

# MUDANÇAS EM REGIMES INDUSTRIAIS E ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS: EVIDÊNCIAS DE EMPRESAS DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL\*

*Claudia Teresa Carvajal García*<sup>\*\*</sup>

*Paulo N. Figueiredo*<sup>\*\*\*</sup>

**RESUMO** Apesar de aprofundamento de estudos sobre capacidade tecnológica em nível de empresas ao longo dos últimos 30 anos, há escassez de estudos sobre similaridades e diferenças entre empresas do mesmo setor industrial, em termos de acumulação de capacidades tecnológicas e suas implicações para o aprimoramento de indicadores de performance técnico-econômica ao longo de diferentes regimes industriais, especialmente no contexto de países de industrialização recente, como é o caso do Brasil. Baseando-se em evidências de primeira mão colhidas à base de extensivos trabalhos de campo, este artigo examina essas questões em três grandes empresas de celulose e papel no Brasil (1970-2004). O estudo encontrou: (1) Diferenças inter e intraempresariais em termos da maneira e velocidade de acumulação de capacidades para funções tecnológicas específicas ao longo dos diferentes períodos; (2) Tais diferenças refletiram-se, com diferentes graus de intensidade, no aprimoramento dos indicadores de performance técnico-econômica; (3) As empresas responderam positivamente às mudanças para uma economia aberta a partir dos anos 1990; (4) Porém, os aprimo-

---

\* Artigo enviado em 14 de janeiro de 2008 e aprovado em 17 de setembro de 2009. Os autores agradecem às empresas participantes deste estudo a valiosa cooperação. Os autores também são gratos à Ebape/FGV pelo valioso apoio ao estudo subjacente a este artigo. Os autores agradecem aos dois avaliadores da REC pelas relevantes críticas e recomendações.

\*\* Mestre em Administração Pública pela Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (Ebape) da Fundação Getúlio Vargas, formada em Ciências Contábeis pela Universidad de Santo Tomás de Aquino (Colômbia), e-mail: claudia.garcia@fgv.br e claudiatc@hotmail.com

\*\*\* Professor do quadro de carreira da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (Ebape) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). É Ph.D. em gestão de tecnologia e inovação pelo Spru- Science and Technology Policy Research, University of Sussex, Reino Unido, e-mail: pnf@fgv.br

ramentos em seus indicadores de performance técnico-econômica não derivaram das mudanças do regime industrial *per se*, mas, principalmente, dos seus esforços internos para acumulação tecnológica.

**Palavras-chave:** regimes industriais; capacidade tecnológica; aprimoramento de performance; Brasil

**Código JEL:** O31, O32, O14

**CHANGES IN INDUSTRIAL REGIMES AND  
ACCUMULATION OF TECHNOLOGICAL CAPABILITIES:  
EVIDENCE FROM PULP AND PAPER FIRMS IN BRAZIL**

**ABSTRACT** Despite the profusion of studies of firm-level technological capabilities studies, over the past 30 years, there is a scarcity of analyses on similarities and differences across firms, of the same industrial sector, in terms of types and levels, direction and rate of accumulation of technological capabilities and their implications for the improvement of techno-economic performance across different industrial regimes, especially in the context of late-industrializing countries, as it is the case of Brazil. Based on first-hand qualitative and quantitative empirical evidence, collected on the basis of extensive fieldwork, this article examines these issues in three large pulp and paper companies in Brazil (1970-2004). The results show that: (1) Inter and intra-firm differences across the companies in terms of the manner and speed of accumulation of capabilities for specific technical functions over different time periods; (2) Such differences were reflected on these firms' techno-economic performance improvement during the examined periods; (3) These companies responded positively to the changes into an open and outward-looking industrial regime, implemented from 1990s in Brazil; (4) However, the improvements to these firms' techno-economic performance were not derived from trade-openness *per se*, but, mainly, from their efforts on technological accumulation.

**Key words:** industrials regimes; technological capability; performance improvement; Brazil

## INTRODUÇÃO

As implicações das capacidades tecnológicas para o aprimoramento de performance, em nível de empresas, começaram ser sistematicamente examinadas a partir dos anos 1950 (ver Penrose, 1959). Na América Latina, trabalhos pioneiros iniciados a partir do início dos anos 1970 por Jorge Katz, Martin Bell, Sanjaya Lall e Carl Dahlman (ver Katz, 1987) adotaram uma perspectiva dinâmica sobre o desenvolvimento de capacidades tecnológicas inovadoras em empresas de países em desenvolvimento. Tais estudos contrariaram a visão estática e pessimista prevalente até então sob a influência da “perspectiva da dependência” (ver Figueiredo, 2004).

