permite utilizar maior combinação de pastas para a preparação da massa, no sentido de reduzir custos, de aumentar a qualidade dos papéis e de produzir papéis feitos sob medida ("tailor made").

O maior desafio técnico para elevar a velocidade operacional, entretanto, continua a ser a velocidade de secagem das folhas de papel (cf. Paladino, 1985 e Chance, 1985)). Por outro lado, o maior desafio técnico-econômico para aumentar a flexibilidade das máquinas é a necessidade de compatizá-la com o princípio da economia de escala, que vigora na indústria do papel (ver Terra & Sbragia, 1991). Esses dois desafios fundamentais estão sendo enfrentados pela plena automatização e informatização de todas as fases de produção. As inovações radicais têm sido geradas pelas fabricantes de máquinas de papel (ver Malerbi, 1989).

No sentido de adicionar valor aos papéis, as firmas líderes estão utilizando a tecnologia dos papéis revestidos que consiste em refinar o acabamento, revestindo o papel com cargas minerais (talco, caulim, entre outros) ou produtos químicos, através de um equipamento denominado coater e adicionalmente alisando e dando brilho através de um equipamento denominado

supercalandra (ver Kramr, 1989).

Outra inovação que segue essa estratégia de diversificação de produtos é a tecnologia de fabricação do papel estruturado que permite a produção de papéis sob encomenda, isto é, "tailor made". Esta tecnologia consiste em perfis de estruturas de composição de papéis otimizados, baseados em modelos informatizados, posicionando na localização ideal dentro da folha de papel as diferentes matérias-primas tais como : fibra longa kraft, fibra curta kraft, CMP/TMP/CTMP, cargas inorgânicas, orgânicas e aditivos (cf, Croon,1985).

A última inovação que se verifica na Europa e nos países da Escandinávia é o conteúdo crescente de cargas minerais(carbonato de cálcio, talco, caulim, gipsum) na composição do papel.Na Suécia, em teste de laboratório, papéis têm sido feitos com 70% de carga mineral e 30% de CTMP (ver IPT/PATI, 1988).

1.2.4. Tendências predominantes

Em princípio, as tendências - aumento do rendimento em pasta e redução dos reagentes químicos nocivos ao meio ambiente dos processos químicos convencionais : aumento da resistência mecânica, do grau e estabilidade de alvura, da redução do consumo de energia elétrica, dos processos mecânicos de desfibrador a disco: desenvolvimento de novos métodos de branqueamento; elevação da velocidade e flexibilidade operacional das máquinas de papel e o desenvolvimento de novas tecnologias de fabricação

de papel - não são mutuamente excludentes, pois atendem à exigência de redução do custo de produção e de melhoria da qualidade na indústria do papel, através da elevação da escala de produção, mas sobretudo pelo aumento do rendimento, da flexibilidade dos processos de produção e pela eliminação dos reagentes químicos nocivos ao meio ambiente, principalmente o cloro e os compostos organo-clorados.

Não obstante, o desenvolvimento de modificações dos processos químicos convencionais (sulfato, sulfito, etc.), que permitiria a produção de pastas de maiores rendimentos e com menor impacto ambiental, vem enfrentando barreiras insuperáveis. Considerando que é necessário recuperar os reagentes químicos inorgânicos de forma econômica e que a recuperação da lionina consome bastante energia, a maior dificuldade técnica está na recuperação da lionina. O segundo problema fundamental é que uma das principais vantagens dos processos kraft, a autosuficiência em energia, pode desaparecer pois justamente a lionina junto com a hemicelulose são queimadas para, além da recuperação dos reagentes químicos inorgânicos, a geração de energia. Terceiro, devido ao elevado conteúdo de lionina presente na pasta, para seu branqueamento são necessários produtos químicos de alto custo de hidrocênio, oxigênio e ozônio). Quarto, devido ao aumento do conteúdo de lionina na pasta, ocorre inevitavelmente a perda de qualidade da pasta (cf. Nimz et alii, 1991; Christensen, 1988).

Assim, as tendências que vêm ganhando predominância são, primeiro, o desenvolvimento de novos processos mecânicos de alto rendimento (químio-mecânico, termomecânico e quimio-termomecânico), segundo, o desenvolvimento de novos métodos de branqueamento e, terceiro, a elevação da velocidade e flexibilidade das máquinas de papel.

A primeira tendência ocorre através do aperfeiçoamento na técnica e nos equipamentos de pré-tratamento dos cavacos, de polpação, de depuração e limpeza, bem como através da automação microeletrônica. Esta tendência é reforçada pelo desenvolvimento de papéis feito sob medida, papéis com alto conteúdo de cargas minerais e papéis revestidos, conforme será melhor visto mais adiante. Por outro lado, a segunda tendência ocorre por meio da operação de novos equipamentos e pesquisa de novos materiais (novas ligas metálicas e revestimentos) e de novos reagentes químicos em substituição ao cloro e aos compostos organoclorados. Já a terceira tendência ocorre através de novos métodos de secagem das folhas de papel, pela crescente automação e informatização da produção e pelo aperfeiçoamento do desempenho e eficiência dos equipamentos. Esta tendência é reforçada pela crescente necessidade de reduzir custos, de aumentar a qualidade do papel, de diversificar a pauta de produção e fazer classes de papéis sob medida, via elevação das possíveis combinações de pastas e a flexibilidade do processo de produção. A automação microeletrônica do processo de produção de pasta e papel vem sendo a opção mais vantajosa não somente para aumentar a

qualidade e o rendimento, mas também, através de equipamentos flexíveis, para a diversificação dos tipos de pastas e papéis produzidos que podem em certas categorias e classes de papéis ser fabricados sob encomenda sem perda de tempo.

1.3. A Trajetória Baseada na Madeira de Fibra Curta.

A madeira de fibra curta ou de folhosas é a segunda matéria-prima mais utilizado na indústria do papel, depois da madeira de fibra longa, e tem qualidades superiores, a saber : maior rendimento em fibras por tonelada de madeira, maior opacidade, alvura, melhor distribuição uniforme na folha de papel e crescimento rápido. A principal desvantagem é a menor resistência mecânica ao rasgo e à tração devido ao comprimento médio das fibras ser inferior ao das madeiras de coníferas.

Embora sua superioridade em aspectos relevantes, é improvável que, a curto e médio prazo, a madeira de fibra curta venha a substituir totalmente a madeira de fibra longa. Em primeiro lugar devido à qualidade da pasta que é pouco resistente, dificultando seu uso em categorias como papel de embalagem (cf. Giertz, 1989). Em segundo lugar a difusão dos novos processos mecânicos (CMP, TMP e CTMP) permitiu o rejuvenescimento da trajetória da madeira de fibra longa. Terceiro, porque a plena adaptação dos novos processos mecânicos à trajetória da madeira de fibra curta exigirá intensos esforços de pesquisa e desenvolvimento, o que envolve resultados incertos e demanda tempo.

Entretanto, como o custo de produção de pasta e papel depende em boa parte do rendimento florestal e a qualidade da pasta é superior em algumas propriedades em relação à da madeira de fibra longa, o uso da madeira de fibra curta é econômico. Este é o motivo pelo qual esta matéria-prima é utilizada de forma crescente na produção de pasta e papéis.

Quanto a evolução tecnológica do processo de produção de pastas/papéis de madeira de fibra curta, este repete, parcialmente, a direção da evolução tecnológica do processo de produção de pastas/papel com base na madeira de fibra longa, razão pela qual não aprofundaremos nesta seção. Entretanto, a seguir descreve-se as dificuldades de adaptação dos processos mecânicos de refinador para esta trajetória.

1.3.1. Desenvolvimento e uso de pastas de alto rendimento em substituição às pastas químicas convencionais.

Conforme visto, as madeiras de fibras curtas possuem algumas vantagens de natureza técnico-econômicas, em relação às madeiras de fibras longas, que as tornam atrativas, e como as pastas de madeira de fibra curta são produzidas utilizando basicamente os processos químicos convencionais - kraft e sulfito - o esforço tecnológico concentra-se no aperfeiçoamento desses processos, através da modificação dos processos de cozimento e utilizando novos reagentes químicos para polpação e branqueamento.

A medida que o Brasil é o maior produtor mundial de fibra curta de eucalipto, torna-se exemplo típico da evolução tecnológica. Os maiores grupos empresariais como a Klabin, a Suzano e Aracruz, têm como uma das prioridades em seus centros de pesquisa e desenvolvimento, o aperfeiçoamento da tecnologia de processos químicos convencionais no sentido de aumentar a eficiência na transformação madeira em pasta. O esforço de aperfeiçoamento também é realizado pelas "bridge institutions" como Universidade Federal de Vicosa e Centro de Tecnologia de Celulose e Papel do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP (cf. Oliveira et alii. In: IPT/FECAMP, 1990).

Em nível mundial, a maioria dos estudos de polpação quimiotermodinâmicas de madeira de folhosas tem sido realizadas com Aspen ou Birch. Existem poucos estudos realizados com madeira de eucalipto (cf. Colodette, 1989).

Doutros fatores que explicam o retardo na difusão dos novos processos mecânicos de refinadores, na trajetória da madeira de fibra curta são seu elevado consumo específico de energia, a baixa qualidade da pasta resultante e o prazo elevado de amortização do capital imobilizado nas plantas kraft.

Todavia, um dos principais fatores de retardo reside no fato das madeiras de fibras curtas apresentarem características físicas, químicas e morfológicas distintas das madeiras de fibras longas, sendo que o maior problema é a elevada densidade da madeira de fibra curta comparativamente à madeira de fibra

longa. Essa característica intrínseca reduz o efeito da sulfonação dos cavacos de madeira na fase de pré-tratamento químico e/ou térmico dos cavacos de madeira e, destarte, dificulta a separação e o inchamento das fibras. Conseqüentemente, na fase de tratamento de mecânico, as fibras sofrem danos irreparáveis.

Não obstante, nos países avançados, principalmente no Canadá e nos países da Escandinávia, verifica-se crescentemente a produção em escala industrial de pasta quimiomecânica, termomecânica e quimiotermeomecânica utilizando-se como matéria-prima o aspen, birch e em menor escala o eucaliptus (ver Croon, 1985; Kramr, 1989; Colodette, 1989).

A mudança de liderança tecnológica e de capacidade de produção da Suécia para o Canadá poderá tornar este último País no maior produtor de pasta quimiotermeomecânica branqueada (BCTMP) de fibra curta (Aspen), substituindo a pasta química de madeira de fibra curta em muitas categorias de papel (cf. Kramr, 1989).

Apesar do investimento em pesquisa e desenvolvimento tecnológico não significar inexoravelmente resultados tecnológicos e econômicos, destaca-se que as firmas privadas do Canadá foram as que mais investiram no desenvolvimento tecnológico e, além disso, receberam um dos maiores apoios financeiros do Estado nesses investimentos, dentro do conjunto das firmas situadas nos países da OECD (ver OECD, 1988). Isso significa que o investimento em pesquisa e desenvolvimento

tecnológico e o papel do Estado são relevantes para o aprendizado tecnológico local.

1.3.2. Desenvolvimento e uso de novos métodos de branqueamento.

O principal uso das madeiras de fibra curta destina-se à produção de pastas químicas. Assim, as pressões ecológicas, especialmente na Europa, forçam a utilização de novos métodos de branqueamento que utilizam novas sequências e reagentes químicos utilizados no branqueamento de pastas químicas de fibras longas. Nesse sentido, as firmas com o auxílio das "bridging institutions" buscam adaptar as tecnologias para o branqueamento das pastas químicas de fibras longas para as de fibras curtas. A adaptação fica facilitada porque as pastas químicas de fibra curta apresentam maior facilidade de atingir altas alvuras.

No que se refere ao branqueamento das pastas quimiomecânicas, termomecânicas e quimiotermeomecânicas, verifica-se a tendência de adaptar os novos métodos de branqueamento de pastas termomecânicas e quimiotermeomecânicas de fibra longa para o branqueamento das pastas termomecânicas e quimiotermeomecânicas de fibra curta. A adaptação também fica facilitada devido às propriedades óticas das pastas de fibras curtas.

Em suma, devido às pressões ambientalistas e a relativa facilidade de branqueamento de pastas químicas, verifica-se elevada taxa de progresso técnico nesse campo. Do mesmo modo, em

ocorrência da baixa taxa de progresso técnico da polpação quimiomecânica, termomecânica e quimiotermomecânica, pelas razões apontadas, a taxa de progresso técnico é maior no branqueamento de pastas químicas de fibra curta do que no branqueamento de pastas quimiomecânicas, termomecânicas e quimiotermomecânicas de fibra curta.

1.3.3. Tendências predominantes.

A curto e médio prazos, devido à ausência dos determinantes básicos para a adoção dos processos mecânicos de refinadores (escassez de fibras e disponibilidade de energia a baixo custo), as firmas que produzem pastas químicas não possuem grandes estímulos econômicos para enfrentar os desafios provenientes das características físicas, químicas e morfológicas da madeira de fibra curta, no sentido de adaptar os novos processos mecânicos de refinadores. Assim, a tendência que predomina é o aperfeiçoamento dos processos químicos convencionais, basicamente kraft e sulfito. Entretanto, isso pode mudar se as firmas do Canadá conseguirem generalizar o uso das pastas CMP, TMP, CTMP de fibras longa e curta.

Por outro lado, devido a pressões ecológicas, na área do branqueamento, a tendência predominante é o desenvolvimento e uso de novos métodos de branqueamento de pastas químicas, em detrimento do branqueamento das pastas mecânicas de refinadores. A tendência é reforçada pelo fato de ser baixa a taxa de progresso técnico das pastas quimiomecânicas, termomecânicas e

químio-termomecânicas obtidas de madeiras de fibras curtas.

A tecnologia do papel segue a mesma tendência verificada na fibra longa, isto é, aumento da velocidade e flexibilidade operacional da máquina de papel, desenvolvimento de novas tecnologias de fabricação de papel como o papel estruturado, papel revestido e papéis com alto conteúdo de cargas minerais.

A curto e médio prazos a tendência predominante deverá ser desenvolvimento da tecnologia de branqueamento das pastas químicas convencionais devido às rigorosas leis e pressões ecológicas nos países avançados. A elevação do rendimento em pasta não é tão fundamental porque o rendimento florestal e a densidade das madeiras de fibra curta são elevados, comparativamente a das madeiras de fibras longas.

1.4. Trajetórias e Tecnologias Potenciais.

As tecnologias descritas nesta seção são potenciais trajetórias tecnológicas e processos de produção do paradigma tecnológico do papel que diferem, em maior ou menor grau, da trajetória baseada nas madeiras de fibras longa e curta e dos processos em escala industrial. Destacam-se a tecnologia de produção da pasta e papel a partir dos vegetais não-madeira (resíduos agrícolas e plantas anuais) e dos papéis reciclados, cujas características físico-químicas começam a ser dominadas em escala industrial.

No sentido de apontar os principais gargalos e

potencialidades de quatro novas tecnologias, descreve-se a tecnologia de produção de pasta/papel a partir dos vegetais não-madeira, do papel reciclado, de novos processos de polpação e branqueamento baseados no solvente orgânico e na degradação biológica, biopolpação.

1.4.1. A tecnologia do papel reciclado.

Nos países avançados, preocupações com o meio ambiente têm gerado crescente demanda por fibras recicladas. As celuloses recicladas de mercado representam participação mínima no comércio internacional de pastas, somente 0,6 % da produção total de 1990. Mas devido ao aumento da produção de papéis com fibras recicladas, muitos analistas acreditam que deverão tornar-se mais importante no futuro, conforme será visto mais adiante.

Nos países onde há oferta inadequada de pasta - como Estados Unidos, Japão, Alemanha e Índia, a recuperação do papel reciclado situa-se na faixa de 30-50 % (ver Farinha e Silva, 1990).

Os principais fatores que determinam o grau de recuperação de papel reciclado são basicamente quatro, a saber : i) disponibilidade de tecnologia para converter papel reciclado em um componente aceitável de estoque de fibra para fabricação de papel. Novas tecnologias tornarão mais atrativas para as fábricas de papel a conversão de papel reciclado. Através do tratamento aperfeiçoado a deterioração usual na qualidade associada ao estoque de papel reciclado tem sido plenamente superado. Não

obstante, nos Estados Unidos, devido a problemas técnicos para com muitos dos papéis que estão sendo gerados como refugo, atualmente existe crescente dificuldade de aumentar a coleta, tratamento e conversão adequada dos papéis reciclados em alguma fonte de fibra usável: ii) outro problema no papel reciclado é a natureza cíclica de seu mercado, o qual é muito sensível ao preço. As flutuações dos preços dos papéis reciclados são dramáticas. Mesmo assim a tecnologia de usar papel reciclado de baixa qualidade para produzir embalagem de boa qualidade e papéis sanitários tem aumentado rapidamente: iii) levando em conta que a qualidade do papel reciclado deverá mudar, quando se busca certo limite de disponibilidade deve-se reconsiderar os métodos de coleta e os sistemas de processamento nas fábricas e iv) finalmente, existe ausência de especificação reconhecida internacionalmente, gerando muitas questões e disputas. A solução adequada desse problema pode possibilitar o aumento do comércio internacional de papel reciclado como matéria-prima.

Em suma, a escassez de fibras, as pressões ecológicas e a mudança na qualidade dos papéis reciclados farão com que a demanda mundial de papéis reciclados indubitavelmente cresça no futuro. Nesse sentido, novas tecnologias para a coleta e processamento dos papéis reciclados deverão ser desenvolvidos. Entretanto, é improvável que a celulose reciclada ocupe o espaço das pastas obtidas de fibras virgens, mesmo supondo a solução dos problemas acima apontados, isso porque o seu nível de qualidade é inferior e o número de reciclações possíveis é

limitado entre 5 a 10 vezes, dependendo do tipo de papel reciclado e de seu uso final. A evidência disso é que mesmo em países com grande escassez de fibras, como a Índia, o objetivo de longo prazo é produzir pastas a partir da madeira.

1.4.2. A tecnologia dos vegetais não-madeira.

Naquelas partes do mundo onde há escassez tanto de madeira de coníferas e de folhosas, a indústria de pasta e papel está usando crescentemente material não-madeira tal como babaço de cana, sizal, linter, casca de arroz, entre outros.

Devido à baixa qualidade dos vegetais não-madeira há muitos problemas associados com sua coleta, preparação, conversão para pasta e papel e seu uso em diferentes produtos de papel. Além disso, a celulose não-madeira é produzida utilizando-se processos químicos, os quais conforme já afirmado, apresentam elevado impacto ambiental (ver Cronis, 1985).

Assim, as pesquisas buscam encontrar processos que permitam obter pastas de melhor qualidade, menos poluentes e tornar os meios para preservação ecológica economicamente viável. Novas tecnologias para preparação e conversão estão sendo desenvolvidas. Por exemplo, as firmas líderes fornecedoras de equipamento estão tentando adaptar os novos processos mecânicos de refinador para a produção de pasta a partir de matérias-primas não-madeira. A pasta obtida nas experiências da Sunda-Defibrator de babaço de cana apresentou boa resistência mecânica ao rasco e à tração e

baixa alvura (cf. Neves, 1985).

O panorama mundial de celulose não-madeira consiste na produção de 15 milhões de toneladas/ano concentrado nos países em desenvolvimento do hemisfério sul. Segundo, continuamente são anunciados novos projetos. Terceiro, a pesquisa tecnológica é importante e de ampla divulgação.

Entretanto, se a madeira fosse disponível a um custo aceitável não haveria ou haveria muito pouco uso de material não-madeira. Desta maneira não há dúvida de que o objetivo de longo prazo dos países que atualmente estão envolvidos na produção de pastas e papel à base de fibras não-madeira, é gradualmente diminuir a dependência da matéria-prima não-madeira, através do estabelecimento de plantações de coníferas e folhosas. Problemas surgem quando há forte concorrência entre diferentes usuários de terra : agricultura versus floresta.

1.4.3. Os processos organosolve.

Nos países avançados foram concebidas várias inovações radicais de processos químicos de polpação, no sentido de resolver os dois problemas básicos estabelecidos pelo paradigma tecnológico do papel: i) a poluição causada pelos materiais descartados da polpação e branqueamento e ii) o desperdício de matéria-prima devido a necessidade de queimar a lignina e a hemicelulose para a recuperação dos reagentes químicos e geração de energia (ver Nims et alii, 1991).

O processo acetosolve tentará recuperar e usar a hemicelulose como matéria-prima, por exemplo na produção de polímeros como o furfural. Destarte, não desperdiçando matéria-prima. Por outro lado, o processo ASAM produz rendimentos mais elevados, pasta de melhor qualidade e mais fácil de ser branqueada. Por fim o processo organocell produz pastas de melhor rendimento e não poluentes. Estas são as principais vantagens dos processos organosolve em relação ao processo kraft. Destaca-se que todos esses novos processos químicos estão sendo testados em escala de laboratório e de planta piloto.

Há evidências de outras vantagens relevantes, ou seja, que se trata de um processo mais flexível e que exige custos de investimento menores do que os processos convencionais. O baixo ponto de nivelamento tornam-lhes especialmente atrativos para países em desenvolvimento. Mesmo porque alguns dos solventes que estão sendo experimentados são disponíveis na maioria dos países em desenvolvimento.

Os processos organosolve podem ser desenvolvidos em condições básicas e ácidas. Nas condições básicas existe a necessidade de recuperar o álcali (catalizador) e por isso há a necessidade de queimar a lignina. Assim no futuro é provável que a polpação será realizada em condições ácidas e não básicas. O álcali é utilizado em quantidades relativamente altas, em torno de 20 %, e sua perda é geralmente elevada. Entretanto, há dúvidas sobre a possibilidade de produzir pastas fortes para substituir a

pasta kraft de forma significativa em condições ácidas. Por isso é preciso realizar muito mais esforços de pesquisa para desenvolver pasta que de boas condições de resistência mecânica, de branqueamento e que resolva os problemas ambientais.

Além disso, as novas tecnologias propostas operam com produtos químicos corrosivos e podem ser viáveis tecnicamente na escala de laboratório e de planta piloto, mas é preciso avaliar a viabilidade técnico-econômica da implantação desses processos em nível industrial. Por representar custo de capital elevado, pode ser inviável economicamente o uso de reatores de aço inoxidável ou materiais mais nobres como o titânio, constituindo uma barreira real para o desenvolvimento das novas tecnologias de processo. Além disso, como existem sérios problemas de corrosão no sistema e os materiais deverão ser testados, para isso a contribuição dos fabricantes de equipamentos é fundamental.

Atualmente, muitas qualidades de papel não são baseadas exclusivamente em pasta kraft, mas em uma mistura. Isso admite vários enfoques na produção de pasta. Com efeito, é provável que os processos organosolve, ao invés de virem a ser o único método de polpação e branqueamento, tornem a ser um método alternativo e até complementar aos demais. Essa possibilidade é reforçada porque solventes orgânicos como álcoois não são muito bons para a completa remoção de lignina, mas misturas de álcool e químicos de cozimento convencional mostraram resultados promissores.

Em suma, os principais problemas enfrentados no

desenvolvimento dos processos organosolve são dois, a saber : i) a nível de laboratório são necessários maiores testes das condições de polpação ácidas e básicas, para definição do catalizador, solvente e das condições operacionais adequadas dos processos organosolve ácidos e alcalinos e ii) maior pesquisa da viabilidade técnico-econômica e concepção do projeto básico do processo em escala industrial.

1.4.4. A biopolpação.

A biotecnologia é a técnica que usa seres vivos na obtenção de produtos e processos geradores de bens e serviços. As rotas tecnológicas são o desenvolvimento do DNA recombinante (rDNA); de fusão celular e o biorrocessamento. Na indústria do papel, a principal utilização está no segmento florestal e no tratamento de efluentes. Por sua vez, na produção de pastas (polpação e branqueamento) a tecnologia encontra-se na fase de pesquisa básica (cf. Cruz et alii, 1988).

Atualmente é impossível, por qualquer sistema biológico, deslignificar a madeira até o ponto de classificar o resultado como pasta celulósica. Assim o maior desafio técnico na biopolpação ou deslignificação biológica consiste no aumento da atividade das enzimas (cf. Nimz et alii, 1991).

De modo similar aos processos organosolve, é provável que a deslignificação biológica não seja utilizada como único método de polpação e branqueamento, mas como processo alternativo, sendo

que seria muito útil como tratamento prévio de cavacos de madeira.

Os processos químicos e mecânicos apresentam desvantagens técnicas e econômicas (danos à fibra, custos elevados de energia nas pastas de alto rendimento, emprego de produtos químicos caros e poluentes no caso de pastas químicas e nos processos de branqueamento). Dessas desvantagens resulta o interesse de pesquisadores e de alguns produtores de celulose na biopolpação e biobranqueamento. A preocupação central consiste na remoção e degradação enzimática de lignina, conservando energia e reduzindo o consumo de insumos químicos na produção de pastas celulósicas (cf. Cruz et alii, 1988).

As condições básicas para viabilizar processos biológicos de remoção industrial de lignina dependem de avanços no campo da genética e no de bio-reatores. A liderança tecnológica é dos laboratórios suecos e americanos. A pesquisa para obter-se linhagens Cel-eficientes na degradação da lignina voltou-se para a genética básica.

As conclusões básicas são três, a saber : i) a aplicação de biotecnologia à polpação depende do conhecimento dos mecanismos enzimáticos da manipulação genética e da construção de bio-reatores; ii) a biopolpação não representa a curto e médio prazos alternativa para processos químicos e mecânicos e iii) a possibilidade de economia de energia para alguns segmentos da indústria induzem à pesquisa básica e aplicada (cf. Idem. ibidem,

1988).

1.5. Mudança Técnica, Organização Industrial e Competitividade.

1.5.1. No segmento de pasta.

O esgotamento do paradigma tecnológico do papel reduziu ao mínimo os componentes tácito e específico necessários para operar de forma minimamente eficiente as plantas industriais. Por outro lado, o aprendizado tecnológico local, com seu inexorável componente tácito e específico, possibilitou a novas regiões e países que apresentavam áreas disponíveis e condições edafo-climáticas favoráveis ao rápido crescimento das florestas de folhosas e coníferas, reduzir ou até criar assimetrias tecnológicas e concorrenciais a seu favor. Verificou-se, assim, a partir da década de 70 a entrada de novos produtores de celulose de mercado provenientes de regiões de baixo custo de produção.

A inserção crescente de novos produtores de pastas de mercado localizados em países com baixo custo de produção, sobretudo a partir da década de 70, tem pressionado o preço médio a declinar ao longo da década de 70 e 80. A tendência de declínio nos preços é reforçada pelo fato de os custos fixos médios das novas fábricas diminuírem, em vários casos onde a amortização do capital imobilizado já ocorreu (ver Farinha e Silva, 1990).

Quando o ciclo de mercado se deprime devido a escassez de demanda ou excesso de produção, o preço de mercado baixa tanto que não cobre sequer os custos de fabricação e os produtores

deficitários tendem a desaparecer do mercado, seja através do fechamento das fábricas, ou porque são integradas a montante para produtos de maior valor agregado ou porque simplesmente são vendidos como sucata.