A partir dos anos 1990, com a mudança de regime industrial nos países latino-americanos, a literatura tem apresentado uma abordagem divergente quanto às implicações da política de liberalização para o desenvolvimento econômico e tecnológico das economias emergentes. Alguns estudos argumentam que com a globalização econômica os países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, têm se tornado menos competitivos e que a brecha tecnológica com os países desenvolvidos tem sido ampliada no longo desses anos (Cimoli; Katz, 2003; Katz, 2004). No entanto, esses autores argumentam que setores baseados em processamento de recursos naturais têm alcançado um melhor desempenho inovador. Porém, poucos estudos têm examinado o real processo de acumulação de capacidades tecnológicas, em nível de empresas, nesses setores. Faz-se, portanto, necessário examinar o processo de acumulação tecnológica através de diferentes regimes industriais.

Os setores celulose e papel, tipicamente à base de recursos naturais, compreendem um grupo de empresas que demandam um alto índice de uso de bens de capital, tanto na fase de implantação como durante a fase de crescimento e expansão. Esses setores caracterizam-se pela intensidade de atividades de processo e representam um importante componente dentro das indústrias de países em desenvolvimento (Bell; van Dijk, 2003; Frischtak, 2006). Outro aspecto importante de abordar nos setores celulose e papel é sua relevância dentro da economia brasileira. O setor celulose brasileiro apresenta um crescimento gradual dos níveis de produção e uma contínua expansão dentro do mercado globalizado, posicionando-se como o maior

produtor de celulose fibra curta de eucalipto do mundo. Segundo dados da balança comercial, a partir do ano 1999 o setor tem apresentando resultados superavitários fruto de sua capacidade competitiva com empresas produtoras de países industrializados. Essa capacidade competitiva deve-se, em parte, ao aproveitamento de sua localização geográfica, caracterizada por seu clima tropical, gerando um diferencial inato, que acelera os processos de reposição de matéria-prima graças às atuais técnicas autossustentáveis, mas, principalmente, aos avanços tecnológicos de desenvolvimento genético, que permitem uma alta produtividade em um menor tempo.

Existem, no entanto, alguns estudos sobre capacidades tecnológicas e performance no que diz respeito aos setores celulose e papel, como, por exemplo, Tremblay (1998), Figueiredo (2002) e Tacla e Figueiredo (2003). Porém, apenas Tacla e Figueiredo (2003) fazem uma aproximação, no caso brasileiro, com o tema do presente artigo no que se refere a bens de capital à indústria de celulose e papel.

Dessa maneira, existe uma escassez de trabalhos que examinem diretamente as implicações da mudança do regime industrial dos anos 1990 para a acumulação de capacidades tecnológicas e aprimoramento da performance técnico-econômica, especialmente nesses setores industriais. O objetivo deste trabalho é examinar o processo de acumulação de capacidades tecnológica em algumas das principais empresas de celulose e de papel no Brasil através de diferentes regimes industriais.

A partir desta seção introdutória, a seção 1 apresenta a base analítica do artigo. A seção 2 contém o desenho e método do estudo subjacente a este artigo. A seção 3 apresenta as principais evidências empíricas do artigo, seguida da conclusão na seção 4.

## **1. BASE ANALÍTICA DO ESTUDO**

A partir da década de 1990, com a mudança no regime industrial, a política comercial e governamental tem se orientado à abertura e liberalização do mercado nacional brasileiro. O novo modelo de desenvolvimento voltado à abertura ao exterior e desregulamentação industrial objetivava fomentar uma mudança estrutural na economia e desenvolver os diferentes setores industriais, acelerando, assim, o crescimento econômico nacional.

A partir da perspectiva evolucionária, a tecnologia apresenta numerosos elementos de caráter tácito e sua acumulação depende dos processos de aprendizagem (Bell e Pavitt, 1993). Dessa forma, o sucesso ou fracasso do desenvolvimento setorial dependerá em grande parte da capacidade das empresas de coordenar e gerir suas capacidades tecnológicas internas e externas, que junto com processos inovadores permanentes vão gerar um diferencial que garante o crescimento.

Examinar o sistema setorial dentro desse contexto implica uma ampla visão das atividades inovadoras que acontecem no setor e das tendências seguidas para se adaptar ao ambiente competitivo internacional, sendo este entendido em termos de produto, agentes, conhecimento e tecnologia dentro de um ambiente dinâmico e de transformação (Malerba, 2002). A construção do sistema setorial identifica vários aspectos intrinsecamente relacionados, entre os quais temos: base de conhecimento, base tecnológica, tipo e estrutura de interação entre firmas e organizações. A interligação desses elementos vai determinar o grau de desenvolvimento da tecnologia local, que, inserida dentro do contexto de liberalização econômica, transforma a competitividade em incentivo, fator-chave para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas indispensáveis para que países emergentes não sejam simplesmente imitadores de tecnologia (Lall, 1992; Bell e Pavitt, 1993).

Malerba (2002) afirma que altos níveis de acumulação tecnológica no âmbito da empresa estão associados a esforços constantes em atividades inovadoras e em aprendizagem, e no âmbito setorial, refletem os esforços de empresas, de maneira sistêmica, para acumulação de capacidades para a implementação de atividades inovadoras e, conseqüentemente, de fortalecimento de sua performance competitiva.

Conforme afirmado anteriormente, Bell e Pavitt (1993) apresentam uma ampla definição do conceito de capacidades tecnológicas, sendo entendidas como os recursos incorporados em indivíduos e sistemas organizacionais necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Nessa abordagem, faz-se distinção entre *capacidades de rotina ou de produção* e *capacidades inovadoras*. As capacidades de rotina ou de produção relacionam-se aos recursos necessários para usar ou operar tecnologias e sistemas de produção existentes. As capacidades inovadoras envolvem um conjunto de recursos para gerar e gerir a mudança tecnológica.

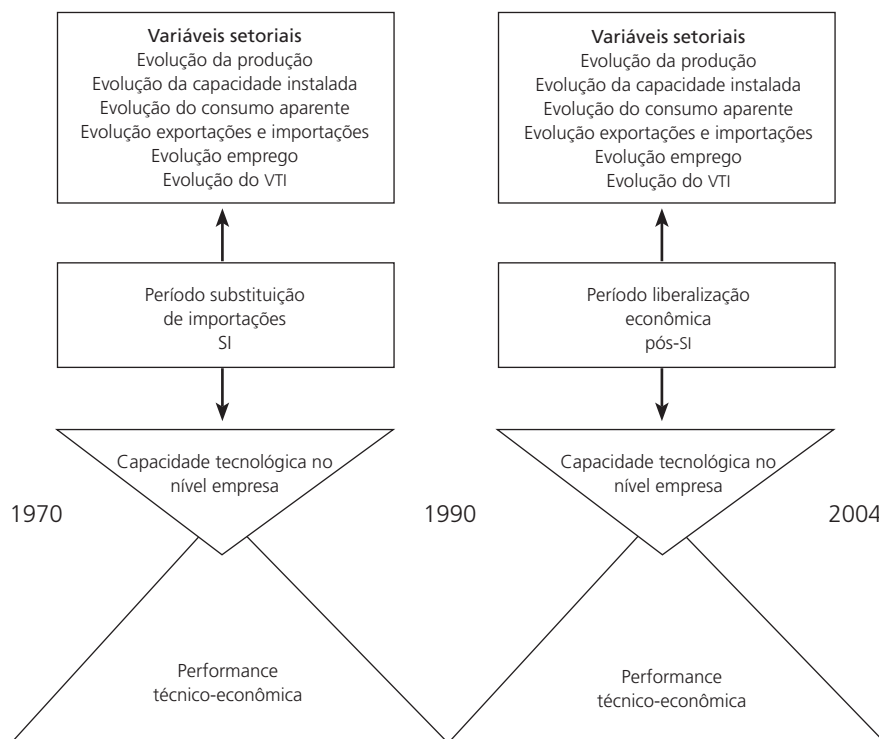
Segundo Lall (1992) e Figueiredo (2001), a capacidade tecnológica de uma empresa ou setor industrial está presente e acumulada em quatro elementos: (i) sistema técnico-físicos, envolvendo equipamentos, maquinarias, bancos de dados e *software* em geral, profundamente relacionado com o desenvolvimento da atividade industrial e comercial da empresa ou setor industrial; (ii) indivíduos, ou capital humano, que representam o conhecimento tácito, de difícil codificação, adquirido pela experiência e domínio das atividades desenvolvidas na organização ao longo do tempo; (iii) sistemas organizacionais, constituídos pelas rotinas (que também são de natureza tácita), procedimentos operacionais e manuais de instrução que especificam a forma como deve ser desenvolvida a atividade empresarial; (iv) produtos e serviços, que constituem a parte mais visível da capacidade tecnológica e são o fim último pelo qual existe a empresa (Figueiredo, 2004).

Assim, a moldura analítica usada no presente artigo é apresentada na figura 1. Segundo o modelo, na parte superior estão relacionadas as variáveis setoriais em termos de mudanças entre os dois regimes industriais. A parte inferior refere-se ao exame empírico do setor em termos de acumulação de capacidade tecnológica através dos dois regimes industriais e as implicações para a performance técnico-econômica por meio de três empresas aqui examinadas.

Como ilustrado na figura 1, o presente trabalho baseia-se, em primeiro lugar, no nível setorial, examinando as implicações da mudança no regime industrial no desenvolvimento do setor celulose e papel [período SI (1940-1990) e pós-SI (a partir de 1990)]. Examina-se a evolução das variáveis ao longo do tempo em nível setorial de forma que seja possível identificar as implicações da mudança do regime industrial — da substituição de importações à liberalização econômica — nos setores celulose e papel, durante o período de 1970 a 2004.