Além da queda de preços e dos ciclos de mercado, outro fenômeno que desafia os produtores de pasta é o encarecimento dos custos de investimento. Atualmente uma fábrica de celulose para mercado de grande capacidade (500 mil toneladas ao ano) custa aproximadamente um bilhão de dólares, sendo suportável somente pelos grandes grupos e conglomerados. O aumento dos custos de investimento deve-se sobretudo a pressões provenientes da racionalização dos custos operacionais e a custos decorrentes da conservação do meio ambiente. As fábricas tornaram-se mais complexas, com utilização de materiais mais nobres como o aço inoxidável, aço carbono e até o titânio; recuperam e utilizam melhor a energia e diminuem suas perdas. A capacidade econômica das fábricas de celulose passou de 100 mil toneladas por ano em 1960 até cerca de 450 mil toneladas por ano em 1990.

Os altos custos de investimento, o aumento dos custos das matérias-primas e a introdução de produtores de baixo custo de produção têm sido compensados pela economia de escala e a diluição dos custos fixos em grandes volumes de produção.

Não obstante, existe um virtual limite para o crescimento das economias de escala da fábrica kraft. Os custos operacionais médios passaram de 428 dólares por tonelada em 1970 para 179

dolares por tonelada em 1990, com a maior racionalização dos processos de produção e com o aumento do tamanho de escala. O limite de escala está sendo atingido porque o circuito de produção vai se tornando crescentemente complicado e também está sendo atingido na disponibilidade de locais para instalação de novas grandes fábricas.

A lucratividade média ao ano do setor em nível mundial, entre 1983 e 1987, está em 11,7%. Esta taxa de lucro varia de 9% a 16%, dependendo da região. A taxa média de lucro relativamente reduzida, se comparada com a de outras indústrias, pressiona a reestruturação tecnológica e de mercado, através da utilização de plantas industriais cada vez maiores, adoção de processos de produção de alto rendimento e por processos de fusões e aquisições de firmas.

Entre 1970 e 1986, em alguns dos principais países produtores de celulose como Suécia, Finlândia, Estados Unidos, Canadá e Brasil (Tabela 1.1), observa-se que o número de fábricas diminuiu e o tamanho médio aumentou.

O número de fábricas na Suécia, 67 em 1970, passaram para 32 em 1986. O tamanho médio das fábricas subiu de 102 para 240 mil toneladas/ano. A Finlândia tem um perfil semelhante. De 34 para 24 fábricas, de 145 para 229 mil toneladas/ano. Os Estados Unidos e Canadá apresentam igualmente um perfil semelhante. O Brasil acompanhou esta tendência de uma maneira não tão acentuada, mas a evolução foi de 42 fábricas para 39 fábricas e o tamanho médio de

35 para 113 mil toneladas/ano já que a indústria de celulose brasileira tem atuado no mercado internacional durante a última década.

No entanto, a mudança tecnológica e de mercado mais radical pode ser observada na composição efetiva e potencial da produção de celulose de mercado em 1990 (Tabela 1.2).

TABELA 1.1 - MUDANÇA NA ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE PASTA - 1970 - 1986

Países	No. de Fábricas		Tamanho Médio das Fábricas *	
	1970	1986	1970	1986
Suécia	67	32	102	240
Finlândia	34	24	145	229
EUA	186	165	198	280
Canadá	89	70	149	193
Brasil **	42	39	35	113

Fonte : Farinha e Silva (1990, figura 05).

Notas : * Em milhares de toneladas/ano.

** 1973 e 1988

Observa-se que o tipo dominante no mercado é a celulose de fibra longa branqueada, com aproximadamente 40% de participação na produção total de 1990. Apesar disso, a produção de celulose fibra longa branqueada vem caindo, sequencialmente, há vários anos. Para se ter uma idéia, a queda de 5.1% em 1990 seguiu, uma queda de 0.6% em 1989, igual à ocorrida em 1988 (cf. Person, 1991). As razões dessa queda sequencial são a conjugação da concorrência da celulose de fibra curta e, de outro lado, mais recentemente pela substituição dos processos kraft por processos mecânicos de refinadores.

A celulose de fibra curta ocupa o segundo lugar, com aproximadamente 29 % da produção total de 1990. Desde a década de 70 as celuloses de fibra curta estão aumentando sua participação no mercado de modo crescente. Com a expansão da Aracruz Celulose, da Bahia Sul, no Brasil, bem como de outras fabricas no Chile, África do Sul e nos países Ibéricos, é provavel que a celulose de fibra curta deva continuar seu avanço, em detrimento da celulose de fibra longa.

Nos ultimos anos, alem da produção de celulose de fibra curta de mercado, a produção de pastas quimio-termomecânicas de fibra longa e as pastas recicladas de mercado também aumentaram. A produção de CTMP subiu de 955 mil toneladas em 1989 para 1392 mil toneladas em 1990: um salto de 46%. O aumento deveu-se, principalmente, à ativação de novas instalações no Canadá. Por outro lado, as celuloses recicladas representam participação desprezível no mercado, 0,6% da produção total de 1990. Mesmo assim, devido ao aumento de demanda por fibras recicladas, muitos analistas acreditam que deverão tornar-se mais importantes no futuro (cf. Person, 1991).

As pastas de alto rendimento competem normalmente no mercado com a celulose quimica (cf. tabela 1.2). Assim, a seguir descreve-se os fatores determinantes da competitividade das pastas de alto rendimento e de seu potencial de difusão, fundamentando-nos no quadro de competitividade da pasta de alto rendimento em relação celulose quimica elaborado por Farinha e

Silva (1990).

A pasta de alto rendimento apresenta tendência crescente de competitividade em relação a celulose química de fibra longa nos seguintes componentes de custo : 1) custo/escassez de dinheiro (custo/remuneração de capital de 18% sobre investimento dentro da cerca + capital de giro): US\$ 116 contra US\$ 229/ADMT típico; 2) custo da madeira: US\$ 40 contra US\$ 93 /ADMT típico e

TABELA 1.2 - CELULOSE DE MERCADO : PRODUÇÃO POR TIPO E CONTINENTE - 1990 (em milhares de toneladas)

Tipos	Europa	América Norte	América Latina	Asia	Oceania	Africa	Total
BSK (a)	3741	8834	765	100	138	75	13653
BHK (b)	4016	3266	1451	978	-	171	9862
UBK (c)	575	579	361	268	138	146	2067
Sulfito(d)	1955	580	23	26	-	-	2564
Dissolução	396	1604	22	350	-	219	2591
Semiouímica	207	-	-	40	-	-	247
Soda	-	-	83	-	-	-	83
SGW (e)	472	71	-	-	-	-	543
RMP,CMP,TMP(f)	140	235	-	-	10	-	385
CTMP(g)	383	839	60	-	110	-	1392
Sem madeira	94	162	25	162	-	53	496
Reciclada(h)	87	118	-	-	-	-	205
TOTAL	12066	16288	2770	1924	396	664	34108

Fonte: Worldwide Market Pulp Survey(1991). Meio ambiente é o novo desafio. IN: Revista Celulose & Papel, No. 36 novembro/dezembro 1991.

Notas:(a) Celulose de fibra longa branqueada e semibranqueada(sulfato).
 (b) Celulose de fibra curta branqueada e semibranqueada(sulfato).
 (c) Celulose de fibra longa não branqueada.
 (d) Celulose branqueada e não branqueada.
 (e) Pasta mecânica de pedra.
 (f) Pasta mecânica de refinador, pasta quimiomecânica e pasta termomecânica.
 (g) Pasta quimiotermodomecânica.
 (h) Aparas recicladas sem tinta.

3) custos fixos e outros (escala de produção): US\$/ADMT 40 contra 91.

Por outro lado, a pasta de alto rendimento apresenta competitividade inferior à celulose química nos seguintes componentes de custo e qualidades da pasta: 1) Custo de energia: US\$/ADMT típico 30 contra 21. 2) custo de produtos químicos: US\$/ADMT típico 57 contra 22. 3) brancura necessária e 4) resistência mecânica ao rasgo e a tração.

Portanto, do ponto de vista do custo total, a pasta de alto rendimento indubitavelmente apresenta tendência crescente de maior competitividade com relação à celulose química de fibra longa: US\$/ADMT típico 311 contra 526. preço requerido FOB fábrica. E ademais, é não competitiva na resistência mecânica e na brancura.

Não obstante, em alguns produtos, as pastas de alto rendimento apresentam não só uma vantagem de custo e preço, mas também uma vantagem qualitativa sobre o concorrente, a celulose química. Exemplos típicos são as melhores qualidades de papéis para fins sanitários e melhor rigidez para cartões sólidos, melhor opacidade como celulose de reforço, em papéis de imprensa.

A plena aceitação, ou a incorporação de maior quantidade na composição de algumas categorias e classes de papel depende da superação das dificuldades de natureza qualitativa como o

baixo nível de resistência mecânica ao rasgo e a tração e o baixo nível e a instabilidade da alvura, ou ainda, muitas vezes o preconceito inicial do mercado (cf. Farinha e Silva, 1984). O avanço tecnológico do próprio processo de fabricação das pastas de alto rendimento de refinadores, como processos mais adequados para diferentes matérias-primas, e a segregação de diferentes qualidades de pastas dentro do processo, por fracionamento (enriquecimento de fracções por separação de comprimentos de fibras), terão um impacto positivo no futuro.

Por último, a difusão das inovações na tecnologia de fabricação de papel, como papéis revestidos e papéis estruturados, e o avanço de tecnologias como papéis de alto teor de cinzas (e pigmentos incorporados) podem mudar radicalmente o perfil da matéria-prima na indústria do papel (ver a respeito quadro 1). A base concreta e racional para admitir que esse

QUADRO 1 - AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA FABRICAÇÃO DA PASTA E PAPEL

Ação	Fator Positivo Para Utilização de P.A.R	Resultado
Aumento do teor de carvão	Maior Bulk (Melhor Retenção)	Maior Brancura Melhor Maciez Melhor Printabilidade Melhor Preço
Papel Revestido	Melhor Rigidez Melhor Preço	Melhor Qualidade Superficial Menor Gramatura Melhor Preço
Papel Estruturado	Melhor Rigidez Melhor Preço	Adequação "sob medida" do Produto Melhor Preço
Fracionamento da P.A.R	Melhor Adequação das P.A.R. aos produtos finais	Maior Utilização
Melhor Conhecimento do processo	Melhoria da Qualidade das P.A.R.	Maior Utilização

Fonte : Farinha e Silva(1984, p.4)

mudança podera ser favoravel a utilização crescente de pastas de alto rendimento e o fato de que o papel revestido "wood containing" ja e das qualidades que mais cresce em nivel mundial.

1.5.2. No segmento de papel.

Na fabricação do papel a economia de escala se aplica de forma similar ao caso da fabricação de pastas. Porém, isso e valido apenas quando da fabricação de graus de papel com grande volume de produção e padronizados. A partir de determinado tamanho da ordem de serviço (agrupamento de diferentes pedidos de modo que a maquina possa rodar continuamente sem paradas intermediarias para mudança de composição, ou ajustes maiores), a produção em uma maquina de papel torna-se mais rentavel do que a produção em duas ou mais maquinas de papel (cf. Farinha e Silva, 1990).

A consequencia deste comportamento da lucratividade e que a medida que uma maquina de papel vai ficando não competitiva na produção de um determinado grau, apresentam-se três opções: i) a paralização da maquina e sua venda como sucata, ou ii) a produção de papeis mais baratos utilizando materias-primas de baixo custo ou iii) a produção de papeis de maior valor agregado.

No segmento do papel, o numero de fabricas e de maquinas também reduziu-se bastante e o tamanho medio das fabricas e das maquinas cresceu significativamente (Tabela 1.3).

O número de fábricas na Suécia entre 1970 e 1986 passou de 74 para 58; o tamanho médio da fábrica de 68.7 mil toneladas/ano para aproximadamente 145.4 mil toneladas/ano; o número de máquinas de 241 para 138 e o tamanho médio da máquina de 27.2 mil para 61.1 mil toneladas/ano. A Finlândia tem uma dinâmica industrial similar a da Suécia, com exceção do número de fábricas.

Nos Estados Unidos em 1970 havia 1778 máquinas e em 1986 esse número decresceu para 1334. O tamanho médio da máquina cresceu de 36.5 mil toneladas/ano para 52.4 mil toneladas/ano.

O Brasil, em 1970, possuía 171 fábricas, enquanto em 1986 esse número aumentou para 216. O tamanho médio da fábrica de 21.3 mil toneladas/ano passou para 32.1 mil toneladas/ano. O número de máquinas de 322 passou para 473 e o tamanho da máquina praticamente ficou estável. Portanto, pode-se concluir que até 1986, a dinâmica da indústria do papel no Brasil não seguiu a tendência mundial. Entretanto, sublinha-se que esse quadro e de 1988 e está mudando rapidamente com a introdução das

TABELA 1.3 - MUDANÇAS NA ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE PAPEL - 1970-1986

Países	No. de Fábricas		Tamanho Médio de Fábrica (1000 t/a)		No. de Máquinas		Tamanho Médio de Máquina	
	1970	1986	1970	1986	1970	1986	1970	1986
Suécia	74	58	68.7	145.4	241	138	27.2	61.1
Finlândia	40	40	149.7	213.7	133	112	45.0	76.3
EUA	-	594	-	117.8	1778	1334	36.5	52.4
Brasil(a)	171	216	21.3	32.1	322	473	11.3	14.7

Fonte : Farinha e Silva (1990, figura 6)

Nota : (a) 1973 e 1988

grandes máquinas de papel de imprimir/escrever, embalagens e para fins sanitários.

1.5.3. Padrão de concorrência.

Além do processo de concentração técnica e econômica da produção e vendas de pasta e papel, outro fenômeno recente e de grande importância é a crescente e rápida globalização da concorrência capitalista que deixa de ser restrita ao espaço nacional. A partir de meados da década de 80, este processo começou a intensificar-se e está se generalizando rapidamente na Europa (cf. Farinha e Silva, 1990).

No Mercado Comum Europeu, das 60 maiores companhias em 1988, 17 tinham sofrido um processo recente de compra ou de fusão. Atualmente as dez principais companhias européias representam hoje 53% das vendas de celulose e papel na Europa.

Existe um conjunto de forças que motiva essa globalização. A mais relevante é a verticalização da produção com atendimento direto às particularidades de cada mercado no sentido de obter uma posição como fornecedor dominante no seu nicho de mercado. Crescentemente a indústria tende a se aproximar das necessidades dos consumidores e a competição é mais acirrada do ponto de vista da qualidade.

Outras razões importantes são: primeiro, racionalização e otimização de matérias-primas, facilidades de produção, transporte e mercado. Segundo, assegurar a presença em mercados e

espaços econômicos fechados. Terceiro, defesa em nível de grupo contra flutuações da taxa cambial, distribuindo as facilidades de produção em diferentes países. Quarto, existência de grupos com grande poder de acumulação de capital em épocas de pico.

Para a discussão do objeto dessa dissertação, a seguir descrever-se, de forma sucinta, o padrão de concorrência vigente mais especificamente na categoria dos papéis de imprimir/escrever, em nível mundial e no Brasil. Isso porque nesta categoria atuam duas líderes tecnológicas na indústria brasileira do papel: a Inpapel e a Pisa. Destaca-se que o padrão de concorrência vigente nos papéis para fins sanitários, onde atua uma líder tecnológica - a Cia Melhoramentos - será tratado no capítulo 3 junto com as características desta empresa, isso porque o destino de sua produção é o mercado nacional.

No caso dos papéis de imprimir e escrever, a produção que era realizada em máquinas de tamanho médio e pequeno, passa a ser atualmente em unidades de tamanho grande e integradas. Conseqüentemente os produtos têm se tornado novos "commodities".

A produção em grande escala com margens muito pequenas, impõe como condição de sobrevivência possuir posição dominante no mercado. De outro lado, na conversão do papel, os clientes têm solicitado que o papel seja cortado dentro de determinado padrão específico ou ainda com determinado padrão de acabamento como os papéis revestidos e os especiais (isso é geral para todos os produtos), e, ao mesmo tempo, como adotam a política de não ter

capital de giro immobilizado em estoques, desejam entrega imediata.

Então, as duas grandes tendências são: i) no nível da planta industrial, os produtores de grandes máquinas estão instalando sistemas informatizados de controle e gerenciamento de produção, visando a automatização em toda a linha de produção, encomenda e de estoques. Nesse aspecto, papel de imprimir/escrever já pode ser produzido sem a intervenção humana e ii) no nível do mercado, constituição de redes cativas de distribuição dos produtos fabricados. Ou então mudar em algum grau para máquinas pequenas para fazer papéis especiais, que é uma das poucas possibilidades de sobrevivência, perdendo pouca produção.

As máquinas grandes são mais racionalizadas do que as médias e pequenas, mas mesmo assim estão tentando se defender através da conversão do papel, por exemplo, cortando bobinas em folhas menores. Como esta conversão é hiper automatizada e personalizada, então o programa de produção é racionalizado, combinando encomendas de características semelhantes, no sentido de evitar perdas de tempo, de matérias-primas e ao mesmo tempo atender adequadamente a demanda. Toda racionalização da produção é importante porque toda vez que é preciso mudar drasticamente o grau da máquina perde-se produção. Assim, por exemplo, ao invés de mudar o tipo de bobina e a gramatura, mas somente esta última, a mudança seria mínima e portanto perderia-se pouco papel.

Com a racionalização da produção cada vez mais diminui o tempo entre a encomenda, a fabricação e a entrega do produto. Além de melhorar a posição competitiva da empresa, a racionalização da produção tem propiciado o surgimento de nova categoria profissional, constituída de acadêmicos, os matemáticos e os estatísticos, cuja atividade na fábrica é ficar formulando modelos matemáticos para programar a produção, utilizando princípios e técnicas de programação matemática.

Em suma, no mercado internacional para ser competitivo é preciso ter, uma estrutura de custo que permita sobreviver as flutuações cíclicas da economia e sustentar preços menores, uma qualidade aceitável ou similar e sobretudo ter rede cativa de distribuição de atendimento ao cliente muito grande. Assim, no caso do papel de imprimir e escrever, o atendimento e agilidade, no exterior, é crescentemente um dos principais fatores de competitividade. As redes de distribuição visam eliminar problemas como : instabilidade de preço, redução no tempo de entrega desde a encomenda e regularidade nas características do produto. Na Europa a maioria dos mercadores de papéis são integrados a fabricantes de papel. No sentido de garantir a penetração no mercado europeu, os grandes grupos americanos estão comprando os poucos mercadores independentes, porque os gráficos e editores da Europa são muito conservadores e se eles não tiverem confiança no fornecedor, não comoram o produto.

Portanto, no nicho dos papéis especiais, papéis revestidos

de leve gramatura (LWC) e de média gramatura (MWC). Possuir qualidade aceitável ou similar e preço baixo são condições necessárias à penetração no mercado, mas não são suficientes, e preciso também possuir rede própria de distribuição e vendas dos produtos fabricados. Esta última condição fica reforçada porque atualmente existe uma super oferta desses tipos de papéis no mercado internacional.

No caso do papel de imprensa nem tanto a rede de distribuição é fundamental, porque existem poucos produtores e consumidores que já estão inclusive integrados.

De modo geral, no Brasil, os principais fatores de competitividade são a estrutura de custo e preços de cada firma, em detrimento da qualidade. A redução de preço é sustentada por processos mais eficientes ou utilização de matérias-primas menos nobres.

1.6. Estrutura e Padrões de Concorrência do Segmento Fornecedor de Equipamentos.*

O objetivo nesta sub-secção será mostrar que há tendência de concentração de vendas no mercado de equipamentos críticos dos processos mecânicos de refinadores de alto rendimento, porém que isso não implica tendência de integração vertical e produção cativa desses equipamentos.

* Para a elaboração desta parte do trabalho utilizou-se os principais resultados das entrevistas concedidas pelo professor Dr. José Mandolini Neves, do IPT/USP e do Sr. Carlos A. Farinha, diretor da Yaako Poyry Engenharia Ltda.

O segmento fornecedor de máquinas e equipamentos para produção de pasta e papel enquadra-se no ramo metal-mecânico de produção não em série. Nesta, devido ao caráter rígido da automação eletro-mecânica da segunda revolução industrial, os tamanhos dos lotes e a complexidade de tarefas produtivas, a concepção e a fabricação do produto atingiram reduzida separabilidade, conforme já visto.

O componente tácito e específico envolvido nas capacidades operacionais também é elevado, impossibilitando a sua transferência, a não ser através da aquisição ou fusão com a firma com todos os seus ativos tangíveis e intangíveis. A aquisição ou fusão é vantajosa sobretudo em situações em que o paradigma tecnológico apresenta elevadas oportunidades tecnológicas, cumulatividade e apropriabilidade privada do progresso técnico, fato que se verifica, a partir do final década de 70.

Por outro lado, o segmento fornecedor de máquinas e equipamentos constitui-se no núcleo de geração e difusão do progresso técnico da indústria de pasta e papel, conforme já visto. Dada a natureza da inserção na estrutura produtiva as firmas fornecedoras possuem, além da capacidade de operação e investimento, a capacidade de inovações radicais, sendo que a inovação tecnológica constitui-se numa das principais armas da concorrência capitalista.

Considerando os determinantes das estruturas de mercado (ver

Possas, 1986) : (i) a inserção na estrutura produtiva e (ii) as estratégias competitivas. pode-se afirmar que a indústria apresenta características de oligopolio diferenciado-concentrado. A principal barreira à entrada não se deve tanto as economias técnicas de escala, mas sobretudo as economias de diversificação.

O padrão de concorrência consiste na estratégia genérica por enfoque num segmento da linha de produtos (ver Porter, 1989): diferenciação de produtos como forma de concorrência predominante e requisitos de escala mínima eficiente. As estratégias de ocupação e expansão de mercados combina três métodos: não se planeja somente capacidade ociosa para atender o crescimento do mercado e as descontinuidades de escala, mas segundo através do esforço de ampliar o mercado pela diferenciação e inovações de produto e, terceiro, através de aquisições e fusões de outras firmas do segmento da linha de produtos preferencialmente.

A estratégia de diversificação de produto pode ser observado nos modelos de equipamentos fornecidos: (i) refinador com um disco móvel e outro estático ou refinador com dois discos girando em contra-rotação; (ii) refinadores podem ser atmosférico ou pressurizado; (iii) equipamentos de aquecimento e de impregnação de cavacos pode ser vaso vertical, pressurizado, com agitador no fundo ou em tubo pressurizado, horizontal, com rosca; (iv) refinadores com potência instalada do motor e potência aplicada sobre o disco distintos; (v) diferentes desenhos de discos e (vi)

mais recentemente, desenvolvimento de sensores para variáveis de comando e resposta e para variáveis de qualidade e desenvolvimento de controle avançado aplicado ao processo.

Atualmente as líderes de equipamentos concorrem em todos esses aspectos dos modelos de equipamentos mencionados.

Verifica-se, a partir da década de 80, um rejuvenescimento do paradigma tecnológico nesse segmento da indústria de bens de capital sob encomenda, evidenciado pela introdução de novos produtos (novos processos e equipamentos para a indústria de pasta e papel), conforme já visto na seção. Destarte, pode-se afirmar que atualmente o paradigma tecnológico apresenta altas oportunidades tecnológicas, cumulatividade e apropriabilidade privada do progresso técnico. Assim, as assimetrias tecnológicas são elevadas, engendrando fortes barreiras à entrada contra concorrentes potenciais. Outros determinantes das barreiras à entrada são os inexoráveis componentes tácito e específico na operação, intransferíveis por formas codificadas, como "blueprints", presente nos ramos da metal-mecânica de produção não em série (cf. Santos Filho, 1991, cap.3).

Devido as características do paradigma tecnológico e da presença dos componentes tácito e específico, torna-se extremamente vantajosa a integração horizontal através de fusões e aquisições de firmas.

O processo de concentração da produção e vendas de

equipamentos críticos de polpação e branqueamento das pastas de alto rendimento de refinadores torna-se evidente ao confrontar-se as líderes em 1978 com as atuais líderes na fabricação e vendas.

Em 1978, os principais fabricantes de equipamentos termomecânicos eram seis: a Bauer, a Defibrator, a Sprout Waldron, a Sunda, a Jylhavaara e a Deloit-Jones (cf. Tabela 14). Todas essas firmas dedicavam intensos esforços de Pesquisa e Desenvolvimento para aperfeiçoar o processo termomecânico, conforme visto na sub-seção 1.3.1. Verifica-se que desde o início da difusão do processo termomecânico, o número de fabricantes era pequeno, assim como também era elevada a concentração de vendas, evidenciando a presença de elevadas assimetrias tecnológicas e barreiras à entrada.

TABELA 1.4 - CAPACIDADE INSTALADA E DE PRODUÇÃO DE PASTAS TERMOMECÂNICA - 1978

Fabricantes	No. de instalações		T PSA/d
	Valor Absoluto	Valor Relativo	
Bauer(USA)	32	32,32	6820
Defibrator(Suécia)	32	32,32	6900
Sprout Waldron(EUA)	13	13,13	2955
Sunda(Suécia)	12	12,12	1535
Jylhavaara(Suécia)	8	8,08	2120
Deloit Jones(EUA)	2	2,02	250
Total	99	100,00	20580

Fonte : Leask(1979). In : Neves & Assumpção(1980).

Através de dinâmico e intenso processo de fusões e aquisições, atualmente as líderes tecnológicas e de mercado

em nível mundial, fornecedoras de equipamentos para produção de pastas de alto rendimento da linha do refinador (CMP, TMP, e CTMP) não são mais empresas individuais, mas grupos econômicos de base tecnológica e de mercado próximas. As assimetrias tecnológicas elevam-se ainda mais reforçando as barreiras à entrada e de mobilidade.

Na Europa, ao final da década de 70, a Sunda comprou a Defibrator. Recentemente, a Rauma, que já teve ações da Valmet, Kamyk e Beloit, comprou a Sunda-Defibrator, constituindo a Rauma/Sunda-Defibrator. Por outro lado, nos Estados Unidos, na década de 80, a Bauer adquiriu a Jylhaavara. Posteriormente, a Bauer foi adquirida pela Sprout Waldron, formando a Andritz / Sprout Waldron-Bauer-Jylhaavara. Assim, de um lado, lidera o grupo americano Andritz / Sprout Waldron-Bauer-Jylhaavara e, de outro lado, o grupo europeu Rauma/Sunda-Defibrator.

Na área de branqueamento de pastas de alto rendimento, os principais fornecedores de equipamentos são a Rauma/Sunda-Defibrator e a Mado-Chemetics. Na área de tratamento de efluentes, lideram a Andritz/Sprout Waldron-Bauer-Jylhaavara, a Mado-Chemetics e a Weber. Finalmente, na fabricação de máquinas de papel, onde a estrutura de mercado é estável, as tradicionais líderes são a Beloit, a Valmet e a Voight.

Na difusão de suas tecnologias e equipamentos as firmas recebem auxílio das maiores firmas de engenharia. A Natrom-simons suporta equipamentos de polpação e branqueamento do grupo

Andritz/ Sprout-Bauer-Jylhaavara e, por outro lado, a Jaakko Poyry sugere equipamentos do grupo Rauma/ Sunds-Defibrator para polipação e branqueamento e Voight para a máquina de papel.