Capacidade tecnológica é definida neste artigo como os recursos necessários para gerar e gerenciar a mudança tecnológica. Esses recursos estão incorporados em indivíduos e sistemas organizacionais (Bell e Pavitt, 1995). Comumente a literatura tem apresentado indicadores convencionais baseados em número de patentes e/ou investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para medir capacidades tecnológicas tanto em empresas como em países.

**Figura 1: Moldura analítica do artigo**



Fonte: Derivada de trabalho de campo.

Embora esses indicadores apresentem uma perspectiva agregada da atividade econômica, em economias emergentes têm um forte limitante, segundo argumentado por Figueiredo (2001), Dutrénit (2000), Ariffin (2000) e Bell e Pavitt (1993). Algumas das limitações expressas por esses autores referem-se ao fato de que os indicadores anteriormente mencionados não conseguem registrar os avanços tecnológicos presentes nos diferentes setores industriais e economias em que os esforços em P&D não são o eixo central para o desenvolvimento. Outra limitante é que normalmente as análises baseadas em tais indicadores convencionais tendem a ser estáticas.

Por isso, este artigo baseia-se na mensuração de capacidades tecnológicas desenvolvida em Figueiredo (2001), que evoluiu a partir de Bell e Pavitt (1995) e de Lall (1992). A métrica identifica tipos e níveis de capacidades

para funções tecnológicas diversas (ver Figueiredo, 2004). No estudo subjacente a este artigo, essa métrica foi adaptada e validada para as características tecnológicas das indústrias de celulose e papel. A métrica identifica quatro funções tecnológicas: (i) gestão de projetos; (ii) processo e organização da produção; (iii) produto; (iv) equipamentos de processo. Cada função tecnológica envolve atividades que evoluem desde o nível básico ou rotineiro até as atividades complexas ou inovadoras.

## 2. DESENHO E MÉTODO DE ESTUDO

Este artigo busca examinar características da evolução setorial na indústria de celulose e papel no Brasil durante o período de 1970 a 2004 e até que ponto essas mudanças em nível setorial podem ser percebidas em algumas das principais empresas desses setores, em termos de acumulação de capacidades tecnológicas e aprimoramento da performance técnico-econômica ao longo do tempo.

Para examinar as mudanças setoriais foram escolhidas algumas variáveis setoriais a fim de estabelecer a trajetória seguida pelo setor à luz das mudanças do regime industrial. Esses dados foram de tipo quantitativo e qualitativo. De outro lado, para captar as mudanças setoriais no nível empresarial em termos de acumulação de capacidades tecnológicas e aprimoramento da performance técnico-econômica, foram escolhidas três grandes empresas dos setores celulose e papel, com base em escolha intencional (Patton, 1990). Por último, para comparar os níveis de capacidades tecnológicas desenvolvidos pelas empresas, foi calculado um índice de capacidade tecnológica, adaptando-se o modelo desenvolvido por Dutrénit (2000) e conseguindo-se, assim, avaliar a evolução apresentada pelas indústrias no período examinado segundo apresentado na tabela 1.

Os índices anteriores definem um valor para cada função tecnológica, sendo dado um maior valor àquelas funções fortemente relacionadas com o processo produtivo, por se tratar de um setor intensivo em processo e capital. Assim, o artigo baseia-se em evidências empíricas colhidas a partir de extensivo trabalho de campo e com base em entrevistas e observação direta. Evidências secundárias foram obtidas por meio de consulta a arquivos e documentos e/ou publicações das empresas e de associações industriais.



**Tabela 1: Definição de indicadores para quantificar a mensuração de capacidades tecnológicas em nível de empresa**

Nível de capacidade tecnológica	Gestão de projetos	Produto	Processo e organização da produção	Equipamentos de processo
1	0,20	0,15	0,35	0,30
2	0,40	0,30	0,70	0,60
3	0,60	0,45	1,05	0,90
4	0,80	0,60	1,40	1,20
5	1,00	0,75	1,75	1,50
6	1,20	0,90	2,10	1,80

Fonte: Derivada, de trabalho de campo.

### 3. EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA PESQUISA

#### 3.1 Evidências em nível setorial

Nesta seção examinam-se alguns indicadores relativos aos setores celulose e papel no Brasil durante o período 1970 a 2004 à luz da evolução dos regimes industriais à base de substituições de importações (SI e pós-SI). A tabela 2 consolida a tendência seguida pelos setores celulose e papel no Brasil, no período 1970-2004, usando as taxas médias de crescimento anual calculadas para cada uma das variáveis setoriais por subsetor industrial, independentemente.

Segundo evidências, o apoio governamental no início da década de 1960, traduzido em incentivos fiscais para reflorestamento e créditos subsidiados para investimentos, impulsionou o desenvolvimento do setor a partir dos anos 1970. A elaboração do Primeiro Programa Nacional de Celulose e Papel consolidou a inserção do setor no mercado nacional durante o período de substituição de importações, conseguindo criar uma infraestrutura capaz de suportar a demanda da época. A maior parte da capacidade instalada (equipamentos) nesse período é conservada até hoje por meio de aprimoramentos graduais sobre os equipamentos existentes. Novas tecnologias têm sido adicionadas dentro do parque industrial a fim de acompanhar a demanda crescente do mercado internacional.

Como se observa na tabela 2, a expansão de produção de celulose concentrou-se basicamente durante o período de substituição de importações,

**Tabela 2: Taxas médias anuais de crescimento relativas aos setores celulose e papel no Brasil (1970-2004)**

Taxa média de crescimento anual (%)							
Produção	Capacidade instalada	Exportações	Importações	Consumo aparente	Total empregados	Valor transformação industrial (VTI)	Formação bruta capital fixo (FBCF)
Celulose Papel	Celulose Papel	Celulose Papel	Celulose Papel	Celulose Papel	Celulose e papel	Celulose e papel	Celulose e papel
<b>Período sob regime de substituição de importações (1970-1989)</b>							
8,76	4,07	18,63	4,84	2,24	2,27	1,42	- 3,8
<b>Período de liberalização econômica (1990-2004)</b>							
5,73	4,78	10,19	16,63	2,67	1,40	1,50	1,65

Fonte: Derivada do estudo empírico.

registrando 8,76% a.a. Esse crescimento foi mais representativo na produção de celulose de fibra curta de eucalipto, que, por suas características naturais, apresentava uma melhor performance e um maior retorno econômico para as empresas. Com a introdução de novas tecnologias, essa expansão se manteve durante o período de estagnação dos anos 1980, quando vários setores industriais brasileiros foram fortemente afetados pela crise macroeconômica do momento.

Durante a década de 1980, a maioria das grandes empresas de celulose e de papel buscou atender a demanda do mercado internacional e se inserir no mercado globalizado. Isso parecia refletir uma das estratégias para atravessar as adversidades domésticas marcadas por uma combinação de altas taxas de inflação com recessão. Durante a década de 1980 a produção de celulose e de papel à base de fibra curta cresceu em média, 9,28% a.a., enquanto que a produção à base de fibra longa, tiveram um crescimento médio de 7,47% a.a. Essa tendência de crescimento para produção de celulose se manteve após a política de liberalização econômica. E, assim, passa-se de 5,77% a.a., no período 1990-2000, a 5,73% a.a., no período 2000-2004. Essas taxas de crescimento parecem refletir a liderança obtida pelo Brasil no mercado internacional e a expansão do *market-pulp*.

Segundo se evidenciou, existe, no caso brasileiro, uma forte relação entre a produção interna de celulose e a produção de papel. Observou-se que, quando a capacidade instalada para produção de papel aumenta, a capacidade instalada de produção de celulose acompanha esse crescimento, de forma que a indústria nacional consegue autoabastecer a demanda interna. Esse comportamento é claramente observado a partir de 1996, porém com taxas de crescimento diferenciadas em virtude de a maior parte da produção de papel estar centralizada no consumo nacional, enquanto a produção de celulose abastece o mercado internacional representativamente.

No que diz respeito a papel, o crescimento desse segmento foi 7,55% a.a. Tal crescimento correspondeu aos incentivos dados pelo governo para a criação de novas unidades industriais para satisfazerem a demanda nacional, evitando a importação de papel do exterior. Dessa forma, foram concedidos empréstimos por parte do BNDES que facilitaram a criação de fábricas de grande porte dedicadas a produzir papel embalagem, sanitário e imprimir e escrever, seguidos pelos papéis especiais.

Durante o período examinado e ainda hoje observa-se que o Brasil não apresenta índices de crescimento satisfatórios no consumo *per capita* de papel. Algumas das causas são os fatores sociais e econômicos, que influenciam o baixo crescimento. Assim, o consumo interno de celulose cresceu de 2,24% a.a., no período de substituição de importações, para 2,67% a.a., enquanto o segmento de papel registra um maior índice de crescimento interno, passando de 1,73% a.a., para 3,77% a.a.; entre os dois regimes industriais.

Em 2004, o segmento de celulose, como o de papel, usava aproximadamente 95% da capacidade instalada. Dessa forma, as evidências sugerem que, segundo a tendência apresentada pelo setor, após a liberalização econômica, caracterizada pela crescente demanda internacional de celulose de mercado *market-pulp* e pelo gradual incremento do segmento de papel, o setor deverá fazer novos investimentos em capital fixo, seja pela ampliação das fábricas existentes ou pela criação de novas empresas. Portanto, seria conveniente incrementar a percentagem com respeito ao PIB destinada para formação bruta de capital fixo, já que a partir do ano 2000 esse valor não passava de 5%. Vale mencionar que, em termos de formação bruta de capital fixo, verifica-se que setores como o metalúrgico investem quase 10% a mais com do que os setores celulose e papel. Porém, o retorno do VA sobre o PIB apresenta um diferencial de somente 5%. Do mesmo modo, a indústria químico-farmacêutica fez grandes investimentos em 1992, atingindo quase 30% de FBCF.