Dentro da tendência mundial de fusões e aquisições torna-se difícil prever as novas associações entre produtores de bens de capital sob encomenda para pasta e papel. Não obstante, apesar da concentração da produção e vendas de equipamentos para produção de pastas de alto rendimento e fabricação de papel, há evidências de que a estratégia de crescimento das firmas líderes fornecedoras de equipamentos não é a integração vertical a jusante com as firmas de indústria de pasta e papel, e vice-versa (a respeito de estratégias de crescimento ver Penrose, 1956).

Primeiro, os fabricantes de equipamentos não possuem estrutura financeira para se tornarem grandes grupos produtores de pasta e papel.

Segundo, os grandes grupos produtores de pasta e papel podem até possuir alguns processos patenteados e, caso pretendem ocupar determinado nicho de mercado, procede a uma integração vertical da floresta até o produto acabado. Porém, se este grande produtor fabricar equipamentos para o nicho específico não venderá para os concorrentes e estes certamente não estarão dispostos a adquiri-los em decorrência da desconfiança. As firmas líderes da indústria de pasta e papel de fato desenvolvem inovações incrementais nas condições operacionais visando a otimização dos

processos, melhoria da produtividade e qualidade das matérias-primas, mas o desenvolvimento de novos equipamentos é muito raro e aquelas firmas que desenvolvem equipamentos, geralmente ao final acabam se associando aos fabricantes de equipamentos.

Por último, o custo e a incerteza quanto aos resultados técnicos e econômicos, geralmente envolvidas nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, são elevados e como a produção das inovações não poderia ser vendida para os concorrentes, a produção cativa é inviável. As inovações originais de processo são extremamente complexas. Destarte, a curva de aprendizagem na sua produção é elevada e longa. Ademais, sua declividade negativa varia pouco no início da difusão do novo processo e somente após atingir alto grau de difusão, a sua declividade negativa varia rapidamente. Assim é necessário um mercado mundial para obter a diluição adequada dos custos e ainda obter economias de aprendizagem via "by doing", "by using" e "by interaction".

A evidência histórica confirma que a estratégia de crescimento das firmas líderes da indústria de bens de capital sobre encomenda fornecedora de equipamentos e das firmas líderes da indústria de pasta e papel não é a integração vertical. Nesse sentido, ao invés da integração vertical verificou-se a integração horizontal entre os fornecedores de equipamentos para produção de alto rendimento com base tecnológica e de mercado próxima e, de outro lado, na indústria de pasta e papel, temos

como evidencia o que ocorreu no mercado comum europeu. Entre as principais aquisições e fusões realizadas pelas líderes no Mercado Comum Europeu, ao longo da década de 80, não consta nenhuma firma líder produtora de equipamentos para pasta e papel (ver Farinha e Silva, 1990).

1.7. Comentários Finais.

A análise das tendências tecnológicas da indústria do papel permite chegar a algumas conclusões sobre o desenvolvimento tecnológico desta indústria.

Em primeiro lugar, fica demonstrado que a mudança técnica na indústria do papel apresenta caráter incremental no sentido de que as inovações sofrem aperfeiçoamentos incrementais sucessivos. As evidências básicas disso são três:

(i) As inovações de processo da linha dos refinadores são mal adaptadas às necessidades dos usuários a 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 (imprimir/escrever, especiais, de embalagem): (a) a matéria-prima básica são as madeiras de fibra 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 a tração e baixo nível e instabilidade da alvura. O desenvolvimento incremental que resultou nos processos CMP e CTMP visam 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. A difusão dos processos mecânicos da linha do desfibrador a disco 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): e

(iii) sofrem concorrência da velha tecnologia de processo de polpação kraft que tem sido aperfeiçoado, através da modificação do cozimento com uso de antraquinona e oxigênio e desenvolvimento do branqueamento com oxigênio, para aumentar o rendimento em pasta e reduzir a poluição ambiental.

O caráter incremental e a própria complexidade sistêmica do processo de fabricação do papel, tornam essenciais o "learning by using" e as atividades de P&D das firmas da indústria do papel a adaptação e aperfeiçoamento das inovações radicais de processo e produto, com a contribuição de fornecedoras de insumos químicos e das "bridging institutions". Portanto, não só a difusão, mas também a geração de inovações não depende exclusivamente dos esforços de P&D realizadas pelas firmas líderes fornecedoras de bens de capital para pastas e papel.

A medida que os problemas associados à introdução de uma inovação radical não são resolvidos todos de uma só vez e instantaneamente, porque dependem da informação adicional resultante do uso intenso e/ou da simples passagem do tempo, então pode-se depreender que as firmas da indústria do papel decidem adotar e/ou desenvolver inovações, inexoravelmente em condições de incerteza tecnológica, o que pode implicar diferentes expectativas tecnológicas e graus variados de aversão ao risco, sendo portanto, lógico e racional, a presença de diversidade comportamental na adoção de estratégias de inovação (ofensiva, defensiva, imitativa, dependente e oportunista), ao invés de homogeneidade comportamental baseada em princípios de maximização de uma função-objetivo (lucros, receitas, entre outras)(cf. Santos Filho, 1991, cap. 2).

Em segundo lugar, verifica-se que de fato existe a tendência de concentração da produção e vendas, via integração horizontal entre as firmas líderes do segmento da indústria de bens de capital sob encomenda. Entretanto, isso não significa inexoravelmente a integração vertical a jusante, e vice-versa, com as líderes da indústria do papel no sentido da produção cativa, e portanto, não é necessário as líderes tecnológicas endogeneizarem a geração de tecnologia de fabricação de equipamentos para pastas e papel.

Em terceiro lugar, devido sobretudo ao rejuvenescimento propiciado pela difusão dos processos mecânicos de refinadores, a

trajetória baseada na madeira de fibra longa é e continuará a ser, dentro de um horizonte previsível, predominante como base técnica do papel. As pesquisas concentram-se principalmente em novos processos e novos equipamentos de produção de pasta/papel, visando elevar o rendimento e reduzir ou mesmo eliminar a poluição e os riscos à saúde humana, cuja utilização imediata nas linhas de produção é retardada pela presença de barreiras técnicas e econômicas. Por outro lado, a utilização de equipamentos de produção mais sofisticados é incentivada pela forma de concorrência que começa a vigorar na indústria do papel, em que a redução de preços é sustentada pelo uso de processos mais eficientes na transformação de "inputs" em "outputs" (madeira/pastas/papel).

Em quarto lugar, no que se refere à matéria-prima, o que tem maior potencialidade para substituir a madeira de fibra longa é a madeira de fibra curta. A pasta e papel de madeira de fibra curta configura, em seu atual estágio de desenvolvimento, mais uma área de concorrência com a trajetória baseada na madeira de fibra longa do que de complementariedade, no aperfeiçoamento ou solução dos "trade-offs", a partir de princípios científicos e técnicos ligeiramente diferentes, porém usando alguns produtos químicos e equipamentos de produção comuns ao usado na tecnologia da madeira de fibra longa.

A diferença reside, em primeiro lugar, nas características físicas, químicas e morfológicas da madeira de fibra curta que

existem a utilização de diferentes reagentes químicos, tecnologias de produção adaptadas, inclusive equipamentos, e que apresentam novos problemas técnico-econômicos a serem resolvidos. Em segundo lugar, diferem da trajetória baseada na madeira de fibra longa por criarem produtos que, embora compatíveis e complementares aos produtos baseados na madeira de fibra longa, poderão ser mais eficientes no sentido de apresentar melhor qualidade e com menor custo de produção. A potencialidade substitutiva da madeira de fibra curta so pode ser avaliada adequadamente através de sua adaptação aos processos quimio-mecânicos, termo-mecânicos e quimio-termo-mecânicos.

Finalmente, as "trajetórias" (fibras recicladas e fibras não-madeira) e tecnologias potenciais (processos organosolve e biopolibação), apesar de suas potencialidades, não se constituem uma ameaça efetiva as trajetórias tecnológicas baseada na madeira de fibra longa e fibra curta, levando em conta seus gargalos de natureza técnica e econômica. Não obstante, poderão contribuir de forma complementar, criando nova fonte de matéria-prima fibrosa, para atender de forma mais racional a demanda crescente de papel, mas também no aperfeiçoamento ou solução dos "trade-offs" entre os parâmetros técnico-econômicos, associados aos dois problemas fundamentais da indústria do papel (o desperdício de matéria-prima fibrosa e o elevado impacto ambiental).

2. CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE PASTA E PAPEL

No presente capítulo, no sentido de tornar disponível um quadro geral da evolução da indústria brasileira do papel, descreve-se inicialmente seu breve histórico (seção 2.1) (ver a respeito Jorge também, 1992).

Segundo, levando em conta o momento histórico em que ocorre o processo de constituição da indústria papeleira no País, o papel do Estado neste processo e as estratégias tecnológicas adotadas pelas principais empresas da indústria brasileira do papel, descreve-se também, de forma sucinta, o papel do aprendizado tecnológico local para a dinâmica tecnológica do País. Mostra-se que o aprendizado local, tácito e específico, foi fundamental para a adaptação, aperfeiçoamento e criação de tecnologia florestal, viabilizando a constituição de florestas uniformes e de elevada produtividade, assim como na adaptação da tecnologia de processo de fabricação de pasta e papel de coníferas (fibras longas), para utilizar o eucalipto (fibra curta). Além disso, pretende-se mostrar que atualmente o País possui a capacidade tecnológica de operação, investimento e de inovações maiores de processo e de produto, na área florestal, sendo que na área industrial o País possui somente a capacidade tecnológica de operação e de investimento, estando ausente a capacidade de inovações maiores de processo e de produto (seção 2.2).

terceiro, pretende-se ressaltar a dinâmica da indústria brasileira do papel no que se refere a aspectos tecnológicos, produtivos e de mercado, apresentando as evidências empíricas que venham a corroborar os resultados da dinâmica tecnológica local, tácita e específica (seção 2.3 e 2.4). Vale lembrar que esta dinâmica e seus resultados localmente foram condicionados pela política industrial.

Por último, considerando as principais tendências tecnológicas e de mercado em nível mundial e a situação atual da indústria brasileira do papel, ressaltar-se que o país deverá elevar sua produção de pastas e de papel e a participação no comércio internacional. Entretanto, isso não implica e nem requer, do ponto de vista do espaço de progressão industrial (sobre o conceito ver Santos Filho, 1971, cap. 3), que o país deverá inexoravelmente superar os limites impostos pela divisão internacional do trabalho na geração e difusão do progresso técnico, no sentido de adquirir a capacidade de inovações maiores de processo e produto na área industrial (seção 2.5).

2.1. Breve Histórico.

A evolução da indústria de pastas e papel no Brasil pode ser dividida em três fases. Na primeira, período compreendido entre o final do século passado até 1930, a indústria do papel utilizou a matéria-prima e equipamentos importados da Europa e dos Estados Unidos e restringiu-se a

produção de papel de baixo padrão de qualidade. A tecnologia de produção, portanto, incorporada na matéria-prima e nos equipamentos, era gerada no exterior. Até a década de 30, a política econômica não tinha como objetivo explícito incentivar o desenvolvimento industrial (cf. Paladino, 1985).

Na segunda fase, de 1930 a 1960, as matérias-primas - a pasta mecânica e a pasta química - passam a ser produzidas internamente, embora não se tenha atingido a auto-suficiência. Ademais, desenvolve-se também o setor produtor de bens de capital voltado para a produção de equipamentos para pasta mecânica, papel e celulose. Por fim, a produção de papel se diversifica, inclusive com a produção de papel para imprensa periódica que se estabelece no imediato pós-guerra. Quanto a produção de matérias-primas, a partir de 1930, com o surgimento de dificuldades no balanço de pagamentos e a resultante elevação de preços da celulose importada criaram-se estímulos necessários a implantação de fábricas de pasta química. Não obstante, até a década de 40, mesmo com o avanço da produção interna, a maior parte das matérias-primas utilizadas pelo setor ainda era de origem estrangeira. Em suma, em 1950, o quadro no País era: a) o País era praticamente auto-suficiente em quase todos os tipos de papéis, exceto em papel para jornal (68,6% das importações de papéis naquele ano se destinavam para imprensa periódica) e b) o País era largamente deficitário em celulose, importando 73,7% de seu consumo aparente.

Desde o final dos anos 30, as ações concretas do Estado no sentido de incentivar a produção de papel no País foram decisivas para o desenvolvimento do setor. Entretanto, o primeiro plano para o setor surgiu em meados dos anos cinquenta, incluído no Programa de Metas implementado durante o governo de J. Kubitschek.

Os fatores responsáveis pela deficiência no desenvolvimento da produção interna de papéis para impressão e jornal e da celulose eram os seguintes: a) preços de mercado artificialmente baixados por subvenções cambiais e b) custos industriais relativamente elevados em virtude da ausência de economias externas e da diminuta escala de produção da maioria das plantas industriais.

Para remover tais obstáculos, as medidas adotadas foram: a) sobre os preços: o subsídio compensatório aos produtores de papel de jornal e impressão, e tarifas aduaneiras adequadas à proteção da indústria dos demais papéis e a celulose; b) sobre a formação de capital e sobre a escala de produção: os empréstimos e avais do BNDE, bem como as isenções ou reduções de direitos sobre importações de equipamentos; e c) sobre as expectativas: a divulgação da meta e de outras medidas oficiais que influenciaram favoravelmente as expectativas: a assistência direta e as informações aos interessados pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial-CDI e pelo BNDE.

Estimulados por incentivos fiscais e creditícios, os

Produtores de papel começam a se integrar a partir dos anos 50. Nesse sentido, em 1961, a produção de celulose e papel foi realizada por 79 empresas. Dessas, vinte e oito que representava 35.4% do total de empresas já eram integradas. Ademais, as empresas integradas produziram 63.3% de todo o papel e 75.4% da celulose no ano de 1960.

Nesse período houve também processo de concentração da produção. Entre 1953-61, houve ligeiro aumento do predomínio das grandes empresas na estrutura do setor de papel.

Na década de 50, verificou-se aumento considerável na produção de papel e celulose e também uma alteração qualitativa da produção. A produção interna de celulose sobre o consumo aparente avançou de 26.3% em 1950 para 71.2% em 1960.

Durante a década de 50, houve expansão da produção de papel em nível mundial, provocando escassez relativa de matéria-prima no mercado internacional. As florestas de coníferas das regiões temperadas não seriam suficientes para suprir a demanda mundial de celulose durante a longa expansão capitalista do pós-guerra. Com efeito, os países desenvolvidos se voltaram com interesse para o aproveitamento das espécies tropicais, adaptando novas técnicas de produção. Destarte, o Brasil pôde tornar-se grande produtor de celulose e resolveu o problema do suprimento interno de matéria-prima. A expansão da produção interna de celulose, nos anos 50 e posteriormente, baseou-se fundamentalmente nas espécies tropicais dotadas de fibras curtas, especialmente o

eucalyptus (cf. Paladino, 1985).

Os projetos industriais implantados durante os anos 50 viabilizaram a exportação de papel e celulose no limiar da década de 60. Portanto, a partir da primeira metade dos anos 60 teve início a terceira fase da evolução da produção do papel no Brasil. Alterou-se a inserção da produção brasileira na economia mundial. A indústria deixou de estar voltada exclusivamente para o mercado interno.

No ano de 1960, a produção setorial era a seguinte :

a) Produziu-se 71,2% do consumo aparente de celulose. Entretanto, separando-se por tipo de fibra, o déficit da produção corresponde a fibra longa. No que se refere a fibra curta, já obtinha superavit: os excedentes exportáveis de celulose de fibra curta se iniciam nessa época: e

b) Produziu-se 72,9% do consumo aparente de papel. Entretanto, se separado por tipo de papel, esse déficit da produção corresponde, fundamentalmente, ao papel jornal. Produziu-se somente 29% do consumo aparente de papel jornal em 1960.

Na segunda metade dos anos 60, o setor papeleiro recebe novo impulso através da política governamental de incentivo ao florestamento e reflorestamento. Nesse sentido, foram fundamentais a atuação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico-BNDE e do Conselho de Desenvolvimento Industrial-CDI.

enquanto incentivadores dos novos projetos industriais. Como efeito, entre 1967-74, houve verdadeiro surto de modernização no setor, cujos resultados mais evidentes se traduziram no aumento considerável da capacidade produtiva das fábricas.

O diagnóstico oficial demonstrava que o setor de papel e celulose era composto por unidades produtivas de pequeno porte. Assim, no sentido de modernizar e reestruturar o setor, foram implementados: a) O incentivo fiscal ao reflorestamento, através do Decreto Lei 5.106, de 02.09.66, pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial. As importâncias empregadas em reflorestamentos poderiam ser abatidas ou descontadas nas declarações de rendimentos das pessoas físicas ou jurídicas, residentes ou domiciliados no Brasil. Esse incentivo foi decisivo para a expansão do setor papeleiro. Entre 1967-80, foram programados reflorestamentos, com recursos dos incentivos fiscais, de 4,2 milhões de hectares; b) O programa de apoios financeiros, através da Decisão 96 de 1968, pelo BNDE. Os apoios financeiros seriam destinados para projetos de papel de imprensa periódica, com capacidade projetada ou instalada igual ou superior a 250 t/dia; à instalação ou expansão de unidades produtoras das demais categorias de papel, com capacidade projetada ou instalada igual ou superior a 50 t/dia; e, no setor de celulose, a instalação ou expansão de unidades, com capacidade projetada ou instalada igual ou superior a 100 t/dia.

O processo de modernização e concentração setorial promovido

O Estado provocou uma mudança na estrutura de produção de papel e celulose no País, aproximando as escalas produtivas a média mundial. Ademais, estimulou a instalação, na segunda metade da década de 60, da filial da Voight S/A no País, uma das líderes na produção de máquinas e equipamentos para o setor de papel e celulose. A tecnologia utilizada pela Voight era proveniente de contratos de licença e de assistência técnica. A estratégia da empresa era também atender os mercados da América Latina e Sul da África.

Em meados da década de 70, o II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975-79) tinha como estratégia o desenvolvimento dos setores de base, dentre eles o de papel e celulose. Nesse sentido, o Conselho de Desenvolvimento Econômico-CDE, no final de 1974, formulou e implementou o primeiro Programa Nacional de Papel e Celulose-PNPC para o País. As metas de médio e longo prazo a serem atingidas visavam tornar o País auto-suficiente em papel e celulose e grande exportador de celulose.

O diagnóstico do CDE era que as características estruturais do setor tinham se modificado desde 1967. Assim, em 1974, o setor já estava melhor estruturado para dar novo salto quantitativo. Nesse sentido, ficou definido que os projetos deveriam apresentar tamanho acima da média brasileira, com tendência à média mundial.

O PNPC esbarrou em problemas de ordem tecnológica, cambial e de mercado. A indústria nacional de máquinas e equipamentos não estava aparelhada para atender aos grandes projetos industriais.

ocorrendo daí a necessidade de importações. As limitações residiam na incapacidade interna de fundição e no alto nível de acabamento exigidos. Por outro lado, em 1973, o setor entrou em crise de amplitude mundial e as perspectivas de exportação foram reavaliadas.

O programa setorial previa um "modelo tripartite" com participação equitativa no aporte de capital pelo Estado, capital privado nacional e estrangeiro. Contudo, o traço característico do desenvolvimento do setor, na segunda metade da década de 70, foi menos o aumento da participação do capital estrangeiro e mais a participação do Estado nos grandes projetos de produção de celulose como sócio e construtor de infra-estrutura.

Na década de 80, a indústria brasileira do papel atinge a maturidade, caracterizada pela produção realizada em plantas industriais modernas, de tamanho verificado nos países avançados e integradas com a produção florestal.

A indústria está implementando, desde agosto de 1987, o II Programa Nacional de Celulose e Papel que, em princípio, visava duplicar a capacidade de produção nacional (cf. Oliveira et alii, 1990). Entretanto, devido as condições adversas no mercado internacional resultante da superacumulação de capacidade ocorrida sobretudo a partir da segunda metade da década de 80 em nível mundial, o volume de investimento concretizado situa-se aquém do planejado, mas mesmo assim a expansão da capacidade de produção será significativa, conforme

ver o visto mais adiante.

A partir do exame das principais características atuais da estrutura de produção do setor, separando a produção de celulose de fibra curta da fibra longa e a de papel, pode-se concluir que o setor de papel e celulose no Brasil é um setor com elevado grau de concentração de produção e características de oligopólio concentrado, com descontinuidades tecnológicas, grande volume de capital e acesso garantido às matérias-primas. Na indústria brasileira de papel e celulose, esses elementos característicos do oligopólio estão se acentuando com o avanço da integração entre a produção de papel e de celulose que se acelerou a partir da década de 70 (ver Oliveira, 1990 ; Zaven, 1986).

2.2. O Papel do Aprendizado Tecnológico Local e o Grau de Capacitação Tecnológica nas Áreas Florestal e Industrial.

Na década de 60 e 70, o paradigma e as trajetórias tecnológicas da indústria de papel apresentava 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 (cf. capítulo 1). Assim, a transferência de tecnologia de copiação, branqueamento, fabricação de papel e tratamento de efluentes tornou-se relativamente facilitada. Vale lembrar que o impacto econômico do rejuvenescimento do paradigma e das trajetórias tecnológicas intensificou-se somente a partir da década de 80 (cf. capítulo 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: Zaven, 1986).

Apesar do grau de maturidade atingido pelo paradigma tecnológico da indústria do papel, a constituição e descobrimento da trajetória tecnológica baseada na madeira de fibra curta engendrou novos "trade-offs" (14) entre os parâmetros técnico-

(14) "(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. Santos Filho, 1991, p. 21-2).

economicos tanto na area florestal quanto na area industrial, requerendo o desenvolvimento de conhecimentos tacitos e especificos a aplicacao da tecnologia predominante.

Na area florestal, devido as condicoes edafo-climaticas serem especificas a regiao onde se localiza a planta industrial da firma e as caracteristicas intrinsecas dos generos de madeira de coniferas e de folhosas (resistencia a pragas, capacidade de rebrotamento, de crescimento, de uniformidade, etc.), os inexoraveis componentes tacito e especifico sao significativos. O nivel desses componentes inviabilizava a transferencia integral da tecnologia florestal de coniferas (fibras longas) e a aplicacao especifica desta tecnologia a constituicao de florestas de folhosas (fibra curta) no Pais. Assim sendo, o aprendizado tecnologico local, ao nivel da firma e do Pais, foi fundamental para viabilizar a adaptacao, aperfeiçoamento e criacao de tecnologia florestal, especialmente do eucalipto e do pinus, possibilitando a constituicao de florestas desses generos de madeira com elevada produtividade e uniformidade.

A madeira de fibra curta possui propriedades fisicas, quimicas e morfologicas significativamente distintas da madeira de fibra longa (ver Colodette, 1989), sendo talvez a principal o comprimento medio das fibras que resulta em baixa resistencia mecanica ao rasao e a tracão. Desta maneira, a adaptacao e aperfeiçoamento da tecnologia de processos quimicos convencionais (kraft, sulfito, etc.) para a producao de pastas e

Papel a base de madeiras de fibra curta requeria também o aprendizado tecnológico local, tácito e específico.

O que tornava também indispensável é 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 norte-americanos não terem interesse, na época, em celulose de folhosas, considerando-a de baixa qualidade (cf. Haselein & Rezende).

Segundo SODIO 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: (a) 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); (b) 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 convenio 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 Filão). 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 industrial foi um resultado do esforço coletivo empreendido pela 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 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 difusão de inovações originais (ver Soto B., 1991).

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 da taxa de crescimento da produtividade florestal e a mudança tecnológica nos métodos de colheita, branqueamento, 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 industrial 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 exportação de celulose e papel de fibra curta utilizando-se o eucalipto como principal fonte de matéria-prima (cf. Oliveira et alii, 1990).

A mudança tecnológica em nível mundial provavelmente aumentará o componente tácito e específico do conhecimento tecnológico na área florestal e industrial. A utilização da biotecnologia deverá ser adaptada às condições edafo-climáticas 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 a nível de pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento experimental, levando-se em conta as

significativas diferenças físicas, químicas e morfológicas das matérias-primas fibrosas. Na fabricação do papel, devido a possibilidade e em alguns casos a necessidade de maiores combinações de bastas, de inorgânicos, o aprendizado tecnológico local também será fundamental.

Quanto a 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 ao produzido no exterior. Ademais, os centros e laboratórios de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias 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 técnico (15) o que significa o conhecimento do processo produtivo ao nível de "know how" e ainda, o relacionamento das empresas de bens de capital com as empresas da indústria brasileira do papel e de caráter apenas mercantil.

Além das filiais das líderes mundiais de equipamentos e sistemas, duas grandes firmas de engenharia, a Yaako Povy Engenharia Ltda e a Natron Simons, prestam serviços que compreendem desde os estudos de viabilidade econômica até a engenharia de projeto básico e detalhado da planta industrial. A principal função destas firmas é otimizar o uso da tecnologia disponível. As firmas de engenharia também procuram manter um relacionamento apenas 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 elevação do rendimento na polpação através do aperfeiçoamento de processos químicos ou adoção de novos processos mecânicos de alto rendimento.

(15) 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 o "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. Santos Filho, Cap. 3, p. 158).

branqueamento sem cloro ou seus compostos (com oxigênio, peróxido de hidrogênio e ozônio) e tratamento de efluentes com sistema anaeróbico (totalmente fecnado).

O ritmo do progresso técnico é maior no desenvolvimento do processo de branqueamento da celulose de fibra curta com oxigênio e aperfeiçoamento de processos químicos convencionais do que no desenvolvimento da tecnologia de polpação e branqueamento de pastas de alto rendimento. Os condicionantes básicos que explicam essa diferença de ritmo são três, a saber: a) a elevada vantagem competitiva representada pela elevada produtividade florestal; e b) os elevados riscos de adotar ou desenvolver a tecnologia de produção de pastas de alto rendimento utilizando-se os novos processos mecânicos e c) 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. capítulo 1).

Em suma, o aprendizado tecnológico local, tácito e específico, foi fundamental para o desenvolvimento da tecnologia de produção da matéria-prima fibrosa de fibra curta e de fibra longa, levando-se em conta que os desafios técnicos são específicos a cada firma. Como resultado de sua estratégia tecnológica (ofensiva) e da presença do núcleo do progresso técnico no País, atualmente as firmas líderes do setor possuem capacidades tecnológicas de operação, investimento e de inovações maiores, na área florestal. Por outro lado, devido a constituição

e descobrimento da trajetória da madeira de fibra curta. novos "trade-offs" surgiram na área industrial (resistência mecânica ao rasgo e à tração versus alvura, opacidade, rugosidade, distribuição uniforme na folha do papel, absorvência, entre outros), requerendo o desenvolvimento de conhecimentos tácitos e específicos. Portanto o aprendizado tecnológico local específico também foi fundamental para a viabilização técnica e econômica da utilização do eucalipto como principal fonte de matéria-prima fibrosa na produção de celulose e papel do País. Ou seja, como a tecnologia de polpação, branqueamento e fabricação de papel foi desenvolvida para utilizar as madeiras de fibras longas, foi preciso adaptar e desenvolver os processos químicos convencionais. De modo geral, atualmente as firmas líderes da indústria do papel no Brasil, na área industrial, possuem a capacidade tecnológica de operação, sendo a capacidade de investimento responsabilidade das firmas de engenharia e a capacidade de inovações maiores de domínio e controle das firmas do segmento de bens de capital sob encomenda.