A tabela 2 corrobora a participação do setor no crescimento econômico do Brasil. O valor adicionado pelo setor ao PIB tem crescido consideravelmente, apresentando uma taxa média de crescimento anual de 2,58% a.a. após os anos 1990, com a liberalização econômica. Durante o período de substituição de importações, observava-se que o valor atingido em relação à taxa média de crescimento era apenas de 0,89% a.a. Dessa forma, afirma-se que as exportações de celulose têm contribuído para a geração de divisas ao crescimento econômico do país. Embora a tabela 2 apresente altas taxas médias de crescimento para a celulose no período de substituição de importações com 66,33% a.a., seguida por 10,19% a.a., no período de liberalização econômica, essa diferença está explicada porque o final da década de 1980 representou o grande salto em exportações de celulose de mercado. Comportamento inverso ocorreu para o segmento de papel, que apresenta uma

taxa média de crescimento de 37,69% a.a., no período 1970-1990, e no período pós-ISI cresce radicalmente, até alcançar 71,89% a.a. Essa expansão justifica-se pela inserção de exportações de papel para imprimir e escrever, assim como de papel para embalagem dentro do mercado internacional. Embora os números não sejam ainda muito representativos se comparados com o mercado global, observa-se uma melhoria no desempenho comercial brasileiro.

As importações de celulose no Brasil são pouco significativas, embora a tabela 2 apresente um alto crescimento a partir do período de substituição de importações. O crescimento de 90,5% a.a. corresponde à celulose de fibra longa, que inicialmente apresentava valores ínfimos e que ainda hoje continuam com igual tendência.

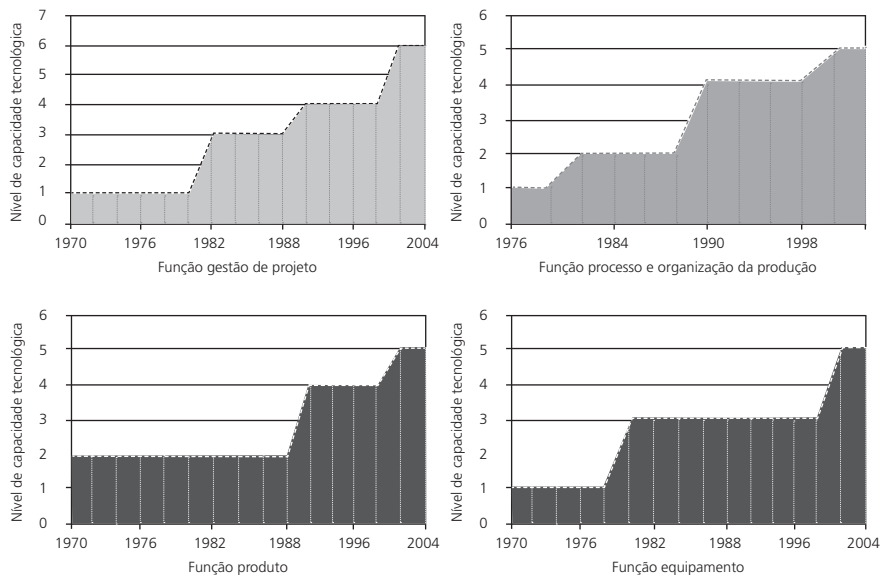
### **3.2 Trajetória de acumulação de capacidade tecnológica nas empresas selecionadas**

Esta seção apresenta evidências sobre o desenvolvimento de tipos e níveis de capacidade tecnológica de cada uma das empresas pesquisadas, assim como uma comparação do nível de capacidade tecnológica alcançada por cada uma delas expresso à base de índice.

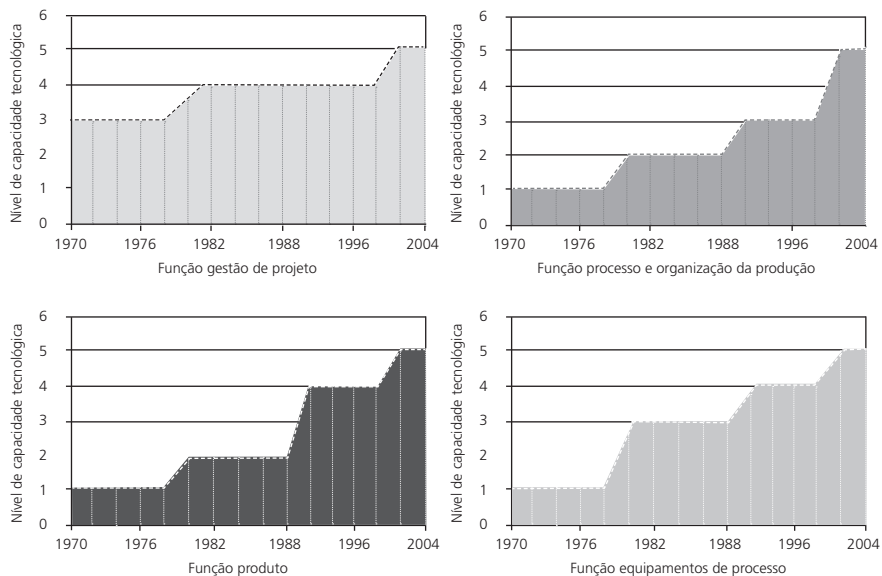
#### **3.2.1 Acumulação de tipos e níveis de capacidade tecnológica**

As figuras de 2 a 4 apresentam evidências que expressam o desenvolvimento de capacidades para funções tecnológicas específicas em cada uma das empresas pesquisadas.

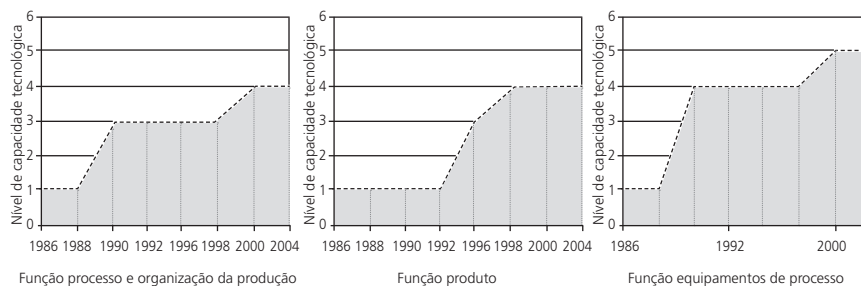
Como apresentado na figura 2, o desenvolvimento de capacidades tecnológicas foi diferente para cada uma das funções tecnológicas examinadas. Observa-se, por exemplo, que na função gestão de projetos a acumulação de capacidades tecnológicas durante o período de substituição de importações, ou seja, até início dos anos 1980, encontrava-se estagnada, e com um claro aprimoramento após os anos 1988-1990 no que se refere à acumulação de capacidade tecnológica, levando aproximadamente 34 anos até atingir o nível 6. Na função tecnológica, processo e organização da produção, as evidências sugerem que a empresa levou 26 anos para atingir o nível 5 (intermediário) de capacidade tecnológica. Segundo evidências, ao finalizar a década de 1980 e iniciando o regime de liberalização econômica, a empresa

**Figura 2: Desenvolvimento de capacidade tecnológica na empresa Alpha (1970-2004)**

Fonte: Derivada do trabalho de campo.

**Figura 3: Desenvolvimento de capacidade tecnológica na empresa Delta (1970-2004)**

Fonte: Derivada do trabalho de campo.

**Figura 4: Desenvolvimento de capacidade tecnológica na empresa Sigma A (1986-2004)**

Fonte: Derivada do trabalho de campo.

conseguiu expandir seu nível de capacidade tecnológica de forma mais acelerada. As funções equipamentos de processo e produto apresentam uma trajetória similar, na qual após os anos 1990, a acumulação de capacidade tecnológica foi acelerada.

As figuras 3 e 4 apresentam o desenvolvimento de capacidade tecnológica na empresa Delta e Sigma A. Observa-se que o período no qual a empresa Sigma A permaneceu nos níveis básicos foi menor nas funções tecnológicas examinadas. Nas duas empresas observa-se uma aceleração das capacidades tecnológicas após os anos 1990, da mesma forma como na figura 2.

As evidências sugerem que a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, assim como a velocidade que as empresas levaram para atingir níveis de capacidade tecnológica inovadora, foi acelerada após a mudança de regime industrial dos anos 1990. A política de liberalização econômica, nesse setor industrial, parece ter contribuído para que cada empresa permanecesse menor tempo em níveis específicos de capacidade tecnológica.

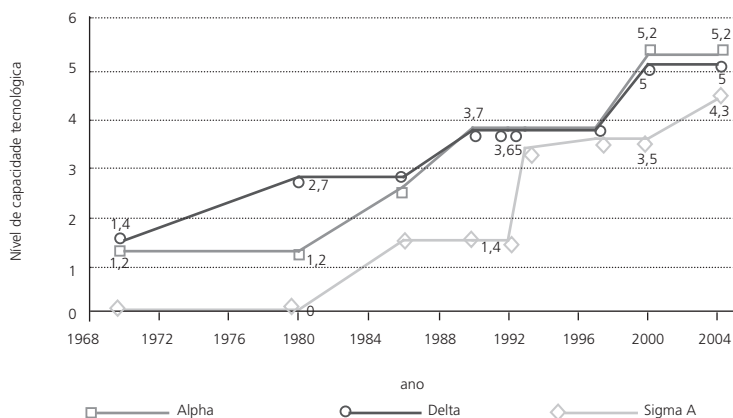
### 3.2.2 Capacidade tecnológica do setor celulose e papel expresso à base de índice