2.3. Organização e Dinâmica Industrial.

2.3.1. Evolução física da produção nacional de pastas e papel.

Do ponto de vista da produção física, a década de 80 correspondeu ao período de consolidação e de maturidade da indústria de pasta e papel, tornando o País não só auto-suficiente, mas também grande exportador de pasta e papel.

As taxas de crescimento anual apresentada a partir de 1960 desacelerou em relação a década de 70, como resultado de um período de paralisação dos investimentos na indústria e gradativo esgotamento da capacidade produtiva instalada na década de 70 (cf. Zaven, 1986).

Não obstante, mesmo assim verifica-se que, na década de 80, a produção nacional de pasta, com exceção de 1981, cresceu de forma persistente acumulando índice de crescimento físico de 154% no período, evidenciando o elevado dinamismo da indústria nacional do papel, tendo em vista a profunda crise econômica do período.

Nem disso, observa-se que a taxa de crescimento da produção de pasta de alto rendimento (193%) é superior ao da celulose (151%) (Tabela 2.1). As razões básicas que explicam esse maior dinamismo seriam: i) esgotamento da capacidade instalada dos grandes projetos de celulose implantados na fase anterior; ii) paralisação dos investimentos em projetos de grande porte para produção de celulose; iv) início de operação de plantas industriais de pasta de alto rendimento de grande e médio porte - Pisa no Paraná e Cia Melhoramentos em São Paulo - utilizando nova tecnologia de processo, o termomecânico.

Por outro lado, constata-se que a estratégia de diversificação de produtos seguiu a ampliação da linha de pasta de maior valor agregado. A produção de celulose fibra longa branqueada cresce mais do que a não branqueada. Já a produção de

celulose de fibra curta branqueada não só cresceu mais do que a não-branqueada, como esta teve crescimento negativo.

TABELA 2.1 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO FÍSICA DE PASTAS - 1980 - 1990(em %)

Ano	Celulose						Total	Alto	Total		
	Fibra Longa			Fibra Curta						Rendimento	Geral
	Brano.	N.Brano.	Soma	Brano.	N.Brano.	Soma					
1980	100	100	100	100	100	100	100	100			
1981	124	94	92	97	96	97	97	97			
1982	161	97	106	102	87	99	101	100			
1983	176	108	118	115	56	102	106	105			
1984	183	114	124	124	78	115	117	116			
1985	190	132	140	124	61	111	118	120			
1986	194	141	148	129	61	115	124	126			
1987	181	150	154	131	68	118	128	131			
1988	179	162	164	134	69	120	132	135			
1989	190	158	162	141	79	128	137	141			
1990	203	148	155	142	83	129	136	141			
1991	210	152	160	167	77	148	151	154			

Fonte : Relatório Estatístico da Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose - ANFPD(1991).

Apesar do índice de crescimento, no período de referência, ser menor que o do período anterior e o das pastas, a produção nacional de papel também apresentou elevado dinamismo (146.2%). As categorias de papel mais dinâmicas foram : impressão (197.3%) e para fins sanitários (180.7%). Por outro lado, os papéis para escrever (110.4%) e especiais (96.5 %) tiveram o pior desempenho (Tabela 2.2).

O dinamismo da produção de papel de impressão deve-se a difusão dos equipamentos de base microeletrônica como computadores, impressoras convencionais, a laser, aparelhos de fax, dentre outros, no País e no exterior. Já o dinamismo da produção de papéis para fins sanitários deve-se a base inicial

ser relativamente pequena, a inovação e difusão de novos produtos a preços acessíveis e a mudança no padrão de consumo quanto a higiene pessoal.

Como o consumo "per capita" é muito inferior aos níveis encontrados nos países desenvolvidos, estima-se uma tendência de crescimento do consumo de papéis a medida em que avança o processo de desenvolvimento econômico.

TABELA 2.2 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO FÍSICA DE PAPEL - 1980 - 1991 (em %)

ANO	Categorias de Papel						TOTAL
	! Impressão !	! Escrever !	! Embalagem !	! Fins Sanitários !	! Cartas/Cartoílinas !	! Especiais !	
1980	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1981	102.1	97.7	88.5	98.5	85.3	88.3	92.3
1982	116.1	83.3	97.2	105.6	89.4	99.6	99.0
1983	116.5	94.6	100.4	110.9	87.2	93.9	101.6
1984	126.5	109.5	110.6	118.3	93.9	95.4	111.3
1985	153.2	112.1	112.9	124.2	108.5	87.1	119.6
1986	181.9	109.0	129.1	126.9	118.3	107.5	134.6
1987	196.0	88.1	135.9	144.0	124.3	103.9	140.2
1988	196.3	90.8	136.4	157.4	106.0	93.8	139.3
1989	195.1	87.5	145.6	162.0	117.2	104.3	144.9
1990	186.3	104.2	136.5	174.0	111.5	92.3	140.3
1991	197.5	110.40	139.3	180.7	120.9	96.5	146.2

Fonte : ANEPC(1991).

Em suma, o traço característico na produção de pasta e papel, na década de 80, é a continuidade do processo de crescimento iniciado na década de 70, porém a um ritmo menor. Esse resultado, num contexto de crise econômica, evidencia o elevado dinamismo e maturidade da indústria brasileira do papel, bem como o êxito do desenvolvimento tecnológico local.

2.3.2. Matéria-prima, processos e produtos predominantes.

Devido a condições edafo-climáticas, a existência de grandes áreas, o desenvolvimento tecnológico local e a política de incentivos fiscais estabelecidos na década de 60, a área total reflorestada aumentou significativamente a partir da década de 70, sendo o eucalipto e o pinus os gêneros com maior taxa de crescimento anual e tornando-se as principais fontes de matéria-prima fibrosa no País. Da área total reflorestada existente em 31/12/1991, 814.831,8 ha ou 57,62% era constituída de eucalipto e 558.049,9 ha ou 39,46% era de pinus, perfazendo 1372881,7 ha ou 97,08 % do total (Tabela 2.3).

Com efeito, no País a principal matéria-prima de fibra curta utilizada na produção de pasta química em 1980 e 1991 foi o eucalipto que aumentou sua participação relativa de 86,86% para 96,97%, respectivamente, em detrimento da gmelina e de outros tipos de matéria-prima fibrosa. Atualmente a participação relativa do bagaço de cana enquanto fonte de matéria-prima é desprezível. Todavia, representa uma fonte alternativa não-madeira de grande potencial de utilização (Tabela 2.4).

De outro lado, a principal matéria-prima de fibra longa utilizada na produção de pasta química é o pinus que praticamente mantém sua participação relativa: de 94,5 % decresceu ligeiramente para 93,34 %. O bambu é outra fonte alternativa de matéria-prima fibrosa não-madeira (cf. capítulo 1).

TABELA 2.3 - AREA TOTAL REFLORESTADA EXISTENTE EM 31/12/91(POR ANO DE PLANTIO EM HA)

Ano de Plantio	Generos						Total
	Eucalipto	Pinus	Araucaria	Gmelina	Acacia	Outros	
1943-1967	15049.0	11794.7	7886.2	0.0	0.0	2033.1	36763.0
1968	2765.6	7213.6	797.0	0.0	0.0	351.8	11128.0
1969	4716.0	10295.3	301.0	0.0	0.0	291.0	15603.3
1970	5068.7	14613.7	688.1	271.2	0.0	974.4	21616.1
1971	10669.0	22691.7	1125.8	0.0	2.5	458.9	34947.9
1972	14626.6	17120.2	1777.5	0.0	0.0	224.5	33748.8
1973	9681.0	18062.4	1374.1	0.0	0.0	485.7	29603.2
1974	15774.5	22211.1	927.1	0.0	0.0	374.6	39287.3
1975	21080.1	27265.6	778.9	0.0	0.0	203.4	49328.0
1976	25931.6	27888.2	964.9	0.0	0.0	240.2	55024.9
1977	26484.8	19294.5	821.2	0.0	0.0	715.3	47315.8
1978	29125.4	21344.2	970.9	0.0	0.0	131.0	51571.5
1979	20703.1	27241.0	698.5	0.0	0.0	161.5	48804.1
1980	21617.5	23394.3	395.7	0.0	0.9	193.6	45602.0
1981	33893.3	27187.6	187.6	19.0	34.2	88.8	61410.5
1982	38250.3	24784.7	225.9	246.0	0.0	289.6	63796.5
1983	33565.3	29725.8	170.7	172.0	0.0	136.2	63770.0
1984	32469.8	34539.7	89.2	0.0	183.9	113.8	67376.4
1985	47878.9	28953.1	131.8	138.0	296.1	109.2	77507.1
1986	47028.4	30820.8	121.4	130.0	864.2	129.1	79093.9
1987	53885.5	27460.8	86.5	1076.0	754.6	161.0	83424.4
1988	68573.4	25647.1	160.6	4281.0	307.3	165.8	99135.2
1989	90674.4	22283.6	98.3	1532.0	119.1	177.4	114884.8
1990	85024.2	22397.2	0.0	1580.0	61.6	185.5	109248.5
1991	60295.4	13819.0	0.0	0.0	0.0	118.9	74233.3
Total	814831.8	558049.9	20778.9	9445.2	2624.4	8514.3	1414244.5

Fonte : ANFFPC(1991).

TABELA 2.4 - PRODUÇÃO BRASILEIRA DE PASTA QUÍMICA POR TIPO DE MATÉRIA-PRIMA FIBROSA - 1980 - 1991

Tipo de Matéria-Prima Fibrosa	1980		1991	
	Qt	%	Qt	%
Fibra Curta	1989472	100.00	3057088	100.00
Eucalipto	1727997	86.86	2964938	96.67
Gmelina	222607	11.19	76089	2.43
Bagaco de Cana	14760	0.74	26061	0.85
Outros	24108	1.21	0	0.00
Fibra Longa	729122	100.00	1208421	100.00
Pinheiro	689058	94.50	1127980	93.34
Araucaria	0	0.00	8977	0.49
Bambu	25804	3.54	45162	3.74
Sisal	9900	1.36	27704	2.29
Lintar	1608	0.22	1432	0.12
Outros	2752	0.38	166	0.01

Fonte : ANFFPC(1980 e 1991).

Os plantios e reformas programados até o ano 2000 permitem concluir que a área total reflorestada aumentará, a uma média de 32.964,67 ha por ano. Esta variação é aproximadamente a metade daquela do período 68/91 que foi de 57.395,06 ha por ano (Tabela 2.5).

Outro traço característico do período é o fato das áreas a serem reformadas serem superiores às do plantio. Portanto é evidente que o aumento da produção de matéria-prima ocorrerá mais por reflorestamento do que por florestamento. O estoque provável no ano 2000 relativo a área plantada será de 296.682 ha, a qual representa 34,69% do total, enquanto o estoque relativo à área reformada será de 558.342 ha, ou seja, 65,30%.

Existem perspectivas de escassez de matéria-prima fibrosa ao final do ano 2000 como resultado da expansão da indústria e a falta de investimentos na constituição da base florestal, através de novos plantios.

Dado que 76,89% de plantios e reformas são de eucalipto e 22,99% de pinus, então pode-se inferir que ambos os gêneros de madeira continuarão a ser as principais fontes de matéria-prima fibrosa no País. Apesar do pinus continuar a ser matéria-prima relevante não resta dúvida de que o eucalipto será o predominante.

Na produção de pasta química o processo dominante é o processo sulfato, o qual elevou sua participação de 90,05% para

TABELA 2.5 - PLANTIOS E REFORMAS PROGRAMADOS ATÉ O ANO 2000 (POR ANO EM HA) - 1992
- 2000

Ano	Plantios			Reformas			Total Geral
	Eucaliptos	Pinus	Outros	Eucaliptos	Pinus	Outros	
1992	38236,0	12536,0	--	44564,0	2480,0	--	97866,0
1993	30408,0	12186,0	80,0	52460,0	9451,0	--	104585,0
1994	29826,0	15386,0	80,0	45966,0	7460,0	--	97718,0
1995	29929,0	15386,0	80,0	50395,0	9124,0	--	104914,0
1996	21626,0	13536,0	100,0	52683,0	8831,0	62,0	96838,0
1997	16855,0	11336,0	100,0	60194,0	12786,0	62,0	99333,0
1998	7094,0	11336,0	100,0	56593,0	10720,0	62,0	85905,0
1999	5963,0	11336,0	100,0	55250,0	10669,0	62,0	83380,0
2000	4581,0	11336,0	100,0	57737,0	10669,0	62,0	84485,0
Total	181568,0	114374,0	740,0	475842,0	82190,0	310,0	855024,0

Fonte : ANFPC(1991).

93,98%. O processo soda e sulfito perdeu participação e o processo cal aumentou sua participação (Tabela 2.6).

TABELA 2.6 - PRODUÇÃO BRASILEIRA DE PASTAS QUÍMICAS E SEMIQUÍMICAS POR TIPO DE PROCESSOS - 1980 - 1991

Tipo de Pasta e Processos	1980		1991	
	Ot	%	Ot	%
Pasta Quimica	2718594	100,00	4275809	100,00
Sulfato	2448100	90,05	4018086	93,98
Soda	214778	7,90	225286	5,27
Sulfito	53716	1,98	22153	0,52
Cal	2000	0,07	9984	0,23
Pasta Semiquimica	154102	100,00	71011	100,00
Sulfato	81991	53,21	0	0,00
Soda	54623	35,45	40856	57,53
Cal	12323	7,99	17396	24,50
Sulfito Neutro	5165	3,35	12759	17,97

Fonte : ANFPC(1980 e 1991).

Já na produção de pasta semiquímica, o processo soda foi o mais relevante, aumentando de 35,45% para 57,53%. O processo cal veio em segundo lugar e aumentou sua participação relativa de

7.99% para 24.50%. Por fim o processo sulfito neutro elevou sua participação de 3.35% para 17.97%. Este é promissor devido à adição de entraquinona para catalisar a soltura das fibras.

A produção de pasta química representa mais de 90% do total de pastas produzida no País. Assim, no País o principal processo de produção é o processo químico sulfato, seguindo o padrão mundial, devido a suas vantagens técnicas e econômicas.

Na produção brasileira de pasta de alto rendimento utilizam-se os processos mecânicos da linha do desfibrador de pedra e os processos mecânicos da linha do desfibrador de disco ou de refinadores (TMP, CMP E CTMP)(cf. Tabela 2.7).

Desde o início dos anos 80, observa-se o crescimento do uso de processos mecânicos de refinadores. A Companhia Melhoramentos em 1982 iniciou a produção de TMP para produção de papel para fins sanitários. Em 1984, a Fisa começou a produção de TMP para utilizar na fabricação de papel imprensa. Por fim, em 1992, a Inpapel iniciou a produção de CTMP para produção de papel de imprimir/escrever com e sem revestimento.

Devido a base inicial ser relativamente pequena, o aumento de utilização da capacidade instalada da Melhoramentos e da Fisa implicou um crescimento na produção de pasta mecânica de refinadores maior do que o da pasta mecânica convencional.

Com o esgotamento da capacidade de produção da Fisa e da Melhoramentos e a entrada em operação da Inpapel, é provável que

a produção de CTMP cresça a taxas maiores do que a da produção de TMP.

Portanto, nos anos 80 não houve apenas uma mudança quantitativa, mas sobretudo qualitativa, em nível tecnológico, com a introdução dos processos mecânicos de refinadores que situam-se na fronteira tecnológica. A perspectiva para a década de 90 é a elevação da produção de pastas de alto rendimento de refinadores, sobretudo CMP e CTMP.

TABELA 2.7 - PRODUÇÃO BRASILEIRA DE PASTAS DE ALTO RENDIMENTO POR TIPO DE PROCESSOS - 1982 - 1991

Ano	P. Mecânica Convencional		Pasta Mecânica de Disco/Refinadores							
	Mecânica de Pedra - Total		Químico-mecânica		Termo-mecânica		Químico-termo-mecânica		Total	
	Gt	%	Gt	%	Gt	%	Gt	%	Gt	%
1982	205165	100,00	-	-	5044	100,00	6177	100,00	11221	100,00
1983	192476	93,82	-	-	6309	125,08	9131	147,82	15440	96,09
1984	211888	103,28	-	-	17309	343,16	7904	127,96	25213	109,57
1985	251686	122,67	-	-	51383	1018,70	9444	152,89	60827	144,42
1986	276841	134,94	-	-	72259	1432,57	9230	149,43	81489	165,60
1987	300795	146,61	4783	100,00	77433	1535,15	7360	119,15	89576	180,40
1988	305458	148,88	10874	227,35	74222	1471,49	7134	115,49	92730	183,79
1989	322224	157,06	11041	230,84	89364	1781,60	3292	53,29	104197	197,06
1990	338161	164,82	6748	141,08	88564	1755,83	2982	48,28	98294	201,70
1991	331146	161,40	5526	115,53	93465	1852,99	1459	23,62	100450	895,20

Fonte: ANFPC(1991).

A composição da produção de papel, por categoria, não permanece estável ao longo do período 1980/1991. Nesse sentido, os papéis de imprimir, como consequência de seu maior crescimento, aumentara sua participação relativa de 20,64% no triênio 1980-1982 para 25,24% no triênio 1989-1991. Análogamente, os papéis para fins sanitários elevara sua participação de 7,20% para 9,27%. Os papéis para embalagem mantém sua participação

relativa de aproximadamente 46.5%. Por fim, no último caso, os papéis para escrever, papel para cartões/cartolinas e papéis especiais decrescem de 9.85%, 11.83% e 3.89% para 7.15%, 10.16% e 2.60%, respectivamente (Tabela 2.8).

Logo no período de referência, a categoria papel para embalagem liderou a produção brasileira de papéis, representando cerca de 46.50% do total da produção do período. Já os papéis para impressão e escrever representaram no conjunto, 32.39%, sendo os restantes 21.11% divididos entre as categorias cartões/cartolinas (10.16%), para fins sanitários (6.27%) e especiais (2.60%).

A dinâmica da composição da produção de pastas evidencia uma mudança tecnológica na indústria do papel. Ou seja, a elevação da participação relativa das pastas de alto rendimento que passou de 6.92 % para 9.59 % no total da produção nacional de pastas evidencia que a indústria brasileira do papel vem utilizando crescentemente processos mais eficientes na transformação da madeira em pastas, seguindo a tendência mundial, principalmente os novos processos mecânicos de refinadores.

TABELA 2.8 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA COMPOSIÇÃO DA PRODUÇÃO FÍSICA - 1980 - 1991 (por trimestre e em %)

Produtos	1980-1982	1983-1985	1986-1988	1989-1991
Papel	100.00	100.00	100.00	100.00
Imprimir	20.54	22.41	26.17	25.24
Escrever	9.95	9.71	7.10	7.15
Embalagem	46.68	46.36	46.13	46.50
Para fins Sanitários	7.20	7.33	7.14	8.27
Cartões/ Cartolinas	11.83	10.92	10.56	10.16
Especiais	3.89	3.27	2.70	2.60
Pastas	100.00	100.00	100.00	100.00
Celulose	93.00	92.84	90.57	90.41
Fibra longa	24.96	27.29	29.00	26.76
Fibra curta	68.12	65.55	61.57	63.65
Alto Rendimento	6.92	7.16	9.43	9.59
Convencional	6.38	5.60	7.23	7.34
Refinadores	0.54	1.56	2.20	2.24

Fonte : ANFPD(1991).

2.3.3. Distribuição geográfica da produção.

A distribuição por Estado da área reflorestada existente é assimétrica. Essa é função das condições edafo-climáticas, da disponibilidade de áreas e do desenvolvimento tecnológico local para adaptação de gêneros de madeira de coníferas e de folhosas. Em seis Estados brasileiros localizam-se 81.72% da área total reflorestada existente em 31/12/91: SP 21,15%, PR 18,81, BA 16,12%, SC 9,87%, MG 8,24% e ES 7,53% (cf. Tabela 2.9). O desenvolvimento tecnológico local é o principal determinante da desconcentração da produção florestal porque permite adaptar os gêneros de madeira às diferentes condições edafo-climáticas (ver

seção 2.3).

Outra característica da área total reflorestada reside na concentração de gêneros de madeira de coníferas nas regiões úmidas e frias e gêneros de folhosas em regiões quentes e secas. Nos Estados de RS, SC e PR estão localizados 60,5% da área total reflorestada de pinus. Por outro lado, SP, MG, ES e BA concentram 79,27% da área total reflorestada de eucaliptos. Pode-se concluir a partir desses fatos que devido às condições edafoclimáticas específicas a regiões e Estados, o componente tácito e específico é elevado, posto que, a tecnologia de adaptação e aperfeiçoamento de gêneros de madeira não pode ser comprada, mas precisa ser desenvolvida "in loco".

A viabilidade econômica de uma fábrica de pasta impõe um limite à distância média da fábrica à base florestal. Assim, a distribuição da produção de celulose segue de modo geral a distribuição da área total reflorestada. A constituição da base florestal antecede a implantação de fábrica de pasta, considerando seu longo período de maturação. Nesse sentido, os Estados que possuem grandes áreas (re)florestadas, mas que atualmente não são grandes produtores de pastas e papel, poderão tornar-se no futuro próximo.

Em 1991, cinco Estados concentravam 83,55% da produção de celulose, a saber: SP 30,43%, ES 18,78%, SC 13,14%, PR 12,16% e MG 7,04%. Vale lembrar que são os Estados onde se localizam aproximadamente 80% da área total reflorestada (Tabela 2.10).

TABELA 2.9 - AREA TOTAL REFLORESTADA EXISTENTE EM 31/12/91 (POR ESTADO EM HA)

Estado	Generos						Total
	Eucalipto	Pinus	Araucária	Gmelina	Acácia	Outros	
AP	4621.0	84922.0	0.0	0.0	0.0	0.0	89543.0
BA	178593.2	49438.1	0.0	0.0	0.0	0.0	228031.3
ES	106373.1	157.8	0.0	0.0	0.0	0.0	106530.9
MA	5217.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5217.0
MG	110262.4	3740.5	738.0	0.0	0.0	1833.1	116574.0
MS	21584.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21584.0
PA	17636.0	36591.0	0.0	9174.0	0.0	0.0	63401.0
PR	45153.1	203223.2	14581.5	0.0	0.0	3097.8	266055.6
RJ	4472.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4472.6
RS	54117.2	14592.7	1542.2	271.2	2624.4	981.5	74129.2
SC	16041.6	119828.9	3387.2	0.0	0.0	281.9	139539.6
SP	250760.6	45555.7	530.0	0.0	0.0	2320.0	299166.3
Total	814831.8	558049.9	20778.9	9445.2	2624.4	8514.3	1414244.5

Fonte : ANFFC(1991).

No período 1980/1991, observa-se que houve mudança na distribuição geográfica da produção de celulose. Os Estados que

TABELA 2.10 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA PRODUÇÃO DE CELULOSE - 1980 - 1991

Estado	1980		1991	
	Qt	%	Qt	%
São Paulo	973027	33.8	1322529	30.43
Espirito Santo	361280	12.5	816458	18.78
Santa Catarina	330071	11.4	571204	13.14
Paraná	377199	13.1	528323	12.16
Minas Gerais	292682	10.1	392954	9.04
Rio G. do Sul	203867	7.1	306291	7.05
Pará	222607	7.7	270004	6.21
Pernambuco	61252	2.1	57434	1.32
Bahia	14367	0.5	41002	0.94
Maranhão	24108	0.8	23194	0.53
Paraíba	5418	0.1	11933	0.27
Rio de Janeiro	4074	0.1	4526	0.10
Ceará	720	0.0	668	0.02
Rio Grande do Norte	2000	0.0	0	0.00
Alagoas	24	0.0	0	0.00
Total	2872696	100.0	4346520	100.00

Fonte : ANFFC(1980 e 1991).

aumentaram sua participação relativa na produção de celulose foram: Espírito Santo (passou de 12,5% para 18,78%), Santa Catarina (de 11,4% para 13,14%), Bahia (de 0,5% para 0,94%), Paraíba (de 0,1% para 0,27%) e Ceará (de 0,0 para 0,02). Os Estados que provavelmente aumentarão sua participação relativa são o Espírito Santo e a Bahia, considerando-se que a base inicial é pequena e sobretudo o porte dos projetos industriais que entraram em operação.

O condicionante fundamental da distribuição geográfica da produção de pastas de alto rendimento, além dos já citados no caso da produção de celulose, é a matéria-prima básica ser a madeira de coníferas ou de fibras longas. Como visto, as maiores reservas de florestas de coníferas localizam-se na região sul, o que explica a concentração da produção de pastas de alto rendimento localizar-se predominantemente nos Estados do Paraná (76,94%), Santa Catarina (13,48%), São Paulo (9,42%) e Rio Grande do Sul (0,16%) (Tabela 2.11).

No período 1980/1991, houve mudança na distribuição geográfica de produção de pastas de alto rendimento. Paraná e São Paulo aumentaram suas respectivas participações relativas, respectivamente, de 74,67% para 76,94% e de 8,87 % para 9,42 % , em detrimento do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Com a entrada em operação da Inpaci é provável que o Paraná aumente sua participação relativa ainda mais.

Sob o ponto de vista da base florestal, os Estados que, em

princípio, teriam maior potencial de crescimento na produção de pasta de alto rendimento seriam Paraná, Santa Catarina, Amapá, Bahia, São Paulo e Pará. Além disso, nestes Estados também existe grande potencial de difusão de novos processos da linha do desfibrador a disco (CMP, TMP, CTMP), considerando-se que a matéria-prima básica é a madeira de coníferas. Este potencial já começa a ser explorado pela Melhoramentos em SP e pela Pisa e Inocel no Paraná.

TABELA 2.11 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA PRODUÇÃO DE PASTAS DE ALTO RENDIMENTO - 1980 - 1991

Estado	1980		1991	
	Qt	%	Qt	%
Paraná	166977	74.69	332052	76.94
Rio Grande do Sul	568	0.25	700	0.16
Santa Catarina	36199	16.19	58190	13.48
São Paulo	19825	8.87	40654	9.42
Total	223569	100.00	431596	100.00

Fonte : ANFFPC(1980 e 1991).

Devido à tendência de integração vertical a montante e a jusante, os determinantes fundamentais da distribuição geográfica da produção de papéis são os mesmos que o da produção de pasta: i) o tipo de matéria-prima fibrosa utilizada; ii) a disponibilidade de base florestal; iii) a tradição na produção de determinada categoria de papel e iv) o destino da produção (Tabela 2.12).

No período 1981/1991, verifica-se que houve também mudança na distribuição geográfica da produção de papéis.

Primeiro, na produção de papéis de impressão os Estados que aumentaram sua participação relativa foram SP (de 67,67% para 68,21%), PR (de 21,96% para 26,84%), RS (de 0,29% para 1,20%) e PA (de 0,00% para 0,14%) (Tabela 2.12). Com a entrada em operação de novos projetos industriais, é provável que SP, PR e BA elevem sua participação relativa (ver seção 2.6). Na produção de papel de imprimir é usada celulose de fibra longa ou fibra curta. Contudo, no futuro próximo, com o avanço tecnológico a nível mundial e o aprendizado local, será possível e vantajoso utilizar maior proporção de pasta de alto rendimento de coníferas e de folhosas.

Segundo, a distribuição de papéis para escrever também muda. Os Estados que aumentaram sua participação relativa foram PR e RS, os quais passaram, respectivamente, de 2,55% para 12,98% e 0,26% para 5,78%. Nesse caso, SP perdeu participação relativa de 86,79% para 77,53%. Não obstante, é provável que, na década de 90, SP junto com PR elevem sua participação, devido à operação dos novos projetos industriais recentemente implantados.

Terceiro, a distribuição de papéis para embalagens concentrou-se nos Estados do PR, SC, MG, RS, BA, PB, PA, ES, SE. Em 1981, apenas quatro Estados (SP, PR, SC e PE) produziam no conjunto 83,44% e, em 1991, quatro Estados (SP, PR, SC e MG) produziam 84,83%.

Quarto, a distribuição de papel para fins sanitários desconcentrou-se no período de referência. Em 1981 dois

Estados (SP e RJ) produziam 79.96% e, em 1991, quatro Estados (SP, RJ, PR e SC) foram responsáveis por 82.51% do total. Não obstante, com a entrada em operação dos novos projetos industriais para produção de papel para fins sanitários, essa tendência deverá ser revertida.

Quinto, a distribuição da produção de papel cartão/cartolina desconcentrou-se, com os dois Estados (SP e PR) que detinham em 90.72% em 1981 passando a deter 85.79% em 1991.

Por fim, a distribuição da produção de papéis especiais desconcentrou-se no período, levando-se em conta que em 1981, dois Estados (SP e RJ) produziam 82,58% e, enquanto em 1991, os mesmos passaram a produzir 80.4 %. A entrada em operação de novos projetos industriais, entretanto, provavelmente aumentará novamente a concentração da produção de papéis especiais (ver Seção 2.5).

Em suma, o aspecto mais relevante na distribuição geográfica da produção de papel é o fato de estar havendo um processo de desconcentração da produção para todas as categorias de papel, de SP para outros Estados que possuem base florestal. Esta tendência é resultado e ao mesmo tempo possui implicações sobre o aprendizado tecnológico local, tácito e específico, ao nível das empresas e do País, é resultado porque foi graças ao desenvolvimento tecnológico local que foi possível adaptar, aperfeiçoar e criar tecnologia de constituição de florestas uniformes e de elevada produtividade. Ao mesmo tempo tem

implicações porque a necessidade de constituição de florestas de coníferas e de folhosas em novas regiões implica resolver problemas locais.

TABELA 2.12 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA PRODUÇÃO DE PAPEIS - 1981 - 1991(em %)

Estado	Impressão		Escrever		Embalagens		Para Fins Sanitários		Cartões e Cartolinas		Especiais	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
	SP	67,67	68,21	86,79	77,53	30,67	23,93	69,01	56,87	73,09	68,82	71,79
PR	21,96	26,84	2,55	12,98	22,90	25,61	0,61	7,48	16,63	16,97	6,93	10,33
SC	1,01	0,65	0,04	0,00	23,88	29,43	5,11	6,36	8,81	7,61	0,00	1,72
RJ	7,44	2,17	8,21	3,14	4,54	3,46	10,95	11,80	0,51	0,31	10,79	18,93
MG	1,46	0,80	2,15	0,56	4,46	5,86	6,02	5,78	0,00	0,07	5,46	0,00
RS	0,29	1,20	0,26	5,78	2,27	2,93	4,43	4,26	0,53	0,75	5,03	3,53
PE	0,00	0,00	0,00	0,00	5,99	4,11	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	3,13
BA	0,17	0,00	0,00	0,00	1,58	2,19	2,02	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00
MA	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71	0,34	0,00	0,00	0,00	5,39	0,00	0,00
PB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	1,11	0,59	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00
PA	0,00	0,14	0,00	0,00	0,14	0,29	1,24	1,59	0,00	0,00	0,00	0,79
GO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00
ES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,14	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,08
CE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,08	0,00	0,00	0,42	0,09	0,00	0,00
SE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte : ANFPC(1981 e 1991).

2.3.4. Composição da indústria.

A indústria brasileira do papel é constituída de três segmentos: produtores de pasta, produtores integrados de pasta-papel e produtores não-integrados.

Em função do volume de investimento necessário, nos dois primeiros segmentos predominam grandes grupos empresariais. As economias de escala e a necessidade da produção integrada tornam o nível de investimento muito alto. Já no grupo dos

produtores não integrados, atuam empresas em sua grande maioria de pequeno e médio porte, cuja atividade básica é o reaproveitamento de papel.

Em 1989, a indústria era composta de 170 empresas que operavam 236 unidades industriais e possuíam 1,3 milhões de hectares de reflorestamentos próprios, principalmente de eucalipto e pinus. Do total de empresas, 46 eram integradas, 98 só fabricavam papel, 20 pastas mecânicas de madeira e 6 dedicavam-se exclusivamente à produção de celulose (Tabela 13).

TABELA 2.13 - COMPOSIÇÃO DA INDÚSTRIA DE PASTAS E PAPEL - 1989

Itens	Número de Empresas	Volume de Produção (1000 Toneladas/ano)		
		P. Alto Rendimento	Celulose	Papel
Pastas e Papel	46	419	2606	3282
Papel	98	-	-	1525
Pastas	20	36	-	-
Celulose	6	-	1363	-
TOTAL	170	455	3969	4807

Fonte: ANFPE(1989). In: Oliveira et alii, 1990.

2.3.5. Barreiras à entrada e padrões de concorrência.

O Estado Nacional teve papel decisivo e ativo na constituição das barreiras à entrada, atualmente presentes na indústria brasileira do papel, à medida em que condicionava a concessão de benefícios fiscais e a liberação de créditos oficiais somente para projetos de investimento que atendessem aos requisitos de escala mínima e integração vertical a montante com

a base florestal (ver a respeito Soto B., 1991).

Como resultado disso, a indústria brasileira do papel apresenta características de oligopólio concentrado, com elevadas barreiras à entrada, cujas principais fontes são a existência de significativas economias de escala de produção e distribuição e de vantagens absolutas de custos basicamente provenientes da constituição de base florestal própria a partir do aproveitamento dos incentivos fiscais (ver Zaven, 1986).

As economias técnicas de escala estimulam e pressionam a crescente concentração técnica da produção. Esta é a principal fonte de liderança de mercado na produção de pastas e papel. Nesse sentido, as maiores produtoras de celulose (Aracruz, Klabin, Celbav) estão instalando e/ou operam fábricas com capacidade de produção de mais de 500 mil toneladas/ano de celulose. Por outro lado, no segmento do papel, as maiores empresas possuem capacidade de produção de mais de 200 mil toneladas/ano, conforme será visto mais adiante.

Além disso, atualmente, a maior parte da produção de pastas está integrada com a produção florestal, ou seja, 77,67% da produção de pasta fundamenta-se em produção própria de matéria-prima fibrosa (Tabela 2.14). Não obstante, no sentido de garantir o suprimento de matéria-prima, mesmo as empresas que possuem grandes reservas florestais adotam a política de complementar a produção própria com a compra de terceiros e procuram aumentar a produtividade e qualidade da base florestal via esforços de

pesquisa e desenvolvimento.

A integração vertical a jusante na produção de pastas, além de ser vantajoso, também é condição de sobrevivência e/ou

TABELA 2.14 - GRAU DE INTEGRAÇÃO VERTICAL A MONTANTE NA PRODUÇÃO DE PASTAS - 1991(em st/cc)

Gênero	Próprio		Terceiros		Total	
	V.Abs.	V.Rel.	V.Abs.	V.Rel.	V.Abs.	V.Rel.
Eucaliptos	5104354.2	79.44	3909870.3	20.56	19014224.5	100.00
Pinus	8344588.7	73.07	3075434.4	26.93	11420023.1	100.00
Gmelina	937241.0	100.00	0,0	0.00	937241.0	100.00
Acácia	76855.0	53.35	67206,0	46.65	144061.0	100.00
Araucária	72680.1	94.23	4448.1	5.77	77128,2	100.00
Doutros	15763.0	100.00	0,0	0.00	15763.0	100.00
Total	24551482.0	77.67	7056958,8	22.33	31608440.8	100.00

Fonte : ANFPC(1991).

de crescimento das empresas. Isso porque reduz custos de secagem da pasta, de estocagem e de transporte, adiciona valor ao produto primário e ainda permite estabilizar a demanda. Tais vantagens ficam reforçadas pelo fato do equipamento de secar a pasta equivaler ao preço da máquina de papel. Em geral, o consumo próprio de pasta aumentou de 51.96% para 56.07%, de 1980 para 1991, respectivamente (Tabela 2.15).

No período 1980/1991 verifica-se a continuidade de uma modificação da estrutura da demanda final em direção ao mercado externo, iniciado a partir da década de 70, em função do I PNPC. Este viabilizou a implantação de fábricas de celulose de tamanho similar ao padrão internacional e integradas com a base florestal. Com a crise dos anos 80, o mercado externo tornou-se

fundamental para a efetivação do potencial de crescimento da indústria brasileira do papel.

TABELA 2.15- GRAU DE INTEGRAÇÃO VERTICAL A JUSANTE NA PRODUÇÃO DE PASTAS E A MONTANTE NA PRODUÇÃO DE PAPEL - 1980-1991

Destino	1980		1991	
	Qt	%	Qt	%
Consumo Próprio	1603842	51.96	2663783	56.07
Fibra Longa	687528	90.43	1017363	84.18
Branqueada	64983	60.86	61913	27.76
Não-branqueada	622545	95.26	955450	96.95
Fibra Curta	736491	35.01	1275889	40.95
Branqueada	487789	29.45	968725	34.87
Não-branqueada	248702	35.59	307164	90.91
Alto Rendimento-PAR	179823	80.65	370531	86.86
Vendas no Mercado Doméstico	677889	21.96	718746	15.13
Fibra Longa	70741	9.30	108249	8.96
Branqueada	40530	37.96	78535	35.21
Não-branqueada	30211	4.62	29714	3.01
Fibra Curta	565917	26.90	563116	18.07
Branqueada	487246	29.42	544904	19.62
Não-branqueada	78671	17.59	18212	5.39
Alto Rendimento-PAR	41231	18.49	47381	11.11
Vendas no Mercado Externo	804992	26.08	1368309	28.80
Fibra Longa	2032	0.27	82970	6.86
Branqueada	1269	1.19	82614	37.04
Não-branqueada	763	0.12	356	0.04
Fibra Curta	801058	38.08	1276669	40.98
Branqueada	681121	41.13	1264175	45.51
Não-branqueada	119937	26.81	12494	3.69
Alto Rendimento-PAR	1902	0.85	8670	2.03
Total	3086723	100.00	4750838	100.00

Fonte : ANFPC(1980 e 1991).

A tendência de integração vertical a jusante na produção de pasta, visando obter maior margem de lucro e estabilidade da demanda, explica o crescimento da participação do consumo próprio na fabricação de pasta, a qual passou de 51,96 % para 56,07 %, em detrimento das vendas ao mercado doméstico, o qual passou de 21,96% para 15,13 %. A única exceção é a celulose de fibra longa branqueada, cujo consumo próprio diminuiu de 60,86% para apenas 27,76%, em direção ao mercado externo, que aumentou de 1,19% para 37,04% (Tabela 2.15).

No período 1980/1991, observa-se também modificação na estrutura da demanda de papéis em direção ao mercado externo, em detrimento do mercado interno e/ou do consumo próprio (cf. Tabela 2.16).

Há que se ressaltar que as tendências no tocante à integração vertical a jusante na produção de papel não são de caráter universal. Em quatro categorias de papel há na realidade desverticalização e em duas outras verticalização.

As categorias de papel para escrever e especiais elevaram o seu consumo próprio. Já as categorias de papel que buscam o mercado externo foram papel de impressão, escrever, embalagem, cartões/cartolinas e especiais. Ao contrário, a categoria papel para fins sanitários foi a única que buscou atender somente o mercado interno em detrimento do mercado externo. Todavia, é provável que, dados os excessos de oferta em relação à demanda, a operação dos novos projetos de investimento e a constituição do

Mércosul, a estrutura da demanda muda em direção ao mercado Latino Americano. Vale lembrar que a relação peso/volume desfavorável dos papéis para fins sanitários torna inviável a exportação a longas distâncias.

TABELA 2.16 - GRAU DE INTEGRAÇÃO VERTICAL A JUSANTE NA PRODUÇÃO DE PAPEL - 1980 - 1991

Destino	1980		1991	
	Qt	%	Qt	%
Consumo Próprio	540549	16.24	754477	15.32
Impressão	15511	2.46	5640	0.46
Escrever	7436	2.18	18405	4.73
Embalagem	510700	32.31	712606	31.49
Para Fins Sanitários	10	0.00	78	0.02
Cartões e Cartolinas	4241	1.02	4258	0.04
Especiais	2651	2.00	13490	10.65
Vendas no Mercado Doméstico	2612210	78.49	3143372	63.84
Impressão	552336	87.54	875496	71.68
Escrever	256713	75.30	217522	55.95
Embalagem	1065171	67.39	1110412	49.07
Para Fins Sanitários	221420	96.99	411009	98.54
Cartões e Cartolinas	391023	94.29	422233	83.33
Especiais	125547	94.72	106700	84.24
Vendas no Mercado Externo	175224	5.27	1025723	20.83
Impressão	63080	10.00	340280	27.86
Escrever	76787	22.52	152876	39.32
Embalagem	4700	0.30	439906	19.44
Para Fins Sanitários	6851	3.00	6000	1.44
Cartões e Cartolinas	19453	4.69	80190	15.83
Especiais	4353	3.28	6471	5.11
Total	3327983	100.00	4923572	100.00

Fonte : ANFFPC(1980 e 1991).

2.4. Inserção Internacional.

2.4.1. No mercado mundial por linha de produto.

Em termos físicos, a partir de 1975, a exportação é maior do

que as importações de pastas, mudando a inserção da indústria nacional no mercado internacional, como evidência do êxito do I PNPC e do desenvolvimento tecnológico local, tácito e específico, da tecnologia florestal e industrial, sobretudo do eucalipto.

A celulose de fibra curta de eucalipto é o principal produto de exportação do segmento de pastas, representando em 1991, 93,30% do total das exportações de pastas. Esta foi seguida pelas exportações de celulose de fibra longa basicamente feita de pinus (6,06%), e pela pasta de alto rendimento (0,63%) (cf. Tabela 2.17).

Para a década de 90 as perspectivas são de continuidade do crescimento das exportações de celulose de fibra curta de eucalipto, à medida em que aumente o grau de utilização da capacidade instalada dos projetos implantados no contexto do II Plano Nacional de Papel e Celulose, como nos casos da Bahia Sul, Celbav, Aracruz e outros. A taxa de crescimento das exportações de celulose fibra curta deverá ser maior do que a da celulose de fibra longa, devido ao fato de que não há grandes projetos para produção de celulose de fibra longa para exportação. A continuidade do crescimento das exportações de pastas, mais especificamente de celulose de fibra curta de eucalipto, é prova do total êxito do desenvolvimento tecnológico local.

Com efeito, as perspectivas para a década de 90 são de que o País continue a ser o maior produtor e exportador de celulose fibra curta de eucalipto e, ao mesmo tempo, um dos

maiores produtores de papel a base de celulose fibra curta de eucalipto.

TABELA 2.17 - EVOLUCAO FISICA DAS EXPORTACOES E IMPORTACOES DE PASTAS - 1972 - 1991

Anos	Celulose †		Par ††		Total		Exportação		Importação	
	Fibra Longa	Fibra Curta					V. Abs.	V. Rel.	V. Abs.	V. Rel.
	V. Abs.	V. Rel.	V. Abs.	V. Rel.	V. Abs.	V. Rel.	V. Abs.	V. Rel.	V. Abs.	V. Rel.
1972	11239	100	126640	100	1058	100	136937	100	179666	100
1973	12938	115	141779	112	374	35	155091	112	147192	82
1974	414	4	66436	52	0	0	66850	48	198017	110
1975	945	8	127547	101	0	0	128492	92	100788	56
1976	425	4	100456	79	272	26	101153	73	68209	38
1977	1010	9	133586	105	370	35	134966	97	68318	38
1978	1623	14	280150	221	680	64	282453	203	70979	39
1979	6960	62	634345	501	4393	415	645698	465	76543	43
1980	2032	18	801058	632	1902	180	804592	579	67813	38
1981	15173	135	799004	631	2037	192	816214	587	21232	12
1982	27834	248	748904	591	4504	426	781242	562	18160	10
1983	37996	338	982649	776	3374	319	1024019	737	13551	7
1984	47029	418	910618	719	6562	620	964209	694	27734	15
1985	56441	502	833131	658	6866	649	896438	645	38792	22
1986	55319	492	800686	632	10102	955	866107	623	71593	40
1987	58666	522	855035	675	11311	1069	925012	666	71336	40
1988	50480	449	928582	733	7441	703	986503	710	61133	34
1989	45227	402	905092	715	5005	473	955324	687	113857	63
1990	89981	801	993851	785	7445	704	1091277	785	103201	57
1991	82970	738	1276669	1008	8670	819	1368309	985	148522	83

Fonte: ANFPEC(1991).

Notas: † Exportações

†† Exportações de pastas de alto rendimento.

Na maioria das categorias de papel, com exceção do papel de imprensa, a evolução física das exportações foi maior do que a das importações. Com efeito, na maioria das categorias de papel o volume físico das exportações é atualmente maior do que a das importações, sendo que as categorias de papel para imprimir/escrever e embalagem são os principais produtos de exportação, representando 46,79% e 41,13%, respectivamente, perfazendo 87,92% do total das exportações de papel(cf. Tabela

2.10).

TABELA 2.18 - EVOLUÇÃO FÍSICA DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DE PAPEL - 1981 - 1991

-----	-----	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Categorias de Papel:												

Imprensa												
	VA	170	161	158	137	70	213	184	110	216	188	211
Importação	VR	100	95	93	81	41	125	108	65	127	111	124
	VA	0	0	0	0	0	13	15	11	8	20	12
Exportação	VR	0	0	0	0	0	100	115	85	82	154	92
Imprimir/escrever												
	VA	44	80	33	27	35	50	57	53	68	70	103
Importação	VR	100	182	75	61	80	114	130	120	155	159	234
	VA	206	181	268	355	268	363	338	492	457	484	504
Exportação	VR	100	88	130	172	150	176	164	239	222	235	245
Embalagem												
	VA	4	2	3	2	2	2	3	6	12	10	19
Importação	VR	100	50	75	50	50	50	75	150	300	250	475
	VA	75	44	120	265	192	243	228	508	335	366	443
Exportação	VR	100	59	160	353	256	324	304	677	447	488	591
Sanitários												
	VA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Importação	VR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
	VA	13	11	15	18	18	19	2	2	13	12	10
Exportação	VR	100	100	85	115	138	138	146	15	100	92	77
Cartões/Cartolinas												
	VA	4	3	2	1	1	2	3	3	11	5	9
Importação	VR	100	75	50	25	25	50	75	75	275	125	125
	VA	25	17	35	58	59	43	16	78	65	93	77
Exportação	VR	100	68	140	232	236	172	64	312	260	212	308
Especiais												
	VA	13	7	12	14	13	14	21	19	15	15	27
Importação	VR	100	54	92	108	100	108	162	146	115	115	208
	VA	10	2	3	7	6	11	10	13	21	22	31
Exportação	VR	100	20	30	70	60	110	100	130	210	220	310
Total												
	VA	235	253	208	180	121	281	268	191	322	294	371
Importação	VR	100	108	89	77	51	120	114	81	137	125	158
	VA	329	255	441	703	543	692	609	1104	899	957	1077
Exportação	VR	100	77	134	214	165	210	185	336	273	291	327

Fonte : ANPPC(1991).

Notas : VA é valor absoluto das exportações e importações(em ton/ano).

VR é valor relativo das exportações e importações(em %).

Com a entrada em operação das novas unidades industriais, o papel de imprimir/escrever indubitavelmente continuará a manter a liderança nas exportações. A capacidade adicional desta categoria de papel será de 730 mil toneladas/ano, sendo 500 mil toneladas/ano à base de celulose fibra curta de eucalipto e 200 mil toneladas/ano à base de fibra longa de pinus. Como o mercado interno não tem tamanho para absorver esse volume de produção, aproximadamente 50% ou mais do total da produção deverão ser exportados (ver Tabela 2.22).

Conseqüentemente, o País sustentará sua posição no mercado internacional como grande produtor e exportador de papel de imprimir/escrever à base de fibra curta de eucalipto, mas também poderá se tornar, junto com o Canadá e os países da Escandinávia, líder na produção e exportação de papéis revestidos à base de pasta de alto rendimento de fibra longa e fibra curta (CTMP), situando-se na fronteira tecnológica. A produção de papéis revestidos à base de pasta de alto rendimento de fibra curta de eucalipto de refinadores exigirá intensos esforços de pesquisa e desenvolvimento local tanto na produção da pasta como na de papéis, pelas razões já apontadas no capítulo 1.

2.4.2. Na produção, consumo, exportação, importação de pasta e papel em nível mundial.

No tocante à participação do Brasil no mercado internacional, a tabela 2.19, evidencia a evolução da participação do País na produção e nas exportações mundiais.

TABELA 2.19 - EVOLUÇÃO FÍSICA DA PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DO BRASIL E MUNDO DE PASTAS E PAPEL - 1972 - 1991(em %)

Anos	Índice de Evol. da Produção				Índice de Evol. das Exportações			
	Papel		Pastas		Papel		Pastas	
	Brasil	Mundo	Brasil	Mundo	Brasil	Mundo	Brasil	Mundo
1972	100	100	100	100	100	100	100	100
1973	118	108	118	106	410	109	138	112
1974	138	109	139	109	300	119	95	116
1975	125	95	131	96	100	91	109	92
1976	151	107	156	105	300	107	100	103
1977	159	111	185	107	390	112	67	104
1978	188	116	228	112	1020	119	190	116
1979	222	123	228	118	1390	131	413	123
1980	250	124	336	120	1910	138	631	129
1981	231	124	327	119	3290	140	674	123
1982	247	121	257	114	2700	133	585	113
1983	256	127	391	122	4410	144	699	127

Fonte : Zaven(1986, p.36).

Na produção, como nas exportações, o crescimento dos índices referentes ao Brasil tem sido superior ao mundial, propiciando o aumento da participação brasileira nos volumes produzidos e exportados ao nível mundial. Com relação ao Brasil, verifica-se um incremento de 256% e 391% , respectivamente, na produção de papel e pastas no período.

Por sua vez nas exportações mundiais o País desempenhou um papel ofensivo no período, aumentando o volume em cerca de 4410 % e 699 % , respectivamente, de papel e celulose.

A penetração crescente no mercado internacional de celulose e papel é explicada pelas vantagens competitivas provenientes de menores custos de produção na fabricação de celulose de fibra curta, deslocando gradativamente a celulose de fibra longa enquanto principal matéria-prima utilizada na produção de

papel. Vale lembrar que é o desenvolvimento tecnológico local sobretudo na produção florestal que sustenta as reduções de custo.

A evolução física da produção e o desempenho nas exportações maior do que média mundial tornaram o País atualmente um dos maiores produtores de pasta(80.) e papel(110.) no mundo, assim como um dos líderes na exportação de celulose de fibra curta de mercado(60)(cf. Oliveira et alii, 1990; FPI, 1990).

Em 1990, as exportações destinara-se aproximadamente para a Europa (36,8%), América do Norte (34,3%), Ásia (26,4%), América Latina (1,9%), para Oceânia (0,4%) e para África(0,10%)(cf. FPI, 1990).

A introdução de celulose de fibra curta no mercado mundial, pelo Brasil, abriu espaços para a participação de outros países produtores, tais como Portugal, Espanha e África do Sul. O Brasil consolidou sua posição no mercado internacional de celulose de fibra curta de eucalipto, sendo atualmente o maior fornecedor.

Anesar do vigoroso crescimento da indústria brasileira de pastas e papel, o consumo nacional "per capita" ainda é muito pequeno, situando-se atualmente em cerca de 28,9 kg/ano, muito abaixo do níveis observados nos países desenvolvidos. O quadro geral desfavorável apresentado pela economia brasileira, nos anos 80, fez com que a evolução do consumo nacional de papel fosse pouco expressiva. Em termos "per capita", destaca-se o

consumo americano que supera os 500 kg/ano, seguido pelo consumo dos países Escandinavos e Europeus em geral.

2.5. Perspectivas de Expansão da Indústria e de Inserção Internacional.

Diante do quadro de crescimento do mercado mundial, a indústria brasileira do papel pretende atuar de acordo com o conceito de globalização, isto é, alta competitividade em custo e qualidade, para conquistar mercados globais. Nesse sentido, a indústria está implantando o segundo programa nacional de celulose e papel, que inicialmente visava a duplicação da capacidade de produção até 1996. Todavia, devido a fase de baixa do ciclo de mercado as intenções iniciais não se concretizaram plenamente.

Levando em conta os projetos de investimento em fase irreversível, é provável que até o ano 2000 a capacidade de produção de celulose será acrescida em 2138 mil toneladas/ano, sendo que 2062 mil toneladas/ano referem-se a produção de celulose de fibra curta(96.44% do total do acréscimo de capacidade)(Tabela 2.20).

Os projetos industriais para produzir celulose de fibra curta de eucalipto são de tamanho internacional e integrados à produção florestal.

TABELA 2.20 - PRINCIPAIS PROJETOS DE INVESTIMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE - 1991 - 1997(em milhares de toneladas)

Tipo de fibra	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total
Fibra Curta	525	750	140		420		219	2062
Branqueada								
Itiocell(Guaíba-RS)					420			
Aracruz(ES)	525							
Bahia Sul(Mucuri-BA)		500						
Caipav(Ribeirão Preto-SF)		250						
Sinão(Jacareí-SF)			20					
Champion(Trés Lagoas-RG)							219	
Klabin(Camacari-BA)			120					
Fibra Longa		11		65				76
Branqueada								
PCC(Correa Pinto-SC)				45				
Cambará(Cambará-RS)		11						
Não Branqueada								
Sendes(Sendes-PR)				20				
Irani(Catanduvas-SC)								
Total	525	761	140	65	420		219	2138

Fonte: Relatório Gazeta Mercantil - "Papel e Celulose" - 03/07/1992.

Assim, pode-se concluir que a expansão da produção e das exportações poderá sustentar a posição assumida pelo Brasil como o maior produtor e exportador de celulose de fibra curta de eucalipto. Outra consequência será a elevação da participação relativa de pastas de maior valor agregado, isto é, branqueadas com oxigênio em detrimento do cloro e de seus compostos.

A celulose branqueada será maior no caso da celulose de fibra curta do que no da fibra longa, devido ao destino da produção estar orientada para o mercado externo.

No que se refere a projetos para produção de pastas de alto rendimento pode-se depreender que não haverá grande crescimento

da produção de pasta mecânica convencional, levando-se em conta que os projetos de investimento são relativamente pequenos: 9 mil toneladas/ano (Tabela 2.21).

Não obstante, com a elevação da utilização da capacidade instalada da Inpapel, a participação da pasta CIMP deverá aumentar significativamente. Com isso, o País poderá se tornar um dos líderes mundiais na produção de pasta de alto rendimento de fibra longa.

TABELA 2.21 - PRINCIPAIS PROJETOS PARA PRODUÇÃO DE PASTAS DE ALTO RENDIMENTO - 1992 - 1994 (em milhares de toneladas)

Categorias de Pasta	1992	1993	1994	TOTAL
-Mecânica	5		4	9
Sengés(Sengés-Pr)			4	
Elias J. Curi(Guarapuava-Pr)	5			
-Quimiotermomecânica	130			130
Inpapel(Arapoti-Pr)	130			
-Total	135		4	139

Fonte : ANFPD(1991).

Por último, considerando-se os principais projetos de investimento para produção de papel, é possível verificar que a capacidade de produção será acrescida em 1034 mil toneladas/ano de papel, sendo deste total 730 mil toneladas/ano de papéis de imprimir/escrever (70.4% do acréscimo total) (Tabela 2.22). Os projetos de investimento para produção de papel para imprimir/escrever estão integrados a produção florestal de eucalipto e incorporam tecnologia de processo, produto e equipamentos de padrão internacional. Dessa forma, a posição competitiva das empresas é adequada. Para se ter uma idéia do

TABELA 2.22 - PRINCIPAIS PROJETOS DE INVESTIMENTO PARA PRODUÇÃO DE PAPEL -
1990 - 1995 (em milhares de toneladas)

Categorias de Papel	1990	1992	1993	1994	1995	Total
Imprimir/Escrever	140	590				730
Bahia Sul (Mucuri-BA)		250				
Inpapel (Arapoti-Pr)		200				
Celsoav (Ribeirão Preto-SP)		140				
Ripasa (Limeira-SP)	140					
Embalagem		77	36		15	128
Paraibuna (Juiz de Fora-MG)		20				
Papelok (Andaraí-SP)		13				
Sefran			36			
Iouacú (Paraná-Pr)					15	
Ponsa (Goiania-PE)		14				
Gouario (Itapeva-SP)		30				
Sanitários		20	78			98
Catarinense (Correia Pinto-SC)			60			
Anapel (Anápolis-GO)		6				
Facepa (Belém-PA)		14				
Elias J. Curi (Fr)			18			
Cartões/Cartolinas		1	12	12		25
Papirus (Limeira-SP)			12			
Mimasa (Jair-SC)		1				
Bonet (Timóteo-SC)				5		
R. Ramenzoni (Cordeiroópolis-SP)				7		
Especiais		28	24	1		53
MO Nicolaus (Caieiras-SP)			24			
Facepa (Belém-PA)		12				
Filipensas (Rio de Janeiro-RJ)				1		
Celupa (Guaíba-RS)		16				
Total	140	716	150	13	15	1034

Fonte: ANFPEC (1991).

nível de atualização tecnológica, destaca-se que a fábrica da Bahia Sul para produção de papel de imprimir/escrever é uma das maiores do mundo. Por outro lado, apesar de representar apenas 19,3% da capacidade adicional, a fábrica da Inpapel projetada para fabricar papéis de imprimir/escrever, além de ser de grande porte, utiliza tecnologia de processo (CTMP) e produto (papéis

revestidos) situado na fronteira tecnológica.

Assim é evidente que a evolução absoluta da produção e exportação de papel de imprimir/escrever deverá ser maior do que as das outras categorias de papel. Ademais, é provável que o País continuará a ser um dos principais produtores e exportadores de papel no mercado internacional, especialmente de papel de imprimir/escrever.

Em suma, o desenvolvimento tecnológico local, tácito e específico, sobretudo na área florestal, mas também na área industrial, teve papel fundamental para a dinâmica da indústria brasileira do papel. As evidências empíricas reforçam a idéia de que atualmente o País domina a tecnologia de produção florestal nos níveis de "know how" e "know why" e a tecnologia de processo de produção de celulose e papel à base de eucalipto em nível de "know how". Assim como de que é um dos líderes mundiais na produção e exportação de celulose de fibra curta de eucalipto e de papel de imprimir/escrever. O grau de capacitação tecnológica atingido pela indústria brasileira do papel, bem como a entrada em operação dos novos projetos de expansão e diversificação da produção de pastas e papel, permitem concluir que as perspectivas de inserção do País para a década de 90 são a de continuar a ser um dos líderes em nível mundial na produção e exportação de celulose fibra curta de eucalipto e papel de imprimir/escrever. Por outro lado, não há evidência de que o País tenha superado a descontinuidade que existe entre o conhecimento tecnológico em

nível de "know how" para o nível de "know why", na tecnologia industrial, tornando-se capaz de gerar inovações originais de processo e de produto. No capítulo 3, será visto que as estratégias de inovação das líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel, não contemplam a aquisição do "know why" da base técnica na área industrial. Cabe ressaltar que em decorrência do caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel, o aprendizado tecnológico incremental e adaptativo é fundamental para a evolução tecnológica da indústria do papel. Ademais, na área florestal as líderes tecnológicas possuem significativas vantagens competitivas em relação aos concorrentes internacionais. Nesse sentido, não se constitui problema relevante às líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel, a não aquisição do "know why" da base técnica na área industrial.

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

No presente capítulo, apresenta-se os principais resultados das entrevistas realizadas, no sentido de evidenciar que as líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel seguem estratégias tecnológicas de natureza imitativa (Inpapel e Cia Melhoramentos) e dependente (Pisa) na área industrial. Por outro lado, na a perspectiva de sobrevivência e crescimento por explorarem vantagens competitivas estáticas e dinâmicas, na área florestal, presentes a nível do País e/ou das empresas.

As entrevistas foram realizadas junto a três líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel. Na amostra das líderes tecnológicas estão presentes dois grupos estratégicos que concorrem em categorias de papel distintas: papel de imprimir/escrever à base de pasta de alto rendimento de fibra longa e papel para fins sanitários à base de pasta de alto rendimento de fibra curta.

Para analisar as informações amostrais, estas foram divididas conforme a seguir discriminado. Na seção 3.1. sintetiza-se a contribuição de Freeman (1974, cap.8) que serve como referencial metodológico para a classificação e identificação da natureza das estratégias de inovação tecnológica seguida pelas empresas líderes. Já na seção 3.2. elaborase caracterização das líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel (Inpapel, Pisa e Cia Melhoramentos), quanto a aspectos

de organização industrial, ao grau de capacitação tecnológica (de operação, investimento e inovação), de recursos humanos e finalmente quanto às metas e estratégias de capacitação tecnológica. Na seção 3.3, fundamentando-se no referencial desenvolvido na seção 3.1 e nos principais resultados das entrevistas realizadas, desenvolve-se o diagnóstico da natureza das estratégias tecnológicas de cada empresa líder. Por último, na seção 3.4, descreve-se as perspectivas de sobrevivência e crescimento das líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel.

3.1. Referencial Metodológico.

3.1.1. Grupos estratégicos e estratégias de inovação tecnológica.

Na categoria papel de imprimir/escrever existem basicamente quatro grupos estratégicos (sobre o conceito ver Porter, 1989): (i) papel de imprimir/escrever à base de celulose de fibra longa, (ii) papel de imprimir/escrever à base de celulose de fibra curta, (iii) papel de imprimir/escrever à base de pasta de alto rendimento de fibra longa e (iv) papel de imprimir/escrever à base de pasta de alto rendimento de fibra curta. De modo similar, na categoria papel para fins sanitários existem basicamente quatro grupos estratégicos: (a) papel para fins sanitários à base de celulose de fibra longa, (b) papel para fins sanitários à base de celulose de fibra curta, (c) papel para fins sanitários à base de pasta de alto rendimento de fibra longa e (d) papel para fins sanitários à base de pasta de alto rendimento de fibra

curta.

Cada grupo estratégico concorre nas diversas dimensões das estratégias competitivas: produção, comercialização, diversificação, inovação de produto e processo, etc (ver a respeito Porcile, 1989). Entretanto, para a discussão do objeto desta dissertação o foco de análise enfatiza a dimensão tecnológica das estratégias competitivas.

No sentido de auxiliar na análise e tratar adequadamente as estratégias de inovação tecnológica, elabora-se um referencial teórico-metodológico mínimo, sintetizando a contribuição de Freeman (1974, cap.8) com ligeiras modificações. Este classifica seis estratégias de inovação tecnológica, a seguir descritas:

1) Estratégia ofensiva. É aquela que busca conseguir a liderança técnica e de mercado, sendo a pioneira na introdução de novos produtos. As firmas que seguem uma estratégia ofensiva são muito fortes em pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, engenharia de projetos, serviços técnicos, patentes, na educação e formação de sua mão-de-obra e de seus clientes e na previsão de longo prazo e planejamento de produtos.

2) Estratégia defensiva. Pode ser tão intensiva em P & D como uma política ofensiva, com a diferença básica consistindo na natureza e ritmo das inovações. O inovador defensivo não deseja e não pode ser o primeiro do mundo na introdução de uma inovação original, mas é capaz de responder rapidamente as inovações

introduzidas pelo líder, no sentido de poder conservar sua participação no mercado. Não deseja ser o primeiro porque não é propenso a assumir os elevados riscos de ser o pioneiro. Não pode ser pioneiro porque falta-lhe a capacidade de inovações originais. O inovador defensivo é muito forte em desenvolvimento experimental, engenharia de projeto e informação científica e tecnológica.

3) Estratégia imitativa. As firmas devem possuir outras vantagens competitivas para poder competir com o inovador ofensivo e/ou defensivo, como o acesso a mercados cativos, custos menores decorrentes de vantagens locais ou proteção tarifária. Além de possuir outras vantagens competitivas, o inovador imitativo deve ser muito forte na engenharia de produção, no controle de qualidade e na informação científica e tecnológica.

4) Estratégia dependente. O inovador dependente desempenha um papel subordinado na indústria, dependendo das especificações técnicas de seus clientes, de modo que perde toda a capacidade de P&D. Nas épocas de crise econômica são frequentemente utilizados como um colchão amortecedor e desta maneira, seu risco de quebra é muito alto. Para atender adequadamente seus clientes o inovador dependente é muito forte na engenharia de produção e no controle de qualidade.

5) Estratégias tradicionais. Em mercados altamente atomísticos ou em oligopolios fragmentados cuja dinâmica tecnológica é mínima, a firma não é pressionada pela

concorrência e não possui a capacidade de introduzir inovações originais. O inovador tradicional é muito forte na engenharia de produção e no controle de qualidade.

6) Estratégia oportunista. Visa explorar através da capacidade empresarial nicho ou oportunidade de mercado relevante, descoberto a partir do senso empresarial, que não necessite para sua exploração de elevados gastos de P&D, mesmo em indústrias intensivas em P&D. O inovador oportunista é muito forte em informação científica/tecnológica e na previsão de longo prazo e na planificação de produtos. Deve estar muito bem informado das oportunidades científicas e tecnológicas passíveis de exploração e, de outro lado, deve ter a capacidade de antecipar fatos e de planificar o desenvolvimento de produtos, com muita antecedência.

Cada uma das seis estratégias de inovação tecnológica requer, dentro da empresa, determinada combinação de níveis de funções científicas e técnicas, conforme apresentado no quadro 2.

QUADRO 2 - ESTRATÉGIAS DA EMPRESA

Estratégia	Funções Científicas e Técnicas Dentro da Empresa									
	Pess. Básica	Pess. Aplic.	Desen. Exer.	Eno. Proj.	Eng. Prod. C. Qualid.	Serv. Patentes Técn.	Informação Cien. Técn.	Educação Formação	Prev. Plan.	Lon. Prazo Produtos
Defensiva	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5
Defensiva	2	3	5	5	4	3	4	5	4	4
Imitativa	1	2	3	4	5	2	2	5	3	3
Dependente	1	1	2	3	5	1	1	3	3	2
Tradicional	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1
Oportunista	1	1	1	1	1	1	1	5	1	5

Fonte : Freeman (1974, cap. 8).

3.1.2. Definição operacional das funções científicas e tecnológicas.*

Resquisa básica. Pura, quando orientada em busca de ampliação de conhecimento geral. Orientada, quando orientada em busca de ampliação de conhecimento geral mas com possíveis aplicações específicas.

Níveis :

1. Inexistente.
2. Fraco. Não se constitui meio de acesso a conhecimento novo ou velho gerado fora da firma, não é essencial para o processo inovador e não é formalizado dentro da firma.
3. Medio. É meio de acesso parcial a conhecimento novo e velho gerado fora da firma, não é essencial ao processo inovador e não é formalizado mas realizado por engenheiros e especialistas.
4. Forte. É meio de acesso a novo e velho conhecimento gerado fora da firma, é formalizado dentro da firma, contando com especialistas.
5. Muito Forte. É essencial como instrumento no processo inovador e formalizado dentro da firma, contando com

* No sentido de identificar a natureza das estratégias tecnológicas das empresas líderes do Brasil, foi desenvolvido a definição operacional dos níveis das funções científicas e tecnológicas.

GRUPO DE PESQUISADORES EM NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO.

Pesquisa aplicada. Se reporta às atividades de projeto, implementação e elaboração de protótipos para novas aplicações.

Níveis: (seguem as da pesquisa básica)

Desenvolvimento experimental. Envolve a engenharia de projeto básico e a pesquisa aplicada. A introdução de novo produto e processo tem de ter grande capacidade para resolver problemas de projeto, construção e comprovação de protótipos e plantas piloto.

Níveis :

1. Inexistente.
2. Fraco. Manutenção e operação de produtos e processos existentes de forma ineficiente. Aperfeiçoamento e adaptação de processos e produtos com assessoramento técnico dos clientes e fornecedores, de forma predominante.
3. Médio. Adaptação e aperfeiçoamento de produtos e processos existentes com auxílio de consultoria externa.
4. Forte. Desenvolvimento de produtos e processos existentes sem auxílio externo.
5. Muito forte. Desenvolvimento de novos processos e produtos. Forte vinculação com a engenharia de projeto, a pesquisa aplicada e pesquisa básica. Função formalizada e

realizada por corpo técnico e de cientistas (especialistas, mestres e doutores).

Engenharia de projeto. Pode envolver a análise de factibilidade, a capacidade de elaborar o projeto básico e o projeto em detalhe.

Níveis:

1. Inexistente
2. Fraco. Ausência de capacidade de realizar a análise de viabilidade e o projeto básico de plantas industriais. Função não formalizada, mas com capacidade de realizar manutenção e reparos pequenos no "hardware".
3. Médio. Capacidade parcial de realizar a análise de viabilidade e o projeto básico de plantas industriais com tecnologia já conhecida, para efeito de reforma. A função é formalizada.
4. Forte. Capacidade de realizar a análise de viabilidade e o projeto básico de plantas industriais com tecnologia já desenvolvida. A função é formalizada.
5. Muito forte. Capacidade de realizar a análise de viabilidade e o projeto básico de protótipos e planta piloto, ou de investimento. A função é formalizada contando com especialistas, mestres e doutores.

Engenharia de produção e controle de qualidade. Compreende a gerencia de produção, a engenharia de fabricação e/ou projeto em detalhe do produto e a reparação e manutenção do "hardware".

Níveis:

1. Inexistente.
2. Fraco. Incapacidade para aperfeiçoamento e adaptação, mas capacidade para assimilar e adquirir tecnologia.
3. Médio. Capacidade de operar a planta industrial com eficiência média no processo básico de produção.
4. Forte. Capacidade para aperfeiçoamento e adaptação de processos e possui as funções do item 5, embora não integradas, o que lhe permite ser um dos mais eficientes. As funções são formalizadas.
5. Muito forte. Capacidade de aperfeiçoamento e adaptação de processos e deve possuir gerencia de produção, engenharia de fabricação e/ou projeto em detalhe do produto e reparação e manutenção do "hardware". A função é formalizada e existe forte vinculação entre as áreas. O controle de qualidade é total do consumidor ao fornecedor, do operário à alta direção.

Serviços técnicos. A qualidade e sua intensidade dependem da natureza do produto (bem de consumo final ou intermediário) e de

SUA NOVIDADE.

Níveis:

1. Inexistente.
2. Fraco. Devido a etapa de difusão estar bem avançada e as características do produto (final, intermediário) o serviço técnico não precisa ser fundamental.
3. Medio. Auxilia o uso otimizado e serviços de manutenção.
4. Forte. Como o produto não é absolutamente novo, não é essencial para o processo de difusão, mas auxilia na demonstração do potencial de uso da inovação, sobretudo auxiliando no uso otimizado e manutenção. Existe aprendizado com usuário.
5. Muito forte. Mostrar o potencial de uso da inovação, prestar serviços de manutenção para eliminar "bugs". Essencial nas primeiras etapas do processo de difusão devido a existencia de "bugs" e ao total desconhecimento das propriedades do produto. Existe aprendizado com o cliente.

Patentes. Mecanismo de proteção do esforço de inovação por período determinado, garantindo a liderança tecnológica e de mercado.

Níveis:

1. Inexistente.
2. Fraco. Patentes secundarias serão um subproduto. As patentes são dispensáveis quando há outras vantagens competitivas e se a mudança tecnológica for reduzida.
3. Médio. As patentes podem ser dispensáveis, mas se as outras vantagens competitivas não forem grandes e se a mudança tecnológica for elevada, funcionam como arma de negociação.
4. Forte. Garantir a sobrevivência em um ramo novo da tecnologia, arma de negociação para debilitar o monopólio.
5. Muito forte. Garantir resultado de inovação original. Método decisivo de proteger a liderança técnica e reter posição monopolística. Fonte principal de rendas por "royalties", assim como uma proteção do nível de preços necessário para recuperar os custos de P&D.

Informação científica e tecnológica. Será relevante e acelera a adoção de decisões quando a sobrevivência e o crescimento dependem em grande parte do ritmo temporal. Pode ser gerada por mecanismos de aprendizagem interna formal ou informal e fontes externas mercantis ou não mercantis. O grau de relevância dessa função científica e técnica atribuído pela firma depende da estratégia adotada e da existência e da estrutura do P&D.

Níveis :

1. Inexistente.
2. Fraco. O acesso ou a disponibilidade de conhecimento velho ou novo é irrelevante porque não existe capacidade de deduzir inovações ou porque não há necessidade ou oportunidade para inovar.
3. Médio. Assimilar e produzir o produto sob medida, dentro das especificações técnicas exigidas de seus clientes ou da empresa matriz.
4. Forte. O acesso ou a disponibilidade de economias externas em forma de uma infra estrutura científica e tecnológica muito desenvolvida é importante na eficiência inovadora porque qualquer inovação importante é proveniente de um estoque de conhecimento em parte velho e novo. Porém não é essencial porque a capacidade de inovar com êxito depende cada vez mais da capacidade de extrair deduções de todo este corpo de conhecimento estruturado, tanto velho como novo.
5. Muito forte. Toda vez que a sobrevivência e o crescimento dependerem em grande medida do ritmo temporal de adaptação, serão essenciais e acelerarão a adoção de decisões. Serve para observar como se desenvolve a tecnologia e o mercado e os erros que cometem os pioneiros, mas também o "timing" da inovação. O P&D deve

ser rápido e eficiente no desenvolvimento e projeto. Também é importante para selecionar os produtos a imitar e as firmas das quais adquirir o "know how". Importante para identificar o nicho importante a ser explorado.

Educação e formação. Conforme a etapa de difusão, comporta a organização de cursos, a redação de manuais, textos, proporcionar assistência técnica e serviços de assessoramento e desenvolver novos instrumentos. Tais funções que servem tanto para produção e comercialização do novo produto, definem o grau de intensidade em educação. Este grau é dado pela proporção de mão de obra com formação técnica e científica no total da mão de obra da empresa.

Níveis:

1. Inexistente.
2. Fraco. Como o produto é bastante padronizado e de consumo, e a concorrência e o mercado não pressionam, não há mudanças técnicas. Além do que há apenas capacidade científica e técnica de inovações de caráter formal.
3. médio. Como os pioneiros já investiram na educação e formação de clientes e fornecedores ou socializou-se as atividades através do sistema nacional de educação, então basta a nível médio.
4. Forte. Como o produto não é absolutamente novo, as organizações de publicidade e de venda, as armas

tradicionalis do oligopolista, serão provavelmente mais importante. Em certa medida o serviço técnico aos clientes ira ligado a tudo isto.

5. Muito forte. E essencial para o exito na inovação. Não basta ter exito em R&D, ademais é preciso educar tanto aos clientes como a seu próprio pessoal. A natureza radical e original da inovação impõe grandes esforços para ensinar e treinar pessoal para o uso efetivo e potencial da inovação. Aprendizado com usuario. Altamente intensiva em educação (mão de obra técnica e científica é mais do que 50% do total).

Previsão a Longo Prazo e Planificação de Produtos. Envolve a visão de longo prazo e assumir consideraveis riscos. A planificação do produto pode ser formalizada ou não.

Niveis :

1. Inexistente.
2. Fraco. Incapacidade de antecipar os fatos e de planejar o produto.
3. Medio. Como a previsão e o planejamento de produtos se baseia nas tendencias tecnologicas e de mercado, então a capacidade de antecipar os fatos e de planificação de produto não depende tanto do "feeling", mas da quantidade, qualidade e capacidade de educação.

4. Forte. Capacidade de antecipar os fatos, mas não tanto quanto o inovador ofensivo. O tipo mais especulativo de predição é mais característico do inovador ofensivo.

5. Muito forte. Capacidade de prever ainda que especulativamente e de adotar visão de longo prazo e assumir grandes riscos. Função profissionalizada e especializada, com a qual a planificação do produto será realizado por um departamento típico. Como na previsão é grande o caráter especulativo, então o "feeling" e o senso de oportunidade podem contribuir para a previsão e planificação de produto.

3.2. Caracterização das Líderes Tecnológicas.

3.2.1. Grupo estratégico : papel de imprimir/escrever à base de pastas de alto rendimento de fibra longa.

Este segmento da amostra constitui-se de duas empresas: Inoacel e Pisa, a primeira localizada no município de Arapoti-Pr e a segunda no município de Jaguariava-Pr. Levando-se em conta o número de empregados e o volume de produção pode-se afirmar que as empresas são de grande porte.

i) Empresa Inoacel.

1.1) Aspectos de Organização Industrial.

A Inoacel foi fundada no início deste século por imigrantes alemães, ingleses e franceses. No início da década de

60, foi adquirida por um conglomerado financeiro privado nacional, que possuindo sua própria base florestal e seguindo estratégia de diversificação empresarial, buscava maior conhecimento da indústria do papel. Ao final da década de 60, no contexto do II Plano Nacional de Papel e Celulose-PNFC, uma nova planta industrial e processo de produção foi implantada, modificando-se radicalmente a forma de sua inserção no mercado.

Atualmente, a Indacel possui 1500 empregados, dos quais 500 são da área industrial e 1000 da área florestal. Já a capacidade instalada por fase de produção consiste em 130 mil toneladas/ano de pasta de alto rendimento de refinadores (CTMP) e 200 mil toneladas/ano de papel de imprimir e escrever. Ressalta-se que o processo de produção de pasta é relativamente flexível no sentido de permitir potencialmente a utilização de madeira de coníferas e de folhosas, sendo esta uma das principais vantagens dos processos mecânicos de refinadores. Além disso, a máquina de papel também é flexível no sentido de possibilitar a produção de 20 tipos diferentes de papéis da categoria imprimir/escrever, a partir de diferentes combinações de pastas na massa.

A base florestal é constituída por 45 mil hectares de plantações, 95% de pinus taeda e 5% de outros tipos de madeira, possibilitando produzir por 17 anos sem qualquer reflorestamento. A constituição dessa base florestal deve-se aos incentivos fiscais da década de 60. Assim o custo de produção da matéria prima fibrosa é relativamente baixa, constituindo-se na principal

vantagem competitiva da Indacel.

O início de operação da nova planta industrial é recente (1972). Destarte, com relação a inserção no mercado somente pode-se afirmar que a principal linha de produto da empresa concentra-se no nicho dos papéis especiais : papéis revestidos de leve gramatura (LWC) e papéis revestidos de média gramatura (MWC), utilizados na produção de revistas e publicações de alto luxo. Além disso, deve-se observar também que os principais concorrentes por linha de produto localizam-se no Canadá, Finlândia e Estados Unidos.

Os principais concorrentes no mercado interno são a Champion, Susano e Simão, sendo que a fábrica da Klabin teria condições de competir em um dos segmentos dos papéis revestidos. Por outro lado, no mercado externo são várias as empresas concorrentes, na linha dos papéis revestidos, e estão localizadas nos países da Escandinávia, Europa, nos Estados Unidos e no Canadá.

O principal mercado para os produtos da Indacel é o mercado externo porque a dimensão do mercado interno é pequena.

Como o mercado principal é internacional, os principais fatores de competitividade da Indacel são o preço e a qualidade de padrão internacional. O preço dos produtos da Indacel são inferiores aos dos concorrentes, devido ao processo utilizado na produção da pasta ser de alto

rendimento (Cfmp). Entretanto, a empresa não informou o percentual de inferioridade no preço.

No que se refere a organização produtiva, verifica-se que as principais unidades produtivas da firma são a produção florestal, produção de pasta de alto rendimento (4 refinadores cónicos), a fabricação de papel numa máquina Voight, a conversão que consiste em revestir, alisar e dar brilho ao papel através de um "coater" e uma supercalandra, respectivamente, e, finalmente, o tratamento de efluentes da poluição (sistema anaeróbico) e da fabricação do papel (sistema aeróbico). O processo de produção da pasta e do papel é totalmente automatizado.

No que se refere ao aspecto financeiro, destaca-se que o BNDES financiou 50% do investimento, com prazo de amortização de 8 anos. Por último, a estrutura administrativa da alta direcção é composta de um director presidente, director superintendente, director industrial, director florestal e de um director comercial. Todos os directores são executivos com larga experiência em sua área de atuação.

Em relação a área de comercialização, a Indacel não possui rede própria de distribuição e de vendas, utilizando rede de terceiros. A justificativa para a ausência de rede própria é o fato da empresa procurar vender seus produtos em todas as direcções, ou seja, onde for possível vender.

1.2) Capacidades.

Dentro da diretoria industrial existem tres areas : area de producao, de manutencao e de utilidades. Todas essas areas tem um orgao de planejamento. Na area de producao existe um orgao de controle e de planejamento da producao interligado a area de comercializacao.

Ademais, existem dois orgaos de apoio ligados diretamente a diretoria industrial: area de controle de qualidade e desenvolvimento e area de apoio a area industrial (planejamento estrategico que compreende o planejamento operacional, planejamento de investimentos e engenharia propriamente dita).

A diretoria industrial tem uma ligacao com a engenharia de processo que, por sua vez, fica ligada ao controle de qualidade e as unidades de producao e que mantem atraves da area de pesquisa e desenvolvimento uma ligacao com a comercializacao. A empresa possui elementos da area comercial que conjuntamente participam no desenvolvimento do produto.

No controle de qualidade ha dois aspectos relacionados : primeiro, a qualidade total esta ligada diretamente ao diretor superintendente e outro aspecto e o controle da qualidade atraves do controle da qualidade de producao. A empresa esta tentando atraves deste plano de qualidade total e com o apoio do controle de qualidade industrial, desenvolver um trabalho de maneira que a responsabilidade de qualidade da empresa, da area industrial ou

do produto, fique ocupada diretamente pelo pessoal da produção.

As atividades relacionadas quanto a qualidade em si basicamente são norteadas pelas normas de qualidade ISO 9000 (da International Standards Organization). A empresa está tentando chegar rapidamente a uma aprovação de seu sistema de controle de qualidade, baseada na estrutura da ISO 9000.

Os principais indicadores de qualidade vão ser parametrizados em cada área da empresa. A parametrização no futuro visa uma operação baseada no conceito de cliente-fornecedor. A parametrização dos indicadores de qualidade estão em fase de definição.

Os principais indicadores de produtividade compreendem: a produção de papel por metro de máquina, de largura de máquina; a velocidade da máquina de papel como um objetivo, não um parâmetro e a produção de pastas por tonelada de madeira.

A política de manutenção utiliza o conceito de manutenção preventiva combinada com manutenção preditiva.

A aquisição da tecnologia de processo resultou de uma combinação de três fontes: 1) transferência externa de "know now", com assistência técnica; 2) desenvolvimento próprio através de processos originais 3) apoios de centros de pesquisa do exterior.

A engenharia de produto não existe. O que existe é a

engenharia de processo cujo objetivo é melhorar o que existe e desenvolver novos produtos.

As principais vantagens competitivas da empresa seriam: o fornecimento de produtos a preço mais baixo, com qualidade similar; o conteúdo tecnológico muito alto, inclusive inovador porque usa tecnologia de ponta, contendo desenvolvimento próprio de processos não dominados no exterior.

A empresa possui assistência técnica ao cliente em primeira linha, dada pela área de comercialização e depois pela área industrial quando necessária. A importância desse serviço de assistência técnica é muito grande, inclusive para o lançamento de novos produtos.

No estudo de viabilidade e na elaboração do projeto básico e de detalhe, a empresa teve apoio de empresa de engenharia (Natron-Simons) e apoio muito grande de fornecedores de equipamentos que participaram diretamente com serviços de engenharia (Sunde-Defibrador, Moco-Chemetics e Voigt). Atualmente recebe consultoria de uma empresa de engenharia do Canadá. Houve envolvimento técnico e gerencial, participando durante o desenvolvimento do projeto de investimento, sendo que a especificação dos equipamentos foi dada pelos próprios fornecedores de equipamentos. Estes colaboraram através de discussão a respeito de processos, equipamentos e instalações de modo geral.

Na pesquisa e desenvolvimento existe uma área diretamente subordinada à diretoria industrial, com laboratório equipado e onde se conta com o apoio de alguns consultores externos. Na atividade de P&D, além dos consultores externos, existem elementos na empresa que estão dedicados inteiramente e conta com a colaboração de empresas que fornecem produtos químicos utilizados nesse desenvolvimento experimental. A pesquisa é mais de desenvolvimento de produtos e de adaptação e aperfeiçoamento de processos para obter redução de custos, não realizando pesquisa básica e aplicada. Existe programa pré-estabelecido para pesquisa e ela utiliza parte do pessoal da área de laboratório para apoio desses trabalhos.

Até o momento foi possível desenvolver alguns trabalhos com a Universidade de Grenoble na França, a Basf na Alemanha e com a Dow Química na Suíça.

Na atividade de P&D, atualmente não existem pesquisadores com pós-graduação. O que existe são engenheiros que atuam diretamente ou indiretamente com o apoio de consultores externos, porém é intenção da empresa formar pesquisadores com pós-graduação.

Recursos humanos. Os funcionários de cargos elevados a nível de gerência e supervisão tem formação técnica de segundo grau e/ou formação superior. Não há mestres e doutores no quadro de funcionários, exceto-se a nível de curso superior.

Existem programas internos de treinamento para todas as funções. Ademais, existe acordo com instituição externa para treinamento, isto é, com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-SENAI e com órgão federal de apoio a estagiários. Os planos futuros com respeito a esses acordos são aumentá-los.

Se for possível e principalmente se for com treinamento que proporcione a qualificação técnica, a empresa planeja facilitar o treinamento fora de programas ou acordos externos e ainda estimular a realização (no Brasil ou no exterior) de cursos de pós-graduação (mestrado/doutorado) por parte de seu pessoal técnico mais qualificado.

1.3) Metas e Estratégias de Capacitação Tecnológica.

A empresa pretende vender 60% da produção no mercado externo e 40% no mercado interno, pelas razões já apontadas. Os instrumentos básicos para isso seriam o preço menor e a qualidade similar. No País a empresa já é líder na produção de papéis revestidos LWC e MWC.

No que se refere a diversificação de produtos, a empresa pretende ampliar a linha de produtos, em direção a produtos de maior valor agregado. Os produtos seriam papel feito de pasta de alto rendimento de fibra curta, isto é, de eucalipto.

No tocante à diversificação empresarial, devido ao volume de investimento a empresa no momento não pretende atuar em outras áreas, como fabricação de equipamentos ou prestação de serviços

de engenharia básica para outras empresas. Entretanto, após analisar o comportamento do investimento atual, admite a expansão na própria indústria do papel. Segundo, no momento a empresa também não pretende associar-se a outras empresas para atuar na produção de papel de imprimir/escrever ou em outros mercados.

Na área de comercialização pretende aumentar a utilização de redes de distribuição e vendas de terceiros. Entretanto, pretende ampliar os serviços técnicos através de uma presença mais constante do pessoal técnico junto aos clientes e por meio de apoio técnico maior.

Na concepção da empresa, como a área de papel e celulose exige a modernização, para os próximos dez anos deverá haver investimentos em reequipamento automatizado e não-automatizado, em instrumentação, em informatização e em "lay-out".

Os planos sobre compra externa de tecnologia compreendem a intenção de ampliar onde for conveniente tanto no País como no exterior. Planeja diversificar suas fontes de tecnologia aumentando o número de parceiros e a variedade de acordos de transferência.

Na área de controle de qualidade a meta é atingir e manter o padrão de qualidade ISO 9000. Nesse sentido, pretende ampliar a abrangência do sistema de qualidade e adotar novos métodos de controle. Planeja desenvolver/ampliar programas de qualidade integrados a clientes e fornecedores. A mudança técnica e de

mercado impõe como condição de entrada e manutenção da participação no mercado a internacionalização da qualidade de acordo com o padrão internacional de qualidade ISO 9000

A empresa pretende ampliar os acordos de P&D com novos parceiros, para novas áreas de pesquisa, integrando-se com empresas ou pessoal que atua na área de pastas de alto rendimento e no seu nicho de mercado, no sentido de somar esforços para desenvolver pesquisas conjuntas. A utilização de fibra curta também é uma das metas.

Apesar de não estarem definidos ainda, existem planos de aumentar crescentemente os esforços de pesquisa e desenvolvimento. Nesse sentido, deverá ser implantada a Escola de Engenharia do Papel que funcionará também como laboratório para desenvolvimento de produtos e processos. A intenção é manter um programa de treinamento tão intenso quanto seja a necessidade de manter os níveis de qualidade de produção, sobretudo em sua atividade que exige uma qualificação elevada e uma atualização tecnológica também grande. A Escola de Engenharia do Papel a ser implantada deverá suprir as necessidades de mão-de-obra com formação não só prática mas também teórica e, ainda, proporcionar uma economia estimada de US\$ 2 milhões.

ii) Empresa Fisa.

ii.1) Aspectos de Organização Industrial.

A Fisa foi fundada no ano de 1979 e iniciou suas

operações em 1984. A propriedade do capital é privada nacional com 51% do capital votante, enquanto um sócio estrangeiro detém os restantes 49% do capital votante. O sócio estrangeiro é um conglomerado da Nova Zelândia, segundo fabricante mundial de papel de imprensa, com património avaliado em US\$ 5 bilhões e com faturamento de US\$ 6 bilhões.

A Fisa possui 803 funcionários, dos quais 533 na área industrial e 265 na área florestal.

A capacidade instalada na área florestal é de 100 mil hectares, situados entre o Norte do Paraná e o Sudeste de São Paulo, dos quais mais de 73 mil hectares são cultivados praticamente só com pinus.

Na área industrial, a capacidade instalada para produção de pasta mecânica convencional é de 60 mil toneladas/ano, na produção de IMP 60 mil toneladas/ano e finalmente 160 mil toneladas de papel de imprimir/escrever.

A principal linha de produto é papel de imprensa. O faturamento médio anual da empresa nos últimos anos é de US\$ 85 milhões. Nos últimos anos (1987/1991) as vendas por linha de produto foram destinadas predominantemente para o mercado interno.

O total das vendas por linha de produto totaliza 160 mil

toneladas/ano de papel a base de pasta de alto rendimento. O principal concorrente no mercado interno é o grupo Klabin e no mercado externo empresas situadas no Canadá e no Estados Unidos.

A evolução do "market-share" por linha de produto nos últimos anos (1987/1991) é relativamente estável entre 23 a 27 por cento. O principal mercado interno são os jornais e externo, os jornais localizados no Paraguai, Uruguai e na Argentina. O preço e qualidade são os principais fatores de competitividade nos mercados em que a empresa atua, enquanto os serviços de assistência técnica não são relevantes.

Os equipamentos críticos para a produtividade das três fases de produção são os desfibradores, refinadores e máquina de papel. Os equipamentos foram adquiridos em 1983 e seu grau de atualização tecnológica internacional é razoável. A fabricação de pasta e papel é totalmente automatizada. A estrutura da alta administração tem as mesmas características da Inpapel. Entretanto, a Pisa, em função de sua fusão com o sócio estrangeiro, possui atualmente baixo grau de endividamento e está capitalizada para expandir e diversificar a sua produção.

Possui rede própria de distribuição e comercialização e está estruturada em escritórios próprios e representantes comerciais. As condições usuais de pagamento dos produtos vendidos pela empresa são de 30 dias. É grande a importância dos fatores acima para a posição competitiva da empresa.

11.2) Capacitações.

A estrutura do setor de engenharia de processo da empresa é constituída por uma diretoria geral que possui quatro gerências. A gerência de produção é responsável pelo pátio de madeira pela produção de pastas e papel. A gerência de engenharia e planejamento pelos estudos de substituição e aquisição de equipamentos. A gerência de utilidades cuida da manutenção do "hardware". Por fim, a gerência de controle de qualidade da produção cuida do controle do produto final.

Ha articulação direta da engenharia de processo com a engenharia de desenvolvimento do produto. O controle de qualidade do produto final é feito pelo controle de qualidade do processo.

Não há setor de qualidade estruturado na empresa, sendo o controle de qualidade executado diretamente pelo pessoal ocupado na produção. A empresa não possui uma documentação que formalize a política de qualidade. O principal indicador de qualidade utilizado na empresa é o desempenho do papel nas impressoras.

A política de manutenção de equipamentos adotada combina o conceito de manutenção preventiva com preditiva.

A tecnologia de processo foi adquirida por transferência externa de "know-how" com assistência técnica. Não teve origem no desenvolvimento interno e nem de acordos com instituições de P&D extra-produtivas.

Os indicadores de produtividade são rendimento de pasta por tonelada de madeira (95%), rendimento de papel por tonelada de pasta (97%) e velocidade da máquina de papel (1040 m/minutos).

Não existe setor de engenharia de produto estruturado na empresa. O desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos coincide com o do processo.

Os estudos técnicos e econômicos de viabilidade da última etapa de expansão foram realizados e concluídos no período 89/90, sendo que a engenharia básica e de detalhe não foram desenvolvidos. Quem executou os estudos de viabilidade foi a Fisa. Entretanto, se fosse executado o projeto básico, a empresa necessitaria de auxílio de empresas de engenharia, como a Natron-Simons ou Jaako Pöyry Engenharia Ltda.

Não existe setor estruturado de pesquisa e desenvolvimento, não havendo atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada, porém há desenvolvimento experimental na área industrial.

A empresa possui, na área industrial, 538 funcionários, sendo 9 com mestrado, 57 com curso superior, 30 técnicos, 142 com segundo grau e 300 com primeiro grau.

Existem programas internos de treinamento: i) básico para antes da admissão, ii) capacitação de operadores e iii) desenvolvimento gerencial. Consomem em média US\$ 300 mil por ano.

Não existem acordos e nem planos futuros com instituições externas para treinamento. Mas existem facilidades de treinamento fora de programas internos nas empresas do sócio estrangeiro. A empresa estimula a realização de cursos de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado, no país ou no exterior, por parte de seu pessoal técnico mais qualificado. A partir de 1993 esta sendo montado um programa de treinamento para engenheiros "trainees".

11.3) Metas e Estratégias de Capacitação Tecnológica.

Para projetos de grande porte, a participação das exportações se constitui uma imposição, dada a dimensão do mercado interno. Por outro lado, a empresa, no mercado interno, pretende tornar-se líder na produção do papel de imprensa, passando a fornecer dois terços do consumo nacional.

A estratégia de diversificação de produtos visa ampliar a linha de produtos em direção a produtos de maior valor agregado. Os produtos seriam papéis de imprimir e escrever a base de pasta de alto recimento de fibra longa.

A estratégia de diversificação empresarial tem como meta a expansão e a diversificação de atividades, ou seja, consiste em aumentar a atuação em seu mercado tradicional, mas também atuar em outros nichos da categoria papel de imprimir/escrever. Todavia não contempla a produção de equipamentos e/ou a prestação de serviços de engenharia básica. Como a empresa já está associada a segunda maior fabricante de papel de imprensa do mundo, não

pretensão de associar-se a outras empresas para atuar na produção de papel de imprimir e escrever.

A estratégia de comercialização pretende manter a política atual de rede própria de distribuição e vendas, combinada com representantes comerciais.

O montante dos investimentos em modernização previstos para os próximos 10 anos em reequipamento, em instrumentação e em informatização somam US\$ 6,5 milhões/ano, além de US\$ 240 milhões na máquina de papel 2.

Os planos referentes a compra externa de tecnologia visam ampliar as compras no exterior, mas não pretendem diversificar as fontes de tecnologia aumentando o número de parceiros e nem diversificar as compras ampliando a variedade de acordos de transferência.

Os planos da empresa com relação ao controle de qualidade pretendem ampliar a abrangência do sistema de qualidade, adotar novos métodos de qualidade e desenvolver/ampliar programas de qualidade integrados a clientes e fornecedores.

A empresa pretende ampliar os acordos com instituições de P&D do sócio estrangeiro para desenvolvimento tecnológico, para novas áreas de pesquisa e com elevação do montante de recursos envolvidos, mas não com novos parceiros.

Para os próximos anos, não existem planos e nem haverá

custos e alocação de recursos humanos para o setor de P&D.

Os planos referentes a treinamento e gestão da mão-de-obra visam a manutenção dos programas de treinamento para níveis de operadores, nível gerencial e engenheiros "trainees", entre outros.

3.2.2. Grupo estratégico : papel para fins sanitários a base de pastas de alto rendimento de fibra curta.

Este segmento de amostra é constituído de uma empresa, a Cia Melhoramentos, localizada no município de Caieiras, interior do Estado de São Paulo. Levando-se em conta seu volume de produção e o grupo estratégico em que atua, podemos afirmar que trata-se de uma empresa de grande porte.

1) Aspectos de Organização Industrial.

A Cia Melhoramentos teve o início de suas atividades no começo do século XX, quando comprou a primeira máquina de papel. Anos depois, empresários do ramo gráfico vindo da Alemanha a compraram. Atualmente a empresa é uma sociedade anônima, mas 99% do controle acionário estão de posse de duas famílias brasileiras que mantem relações de parentesco.

Dentro do complexo pasta e papel tem-se três unidades industriais. A primeira unidade é uma fábrica de pasta mecânica convencional de pedra, com capacidade instalada de 10 toneladas/dia e com 11 mil hectares de floresta, cujo início

de atividades se deu em 1952. As condições de viabilidade da fábrica consistem em estar no meio da floresta e pelo fato de possuir geração própria de energia elétrica. A segunda unidade é uma fábrica de pasta de alto rendimento: TMP e CTMP, com capacidade instalada para produzir 80 toneladas/dia. A terceira unidade é uma fábrica de papel para fins sanitários (papel higiênico, guardanapos e toalhas) com capacidade total de 85 toneladas/dia, produzidas por duas máquinas de papel. A área de conversão/transformação das 85 mil toneladas em produto acabado, dependendo do "mix" de produto, é de aproximadamente 360 mil volumes ou pacotes de higiênicos de 64 rolos cada um. Além dessas três unidades, possui base florestal própria com três fazendas: Camanducaia 11 mil hectares, sendo 50% reflorestada com coníferas em geral: 5400 hectares em Caieiras e 650 hectares em Bragança Paulista.

A empresa iniciou seu reflorestamento com coníferas, mas a partir de certo momento passou a reflorestar com eucaliptos para utilizá-los na produção de celulose sulfito, fazendo com que o eucalipto fosse a base florestal mais relevante. Contudo, devido a problemas de poluição a empresa resolveu encerrar as atividades dessa fábrica de pasta química e iniciou as atividades com a pasta de alto rendimento (TMP). Na época pretendia-se produzir pasta de alto rendimento basicamente a partir de coníferas, deixando o reflorestamento com eucaliptos. Cinco anos depois do início da produção de pasta de alto rendimento, a empresa descobriu a pasta de alto rendimento de

eucalipto, voltando a direcionar a sua base florestal ao eucalipto(ver Jorge, 1992). A decisão estratégica tomada no passado provocou atualmente uma deficiência ou escassez de eucalipto para a fábrica de alto rendimento.

Com relação ao tratamento de efluentes, a firma possui um sistema adequado para os efluentes provenientes da fábrica de pasta de alto rendimento e da fábrica do papel.

As principais linhas de produtos da empresa são duas : papéis higiênicos e papéis absorventes (guardanapos e toalhas). Os 360 mil volumes distribuem-se em : 82-84 % de higiênicos, 10 % toalhas e 6-7 % de guardanapos.

A empresa vende uma pequena quantidade para o exterior, particularmente Argentina, Paraguai e Bolívia, 1 a 2 % do produto acabado e 5 a 6 % de bobinas estão sendo direcionadas para o Mercosul. A razão básica disso é que a relação peso/volume é muito baixa no caso de papéis sanitários devido ao fato de serem papéis crepados e levarem muito ar dentro de si.

No mercado interno os principais concorrentes na produção de papéis para fins sanitários são: Klabin (30%), Santer (18 % a 20 %). Manikraft (10%), KC do Brasil (6%), enquanto a Cia Melhoramentos detém 8% . Os restantes (26 %) constituem o mercado marginal formado por médios e pequenos produtores, existindo fábricas de até 3 toneladas/dia.

A distribuição percentual do segmento de papel para fins sanitários é a seguinte : i) higiênico representa 70% do mercado de sanitários. ii) guardanapo 15%, iii) toalha 13% e iv) lenço 1 a 2 %.

O mercado para fins sanitários é altamente competitivo, em termos de Brasil. haja visto que as 43 empresas têm capacidade instalada para produzir aproximadamente 500 mil toneladas por ano e no entanto atualmente produzem juntos 430 mil t/ano. Isso faz com que exista uma ociosidade de 15-17 % , levando a uma acirrada concorrência para se colocar o produto no mercado. Através de uma política de preço, agilidade na área comercial e uma entrega efetiva que vá de encontro aos interesses dos clientes é possível manter a participação do mercado de forma estável.

Existem diferentes qualidades de papéis sanitários. Considerando que os papéis higiênicos representam 70 % de papéis sanitários pode-se tomá-los como exemplo. Existem 4 tipos de produtos higiênicos: 1) folha dupla de alta qualidade (a empresa não produz); 2) folha simples de alta qualidade, 3) folha simples de boa qualidade e 4) papel higiênico popular. O que os diferencia são as características finais. Neste sentido, a matéria-prima e os processos de produção que inclui em equipamentos são fundamentais. Em suma, a qualidade, além do preço, também é variável de concorrência.

Como o produto é de consumo final não há assistência

técnica, mas na forte assistência comercial. A comercialização é sempre feita por intermediários como supermercados, atacadistas e varejistas. Considerando que os supermercados são os principais intermediários e adotam a política de estoque mínimo e que há uma desfavorável relação peso/volume, é fundamental o atendimento imediato. Desta maneira quando o estoque estiver no nível mínimo, a empresa deve fazer o atendimento efetivo. A entrega do produto no prazo, na quantidade e na qualidade certa é fundamental para ser competitivo no grupo estratégico papel para fins sanitários.

Como a assistência comercial deve ser muito forte, dentro do segmento de papel para fins sanitários, a empresa possui rede própria de vendas e de distribuição, abandonando seus representantes comerciais. Estes foram abandonados porque geralmente representam artigos de consumo em geral e desta forma, dificilmente tornam-se o representante da linha específica de produtos da empresa.

A condição usual de pagamento dos produtos vendidos da empresa é, em média, de 30 dias. Na concepção da empresa, se for possível fornecer uma dia a mais de pagamento, isso sem dúvida nenhuma melhorara a sua condição competitiva.

ii) Capacitações.

O setor de produção da empresa é constituída de uma diretoria industrial, dividida nas seguintes áreas : área florestal, que supre as necessidades da serraria, das fabricas de

basia e da caldeira que utiliza cavacos, cascas, serragem e, mais importante, os resíduos da estação de tratamento de efluentes; área de pasta de alto rendimento; área de produção de papel e área de engenharia. Todas essas áreas são em nível de gerência.

A área florestal planta, trata, corta e suporta as necessidades de madeira da serraria, energia e pastas. A serraria recebe 2500 metros sólidos por mês e vende madeira serrada para a construção civil, fabricação de embalagens e móveis, basicamente de madeira de coníferas.

A fábrica de pasta de alto rendimento tem um especialista em sua gerência e duas áreas subordinadas: a área de processos e a área operacional, ambas ocupadas por engenheiros. O engenheiro de processo e o gerente de pastas de alto rendimento constituem a equipe de desenvolvimento de processos e produtos.

O departamento de engenharia compreende a área de manutenção, de utilidades e de projetos, atendendo todas as unidades que constituem a diretoria industrial, ou seja, a parte florestal, a parte de pastas e a parte de papel.

A área de produção de papel é constituída pelo setor de produção nas máquinas de papel e pelo setor de conversão do papel.

O controle de qualidade é executado diretamente pelo pessoal ligado à produção e é realizado através do controle de processo ao invés do controle de produto final. A justificativa disso é

que se for feito um controle de cada fase da produção, com certeza o produto final apresentará o padrão de qualidade desejado.

No caso da pasta, os principais indicadores de qualidade são a resistência mecânica sobretudo à tração (para evitar rasgos e estourros) e a alvura proporcionada aos papéis higiênicos. No caso do papel higiênico e papéis absorventes, os principais indicadores de qualidade seriam: alvura, maciez e absorvência.

A empresa possui um sistema de manutenção baseada no conceito de manutenção preventiva realizada através do acompanhamento histórico e do controle de vida útil de equipamentos. O objetivo da política de manutenção é eliminar a necessidade de equipamentos e peças em reserva, no sentido de obter a redução do capital imobilizado e a redução de paradas de horas de máquinas. A empresa está iniciando a manutenção preditiva, mas não possui nada em vista para a política de manutenção do tipo "prática japonesa de quebra zero".

A tecnologia de processo da empresa foi adquirida por transferência externa de "know-how", não havendo a participação do desenvolvimento interno a partir de processos originais e nem de acordos externos com instituições de P&D (Universidades, Institutos de Pesquisa e outras instituições).

Na empresa não existe uma engenharia de produto. O que existe é uma gerência de produto. Como a flexibilidade de

produção é baixa, a engenharia de processo define o que é possível produzir. Devido aos condicionantes técnicos, o objetivo da engenharia de produto é a melhoria de produtos existentes e não o desenvolvimento de novos produtos.

O último projeto de expansão foi a implantação das linhas de conversão de papel higiênico. A primeira linha compreende um equipamento totalmente automatizado, constituído de : desenrolamento do papel, enrolamento, picotamento, corte, embalagem e enfiamento. Nesta linha são produzidos 40% da produção e necessita-se apenas 15 pessoas no total, distribuído em 5 turmas de 3 pessoas cada. A segunda linha para a qual a empresa passou os 60% da produção de papel higiênico não é automatizado e possui 20 anos de idade, além de exigir para sua operação cerca de 150 pessoas.

A área de engenharia da empresa, auxiliada pela engenharia do fornecedor de máquinas e equipamentos, foi quem executou a engenharia básica das novas linhas de fabricação do papel higiênico. A elaboração de estudos e de projeto básico, de algumas reformas de máquinas de papel, também são executadas pela própria engenharia da empresa .

Não há departamento de F&D formalizado na empresa. Na realidade ele se confunde com a engenharia de processo no caso da pasta, enquanto no caso do papel não há nada. A pesquisa e o desenvolvimento visam a melhoria/adaptação de produtos e processos e a assistência técnica à produção. O esforço de F&D

concentra-se sobre o desenvolvimento de novos produtos e processos, mas sobretudo na melhoria de produtos e processos existentes. Sendo que as atividades de pesquisa aplicada são desprezíveis e a pesquisa básica é inexistente. A empresa possui equipe própria de engenharia de projeto.

Na realidade a firma possui projeto de implantação de planta piloto de pasta de alto rendimento, inclusive já dispoñdo de prédio para isso, por enquanto usado para outros fins. Entretanto, chegou-se a conclusão de que, devido ao tamanho da fábrica de pasta (80 ton/dia) seria um investimento desnecessário, a medida que todo desenvolvimento piloto pode ser realizado na própria planta industrial. A vantagem adicional seria o fato de que a planta piloto não teria todas as características reais da planta industrial.

A grande inovação introduzida pela empresa em nível do País foi o projeto de utilização de eucalipto na produção de pasta de alto rendimento: termomecânica e quimiotermomecânica. Após intensas pesquisas chegou-se ao ponto ideal na produção de papel higiênico e papel cartão: 80% de eucalipto e 20 % de pinus patula. Atualmente utiliza-se 80% de eucalipto e 20 % de aparas ou celulose.

Devido às características da empresa, no nível operacional atuam ainda trabalhadores de baixa qualificação. No quadro de funcionários não se tem mestres e doutores, mas apenas chega-se ao nível de especialização.

Existem programas internos de treinamento e acordos com instituições externas para treinamento para todas as funções. Não obstante, não existem facilidades para treinamento fora de programas internos e acordos externos, ou seja, a empresa não estimula a realização (no Brasil ou no exterior) de cursos de pós-graduação (mestrado/doutorado) por parte de seu pessoal técnico mais qualificado e não tem planos sobre esse tipo de treinamento.

iii.3) Metas e Estratégias de Capacitação Tecnológica.

Devido à instabilidade econômica é difícil realizar previsões sobre vendas externas. Mas o mercado formado pelos países do Mercosul será relevante, inclusive até preponderante nas vendas da empresa.

A estratégia de diversificação de produtos compreende a ampliação da linha de produtos, em direção a produtos de maior valor agregado. Os produtos seriam papel feito de pasta de alto rendimento de eucalipto e outras categorias de papel que não sejam para fins sanitários.

A empresa não pretende atuar em outras áreas que não seja produção de papel, como produção de equipamentos ou prestação de serviços de engenharia de projetos. Entretanto, pretende explorar ao máximo as tecnologias de processo e produto disponíveis no mercado. Nesse sentido pretende associar-se a outra empresa da América da Latina para atuar na produção de papel para fins

sanitários e em outros fins, inclusive no desenvolvimento da pasta quimiomecânica (QMI) que consome menos energia e peróxido de hidrogênio.

Na área de comercialização, a empresa, em princípio, pretende aumentar a rede própria de distribuição e vendas, mas se for o caso será "terceirizado" o que for possível. Não há planos para ampliar os serviços de apoio aos clientes porque o produto é de consumo.

A empresa planeja realizar investimentos de modernização desde que seja necessário, em reequipamento, em instrumentação, em informatização, em "lay-out", levando-se em conta que é uma questão de sobrevivência.

A empresa pretende, no Brasil ou no exterior, diversificar suas fontes de tecnologia aumentando o número de parceiros e diversificar suas compras para ampliar a variedade de acordos de transferência no sentido de absorver tecnologia.

O plano da empresa com relação ao controle de qualidade estabelece como meta básica o padrão ISO 9000. Para isso planeja desenvolver/ampliar programas de qualidade integrados a clientes e fornecedores e planeja ampliar a abrangência do sistema de qualidade e adotar novos métodos de controle.

Os planos futuros referentes aos gastos e a alocação de recursos humanos para o setor de pesquisa e desenvolvimento nos próximos anos pretendem manter a política atual, porque, como a

planta industrial é relativamente pequena, pode ser usada como planta piloto sem incorrer em custos adicionais e com a vantagem do desenvolvimento experimental ser realizado diretamente em escala industrial.

Os planos referentes a treinamento e gestão de mão-de-obra compreendem a contratação de trabalhadores com no mínimo o primeiro grau para os níveis operacionais, enquanto, para o nível de gerência e supervisão, somente com curso secundário técnico. No sentido de formação de mão de obra de nível superior contrata regularmente estatísticos.

A qualificação e requalificação de mão de obra serão feitas também através de programas internos de treinamento e acordos com instituições externas para treinamento para todas as funções. Não obstante, a empresa não tem planos sobre o treinamento em nível de mestrado e doutorado para seu pessoal técnico mais qualificado.

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

Utilizando-se o referencial metodológico desenvolvido na seção 3.1. para análise e interpretação dos principais resultados das entrevistas realizadas junto as líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel (descrito na seção 3.2), chegou-se ao diagnóstico do nível das funções científicas e técnicas cujos resultados foram sistematizados no quadro 3.

QUADRO 3 - ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO DAS EMPRESAS LIDERES

Empresas	Funções Científicas e técnicas dentro da Empresa									
	Reso.	Desen.	Eno.	Eno.Prod.	Serv.	Patentes	Informação	Educ. e Prev.	Lon.Prazo	
	Basica	Aplic.	Exper.	Proj.	C.Qualid.	Téc.	Cien.Téc.	Formação	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

A comparação dos níveis das funções científicas e tecnológicas da Inpapel, Pisa e Cia Melhoramentos, com os níveis destas funções (apresentados 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 Inpapel 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.

3.4. Perspectivas de Sobrevivência e Crescimento das Líderes Tecnológicas.

Na indústria do papel o núcleo de geração e difusão do progresso técnico localiza-se na indústria de bens de capital sob encomenda (cf. capítulo 1). Assim, as firmas fornecedoras de equipamentos para produção de pastas e papel são quem possuem o desenvolvimento experimental e a engenharia de projeto muito fortes, pois são essenciais para a introdução de inovações originais (ver seção 3.1). 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.

Uma estratégia ofensiva requer ainda ser "muito forte" em : pesquisa aplicada; serviços técnicos; patentes; educação e formação de sua mão-de-obra e de seus clientes; e na previsão de longo prazo e planejamento de produtos. Precisa ser pelo menos "forte" em : desenvolvimento experimental e engenharia de projeto. Já uma estratégia defensiva requer apenas ser "muito forte" em informação científica e tecnológica, assim como "forte" em desenvolvimento experimental e engenharia de projeto.

A manutenção de forte relacionamento com as líderes fornecedoras de equipamentos para pastas e papel, no sentido de obter acesso privilegiado aos resultados de F&D, conjugado com a necessidade de manter dentro da firma funções científicas e

tecnológicas, em níveis "muito fortes" e/ou "fortes", envolve incorrer inexoravelmente em : (i) elevados gastos na introdução, desenvolvimento e difusão de inovações e (ii) assumir riscos consideráveis a medida que a decisão de inovar envolve incerteza tecnológica. Diante do caráter predominantemente incremental da mudança técnica na indústria do papel (cf. demonstrado no cap. 1).

No País e em nível das lideres tecnológicas, conforme visto no capítulo 2, existem vantagens competitivas estáticas e dinâmicas, na área florestal e industrial, que desestimulam a adoção de estratégias de inovação ofensiva ou defensiva na área industrial.

As duas principais vantagens estáticas estruturais que as lideres tecnológicas da indústria brasileira do papel possuem, em relação aos concorrentes internacionais, verificam-se na área florestal que são dois (ver a respeito cap. 2) : (i) disponibilidade de matéria-prima de baixo custo de produção resultante do aproveitamento dos incentivos fiscais para a constituição de base florestal e (ii) condições edafoclimáticas favoráveis ao rápido crescimento tanto dos gêneros de madeira de fibra curta (eucaliptus) como de fibra longa (de pinus). Em média a constituição de uma floresta de eucaliptos leva 7 anos e de pinus 10 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, verificarse na área florestal (ver. cap. 2) : domínio ou acesso a tecnologia de constituição e/ou reformas da base florestal não so a nível de "know how" mas também de "know why", cuja principal fonte de mudança técnica consiste nos esforços de R&D no sentido de aumentar a produtividade e a uniformidade da florestas de coníferas e de folhosas. A aplicação da tecnologia florestal envolve elevado nível de conhecimento local e específico, basicamente em decorrência das condições edafoclimáticas específicas as 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, a medida que os processos de alto rendimento de refinadores apresentam maior oportunidade tecnológica do que os processos kraft (ver a respeito cap. 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, adaptação e 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 (ver em maiores detalhes cap. 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 Inpaci e a Cia Melhoramentos seguem uma estratégia de inovação imitativa (ver seção 3.3), na área industrial. No caso da Pisa, além das duas condicionantes estruturais, a associação empresarial com o sócio estrangeiro estimula o intercâmbio. Contudo dado o desnível técnico nas capacidades tecnológicas, conjugado à falta de capacitação da empresa na atividades de P&D, na área industrial, estimula 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 (ver capítulo 1), então não há a necessidade das líderes nacionais adotarem 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 sustentáveis, torna-se possível a perspectiva de sobrevivência e/ou crescimento das ligeres tecnológicas.

Outras evidências reforçam as perspectivas de sobrevivência e crescimento da Indacel. O ponto forte da estratégia imitativa está localizada na estratégia de diversificação de produtos, que consiste em passar a fabricar papéis de imprimir/escrever a 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 impõe novos "trade-offs" e novos desafios técnicos, mas ao mesmo tempo permite explorar as assimetrias tecnológicas e concorrenciais 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 vendas de terceiros. Atualmente para se manter uma

posiçãõ dominante no mercado internacional, e necessario mas não suficiente ser o mais eficiente na produçãõ e administração. E preciso também ser eficiente no processo de comercialização do produto fabricado (ver. capítulo 1). Para isso e necessario possuir rede própria de distribuição e vendas dos produtos fabricados ou "alianças estratégicas" com redes já constituídas. Mas enfim, na realidade o mercado e que vai dar a palavra final se a estratégia de comercialização seguida pela empresa, que combina preço menor, qualidade similar e rede de terceiros, e adequada.

CONCLUSÕES

A evolução do paradigma tecnológico da indústria do papel é caracterizada pelo aperfeiçoamento dos "trade-offs" entre rendimento em pasta por unidade de madeira, qualidade da pasta (resistência mecânica ao rasgo e a tração, grau e estabilidade da alvura, opacidade, "bulk"), nível de poluição ambiental e o consumo de energia.

À medida que as inovações de processo na indústria do papel apresentam três características básicas - (i) são mal adaptadas às necessidades dos usuários; (ii) necessitam de inovações complementares e (iii) sofrem concorrência da velha tecnologia - o aperfeiçoamento dos "trade-offs" baseado nas trajetórias tecnológicas de fibra longa e fibra curta apresenta caráter incremental, no sentido de que depende de sucessivas melhorias incrementais, tanto na tecnologia objeto de decisão de adoção e/ou desenvolvimento, como nas tecnologias complementares e substitutas.

O caráter incremental da mudança técnica na indústria e a própria complexidade sistêmica do processo de produção do papel possuem duas implicações. Primeiro, os problemas associados à introdução de uma inovação não são resolvidos simultaneamente e de forma instantânea. Não só a difusão, mas também a geração de inovações, requerem seu uso intenso ou a simples passagem do tempo. O aprendizado no uso da inovação pelas firmas da indústria do papel é essencial para a adaptação e aperfeiçoamento dos

processos e equipamentos para produção de pasta e papel, com o apoio das firmas fornecedoras de insumos químicos e das "bridging institutions". Portanto, as firmas líderes do segmento de bens de capital sob encomenda não são os únicos agentes responsáveis pela geração e difusão de inovações radicais de processo e de produto na indústria do papel. Segundo, a existência de problemas não identificados e resolvidos, que dependem da informação adicional fornecida pelo uso intenso ou pela simples passagem do tempo, significa que as decisões de adotar e/ou desenvolver inovações são tomadas em condições de incerteza tecnológica, podendo envolver diferentes expectativas tecnológicas e graus variados de aversão ao risco, de modo que é possível a existência de diversidade comportamental na adoção de estratégias de inovação (ofensiva, defensiva, imitativa, dependente e oportunista), ao invés da homogeneidade de comportamento baseado no princípio da maximização de uma função objetivo qualquer (lucros, receitas, entre outras).

Por outro lado, dentro da indústria fornecedora de equipamentos para pastas e papel, estão presentes em suas próprias trajetórias tecnológicas atributos de elevada oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e sua apropriabilidade privada. Isso explica porque no segmento fornecedor de equipamentos para produção de pastas de alto rendimento verifica-se a tendência de concentração da produção e vendas. Não obstante, as evidências econômicas e históricas de que a estratégia de crescimento das firmas líderes fornecedoras

de equipamentos não é a integração vertical a jusante com as firmas líderes da indústria do papel, e vice-versa, visando a produção nativa de equipamentos. Portanto, a concentração da produção e vendas de equipamentos de pastas e papel não conduziu inexoravelmente à produção nativa, o que tornaria menor a disponibilidade de tecnologia de fronteira (ver caso Indacel). Desta maneira, não há a necessidade de endogeneizar, junto as líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel ou ao País, a geração de tecnologia de fabricação de equipamentos de pontos críticos na produção de pastas e papel, no sentido de garantir a sua sobrevivência e/ou crescimento.

No que se refere ao desenvolvimento tecnológico local e específico em nível de País e/ou das líderes tecnológicas, a seguir descreve-se os seus principais aspectos.

Os desafios técnicos na aplicação da tecnologia florestal são específicos e particulares a cada firma e País e, dado o desinteresse dos países desenvolvidos, o aprendizado tecnológico local e específico foi fundamental para a geração e difusão da inovação original na área florestal. Isto é, da tecnologia florestal que possibilitasse a constituição de florestas de madeiras de fibras curtas e longas com alta produtividade e uniformidade.

As madeiras de fibras curtas possuem características físicas, químicas e óticas bastante distintas das madeiras de fibras longas, sendo a principal o comprimento médio das fibras

curtas. A constituição e descobrimento da trajetória da madeira de fibra curta de eucalipto estabeleceu novos "trade-offs", envolvendo o desenvolvimento de capacidades tecnológicas tácitas e específicas na aplicação da tecnologia dominante (processo kraft). Nesse sentido, o aprendizado tecnológico local e específico também foi fundamental a adaptação e aperfeiçoamento da tecnologia dominante na produção de celulose e papel a base de fibra curta de eucalipto. O maior problema técnico na área industrial era a baixa resistência mecânica do papel **fabricado com fibra curta de eucalipto**. Esse problema foi resolvido através de modificações das técnicas de refino e de novas tramas das fibras curtas no papel.

O aprendizado tecnológico local na área florestal e industrial resultou de um esforço coletivo empreendido pelas principais empresas da indústria brasileira do papel, por uma empresa nacional da indústria de bens de capital (Filão) e pelas "bridging institutions" (IFT/USP e IPEF/ESALQ/USP), com o Estado Nacional assumindo todos os custos e riscos do processo de inovação.

O grande dinamismo da indústria brasileira do papel, demonstrado a partir da década de 70, foi decorrente em grande parte do êxito do aprendizado e do desenvolvimento tecnológicos locais, tácitos e específicos, no desenvolvimento da trajetória baseada nas madeiras de fibras curtas de eucalipto. Conforme mostrado o País aumentou significativamente sua participação no

mercado mundial de pasta e papel, sendo atualmente um dos líderes mundiais na produção e exportação.

Na área florestal, devido à constituição de um núcleo de progresso técnico (o IPEF) e de investimentos efetuados em sua direção pelas principais empresas, bem como o dinamismo da indústria brasileira do papel a partir da década de 70, pode-se concluir que, na área florestal, no âmbito da firma e do País existe o conhecimento nos níveis de "know how" e "know why" da tecnologia. Não obstante, na área industrial, a pesquisa de novos equipamentos de fabricação de pastas e papel nunca foi e não está sendo desenvolvida no País pelas fornecedoras de equipamentos de fabricação de pastas e papel e pelas líderes tecnológicas. Desta forma, pode-se concluir que existe a ausência do núcleo de progresso técnico ao nível das líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel e do País. Não há evidências de que o País e as próprias líderes tecnológicas superem a descontinuidade que existe entre o conhecimento tecnológico no nível de "know now" para o nível de "know why", da tecnologia industrial, para tornarem-se geradores e difusores de inovações originais de equipamentos de pontos críticos do processo de fabricação de pastas e papel.

Na indústria do papel o núcleo de progresso técnico localiza-se na indústria de bens de capital sob encomenda. Assim, as firmas líderes fornecedoras de equipamentos de fabricação de pastas e papel são quem possuem a capacitação tecnológica no

sentido de conceber, construir e testar os prototipos de planta piloto de equipamentos e/ou novos processos. Destarte, as empresas líderes da indústria brasileira do papel, para seguirem uma estratégia ofensiva ou defensiva na área industrial, necessitariam manter uma forte associação, não só de caráter mercantil, com os fornecedores de equipamentos, para obter acesso privilegiado aos resultados das atividades de P&D. Também teriam de manter intensa atividade de pesquisa, desenvolvimento e difusão dos produtos.

Os requisitos para seguir uma estratégia ofensiva e/ou defensiva envolvem: (i) elevados gastos de P&D e de difusão dos produtos e (ii) assumir riscos consideráveis a despeito do caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel, no qual o que é essencial é o "learning by using" na adaptação e aperfeiçoamento incremental das inovações, bem como no qual a presença de diversidade comportamental na adoção de estratégias de inovação é possível.

Portanto, o caráter incremental do progresso técnico na indústria do papel que possibilita a diversidade comportamental, assim como a presença de vantagens competitivas estáticas e dinâmicas na área florestal e industrial, conforme sistematizado no cap. 3, são as condicionantes estruturais que explicam e justificam porque a Inpapel e a Cia Melhoramentos seguem uma estratégia de inovação imitativa na área industrial e a Fisa uma estratégia dependente. No caso da Fisa, além

das duas condicionantes estruturais, a associação empresarial com o sócio estrangeiro explica a adoção da estratégia dependente.

O caráter incremental da mudança técnica na indústria do papel e a presença de vantagens competitivas estáticas e dinâmicas no nível das líderes tecnológicas e/ou do País, em relação aos concorrentes nacionais e estrangeiros, permitem afirmar que as estratégias de inovação seguidas na área industrial são sustentáveis, tornando-se possível a perspectiva de sobrevivência e/ou crescimento das líderes tecnológicas da indústria brasileira do papel.

Esta perspectiva é reforçada por que a Inpapel, a Pixa e Cia Melhoramentos seguem estratégia ofensiva ou defensiva na área florestal. A esse respeito destaca-se que a Inpapel e Cia Melhoramentos pretendem mudar gradativamente a sua base florestal constituída basicamente de pinus para o eucalipto. No caso da Inpapel, a mudança envolverá inexoravelmente elevados conhecimentos locais, tácitos e específicos, a medida que o eucalipto não é resistente a regiões de baixa temperatura e às geadas.

Bibliografia

- ANFPC. Relatório estatístico. São Paulo. Vários anos.
- ANFPC. Revista Celulose e Papel. São Paulo. Vários números.
- ARAÚJO Jr., J. I. Tecnologia, Concorrência e Mudança Estrutural : A Experiência Brasileira Recente. IPLA/INPES. 1985.
- BENNETT, DAVID C. Problemas de corrosão na indústria de celulose e papel. Artigo técnico trazido da Revista Materials Performance, jan/84. IN: Revista o Papel, dez/1984, p. 89.
- BIBIANO, M. Pasta quimiotermodinâmica : um projeto pioneiro. Artigo técnico. IN : Revista o Papel, fev/1983, p.37.
- BNDES/DEEST. Sumulas perspectivas : papel e celulose. Texto para discussão no. 3. Rio de Janeiro. 1986.
- BNDES. A participação do sistema BNDES na evolução do setor de celulose e papel no Brasil. Departamento de Relações Institucionais. Rio de Janeiro. 1990.
- BNDES. Questões relativas à competitividade da indústria de bens de capital: bens de capital sob encomenda e máquinas-ferramenta. Estudos BNDES.
- BUGAJER et alii. Utilização de pasta termomecânica em diferentes tipos de papéis. Artigo técnico. IN: Revista o Papel, set/1980, p. 35.
- CELULOSE & PAPEL. Caracterização do segmento de celulose não-madeira. Pesquisa. 36.
- CHANCE, J. LARRY. Secagem do papel: tecnologia atual. Artigo técnico traduzido da revista "Paper". julho/84. IN: Revista o Papel, abril/1985, p. 97.
- CHRISTENSEN, P. K. Tecnologia da celulose: um desenvolvimento rápido. Artigo técnico traduzido de "Paper Technology and Industry " march 1987, vol.28 no.2. IN: Revista o Papel, set/1988.
- COLODETTE, JORGE LUIZ. O papel do sulfito de sódio na polpação "quimiotermodinâmica" : fatores que afetam as propriedades das pastas. Artigo técnico. IN: O Papel, jan/1989, p.45.
- CRONIS, MARLENE DELY DRUZ DC. Caracterização de alguns

materiais não-madeira visando avaliação do seu potencial como matéria-prima na fabricação de pasta celulósica. Artigo técnico. IN: Revista o Papel.

CROON. INGERNAR & SILVA. CARLOS A. FARINHA. Pasta oumiomecânica : uma nova fibra para fabricação de papel. Artigo técnico. IN: Revista o Papel. julho/1985.

CRUZ. HELIO N. et alii. Avaliação do impacto econômico das biotecnologias do setor de celulose e papel. Junho de 1988.

DELALIBERA. PEDRO. Desenvolvimento da engenharia nacional para o setor. Artigo técnico. IN: O Papel. set/1988. no. 49. p. 136.

DOSI. G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories - A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change, Research Policy 11.

DOSI. G. (1984). Technical change and Industrial Transformation - The Theory and an Application to the Semiconductor Industry. Londres. Macmillan.

DOSI. G. (1988b). "Sources, procedures and microeconomic effects of innovation". Journal of Economic Literature. XXVI (Setembro)

FARINHA E SILVA. Carlos A. Pasta de alto rendimento : investimento e custos - desenvolvimento de projeto. Relatório Técnico da Jaako Poyry Engenharia Ltda, apresentado no Seminário de Pastas de Alto Rendimento, 1984.

FARINHA E SILVA. Carlos A. Competitividade na década de 90. Relatório Técnico da Jaako Poyry Eng. Apresentado na VII Reunião de Fabricantes de Papel e Celulose, 1990.

FREEMAN. C. (1974). The Economics of Industrial Innovation. Penguin. Harmondsworth.

GAERBER. WOLFGANG & LAHR. LUIZ. Papéis Lwc : a qualidade de fabricação europeia poderá ser produzida utilizando matérias-primas brasileiras? Artigo técnico. IN: O Papel. maio/1982. p. 35.

GIERTZ. HANS W. Pastas de alto rendimento : a influencia do rendimento e deslignificação parcial sobre as propriedades do papel. Artigo técnico traduzido de "World Wide". IN: Revista o Papel. fev/1989. 38. p. 152.

- MAGULNAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas. Uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. Texto para Discussão, IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1989.
- HARTLER, N. Technological advances in relation to the future supply of pulp fibres. World pulp and paper demand. FAO.
- HASELEIN, C.R. & REZENDE, J.L.P. Situação atual e evolução da produção de celulose e papel no Brasil. Universidade Federal de Vicosa, 1986, 18p.
- HURWITZ, R. Patterns of media use in development countries. World pulp and paper demand. FAO.
- IPT/PATI. Papel e celulose: fase florestal e industrial. Relatório de Pesquisa. São Paulo, 1988.
- JOHNSON, GUSTAF E. Os últimos desenvolvimentos em polpa mecânica-ctmp. Artigo técnico traduzido da revista "Paper" abril/1985. IN: Revista o Papel, dez/85, 141, p.22.
- JORGE, MAURICIO OTAVIO MENDONÇA. Emergência e consolidação do "padrão eucalipto" na indústria brasileira de celulose de mercado. Campinas: UNICAMP/IE, 1992. Dissertação de Mestrado.
- MARJALAINEN, Loa. Future role of paper and paperboard in packaging. World pulp and paper demand. FAO.
- KRAMER, J. D. The brasilian pulp and paper industry - ready for the future? Anais do 22o. Encontro Anual da ABTCP. São Paulo, novembro de 1989, p. 203/216.
- KYRKLIND, B. The implications of technology. World pulp and paper demand. FAO.
- LINTU, L. Evolution of the structure of pulp and paper supply. World pulp and paper demand. FAO.
- MALERBI, PAULO E. CH. Automação em máquinas de papel. Artigo técnico. IN: Revista o Papel, out/1989, 53, p.179.
- MATHIAS, W.F. O impacto da era eletrônica na demanda de papel. IN: Revista Dados e Idéias, março 1982.
- NEVES, JOSÉ MANGOLINI & ASSUNCAO, ROSELY MARIA VIEGAS. Alternativas, em desenvolvimento, para produção de pastas mecânicas. Artigo técnico. IN: Revista o Papel, julho/80.
- NEVES, JOSÉ MANGOLINI. Tecnologia de controle avançado aplicada aos processos de alto rendimento. Artigo técnico.

- IN: Revista o Papel, dez/1988, p. 141.
- NEVES, JOSÉ MANGOLINI. Tempo de oinus taeda : misturas para a fabricação de papel imprensa. Artigo técnico. IN: O Papel, dez/1989, 107, p. 182.
- NEVES, JOSÉ MANGOLINI. Pastas quimiotermodinâmicas de bagaço de cana. Artigo técnico. IN: Revista o Papel, dez/1985, 127, p.25.
- NIMZ et alii. O futuro dos métodos de polpação e branqueamento. Nota técnica. IN: Revista o Papel, fev/1991, p.49.
- OECD. Industrial revival through technology. OECD, Paris, 1988.
- Oliveira et alii. O setor de celulose-papel. Campinas, 1990. Convênio IPT/FECAMP. Versão preliminar.
- PALADINO, G. G. 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, 1985.
- PAVITT, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". Research Policy, 13, North-Holland.
- PENROSE, E. (1959). The theory of the growth of the firm. Oxford. Basil Blackwell.
- PERSON, JOHN. Celulose de mercado : meio ambiente é o novo desafio. Artigo traduzido de PPI-Pulp & Paper Internacional. IN: Revista Celulose & Papel, no. 36, nov/dez 1991, p.33.
- PINHO, M. R. R. & ASSUMPCAO, R. M.V. Polpação quimiotermodinâmica de "eucalyptus saligna". Artigo técnico. IN: Revista o Papel, abril/1984, p.41.
- PORDILE, G. (1989). Tecnologia, transformação industrial e comércio internacional: uma revisão das contribuições neo-schumpeterianas, com particular referência às economias da América Latina. Campinas. Dissertação de Mestrado. IE/UNICAMP (mimeo).
- PORTER, M. (1989). Estratégia competitiva : técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro, Campus.
- POSBAS, MARIÓ LUIZ (1985). Estruturas de mercado em

Olinda, São Paulo. Nacitec.

POSSAS, MARIO LUIZ (1988). "Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana". In: Amadeo, E. (org.). Ensaio sobre Economia Política Moderna: teoria e história do pensamento econômico. São Paulo. Marco Zero, 1989.

REZENDE, J.L.P. & NEVES, A.R. Evolução e contribuição do setor florestal para a economia brasileira. SOB.

REVISTA CELULOSE E PAPEL. São Paulo. Vários números.

REVISTA O PAPEL. São Paulo. Vários números.

ROSEMBERG, N. (1982). Inside the Black Box - Technology and Economics. Cambridge University Press.

SANTOS FILHO, OTAVIANO CANUTO DOS (1991). Processos de industrialização tardia: o paradigma da Coreia do Sul. Tese de doutoramento apresentada ao IE/UNICAMP.

SERVICO NACIONAL DA INDUSTRIA-SENAI/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A-IPT. Celulose e Papel. São Paulo. 1981.

NEVES, JOSÉ MANGOLINI. Pastas de alto rendimento. In: SENAI. Celulose e Papel. 2a. e. São Paulo. Instituto de Pesquisas de São Paulo. 1988. 2v.

NEVES, JOSÉ MANGOLINI. Branqueamento de pastas celulósicas. In: SENAI. Celulose e Papel. 2a. e. São Paulo. Instituto de Pesquisas de São Paulo. 1988. 2v.

SOETE, L. Sectoral and Technological Taxonomies: An Integrative Analysis Based On Innovation Statistics. preparado para a OECD Workshop on Innovation Statistics. Paris. 8-9 dezembro 1986. mimeo.

SOTO B., FERNANDO A. Da indústria de papel ao complexo florestal no Brasil: o caminho do corporativismo tradicional ao neocorporativismo. Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP. Campinas, 1992.

SUCHEK, V. I. Tendências dos mercados de papel e celulose. Jaakko Poyry Engenharia. São Paulo, 1990, mimeo.

SUCHEK, V.I. A crise de fibras na fabricação de papel. Relatório Técnico da Jaakko Poyry Engenharia. São Paulo, 1986.

SUZIGAN, W. et alii. Reestruturação industrial nos países desenvolvidos e implicações para a América Latina. Campinas, mimeo, 1988, 44p.

TERRA, J.C.C. & DEBRAGIA, R. Setor de papel e celulose: relação entre a capacitação tecnológica e desempenho exportador. Anais do XVI Simposio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, outubro de 1991.

WARDLE, PHILLIP. A face preta futuro do setor até 1995. Celulose & Papel, 44, pp. 42-44.

WRIGHT, ROGER. Expectativas de mercado para ctmo branqueada. Artigo traduzido da revista "Paper" abril/85. IN: Revista o Papel, maio/1986, p.31.

YAAKKO POYRY ENGENHARIA LTDA. Prospects of the Brazilian Pulp and Paper Industry Worldwide, 1981. Relatório encomendado pelo CDI, STI, ANPP, ABCECEL e CTCP/IPT.

ZAEYEN, A. Estrutura e desempenho do setor de papel e celulose no Brasil. Dissertação de mestrado, IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986.