A capacidade tecnológica por empresa agregando as quatro funções tecnológicas de forma que possa ser possível a comparação da velocidade de acumulação de capacidade tecnológica no período examinado é apresentada na figura 5. Observa-se que as três empresas mantêm uma tendência crescente quanto à acumulação de capacidades tecnológicas. De maneira geral, as evidências sugerem que Alpha e Delta levaram mais tempo para desenvolver

atividades de tipo inovadoras que Sigma A. Porém, uma vez desenvolvidas as atividades de inovação de tipo extrabásico, para as funções processo e organização da produção e equipamentos de processo, assim como pré-intermediárias, para a função gestão de projetos e produtos, a empresa consegue desenvolver atividades de tipo intermediário em um tempo menor. Observou-se, igualmente, que houve evidências de desenvolvimento de capacidade inovadora sem o acúmulo de capacidades rotineiras consolidadas. Isso parece refletir um exemplo de acumulação truncada de capacidade tecnológica (ver Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2004).

Por outro lado, as evidências apresentadas sugerem que a velocidade de acumulação das empresas estudadas está fortemente relacionada com a mudança de regime industrial nos anos 1990. O contexto industrial, ambiente econômico e político parecem ter influenciado o desenvolvimento de capacidades tecnológicas por cada uma das empresas. Para Alpha e Delta, cujo período de análise é maior, observa-se que conseguiram, durante o período de substituição de importações, acumular capacidades de produção e criar a base para o desenvolvimento de atividades inovadoras. Também é notório que a maior aceleração de acumulação de capacidade inovadora ocorreu durante o período de liberalização. Dessa forma, identificar quanto tempo as empresas permaneceram em um determinado período, no que se refere à

**Figura 5: Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas seguida pelas empresas selecionadas, exame global (1970-2004)**



Fonte: Derivada do trabalho de campo.



capacidade tecnológica, permite um melhor entendimento da dinâmica industrial (Katz, 1987; Lall, 1992; Bell e Pavitt, 1993; Bell, 2006). Segundo Figueiredo (2004), o estudo da trajetória tecnológica de empresas em economias emergentes pode conduzir à aplicação de uma estratégia de inovação industrial focada e coerente em que se estabeleçam parâmetros claros de onde se quer chegar.

### **3.3 Implicações das capacidades tecnológicas para a performance técnico-econômica**

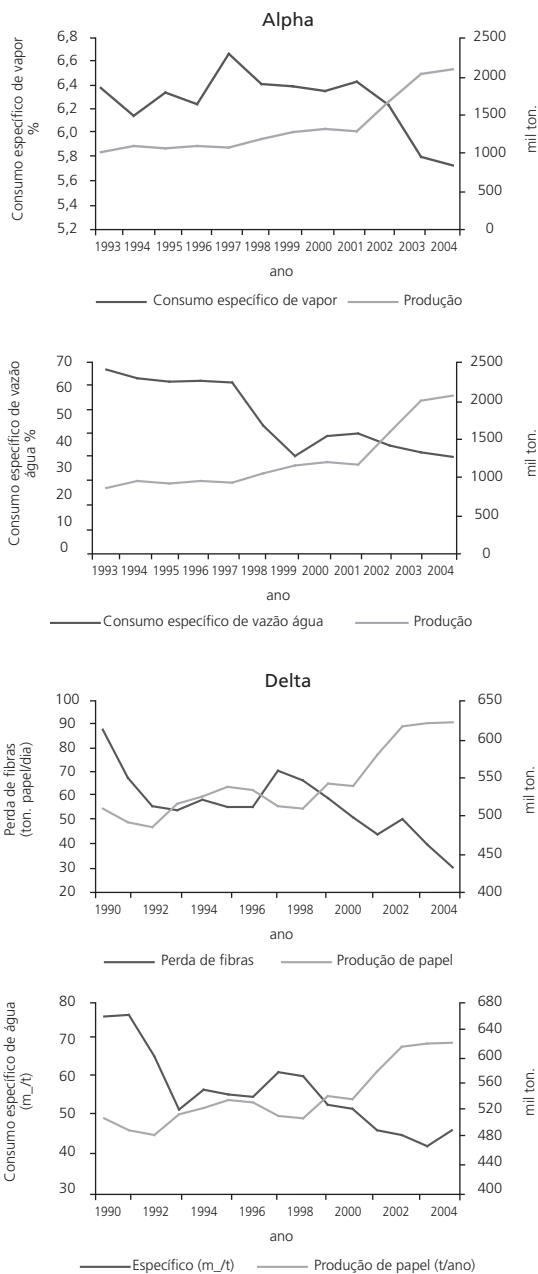
Os indicadores de performance técnica foram classificados em dois grupos: (i) indicadores de processo, ou seja, aqueles diretamente relacionados com melhorias do processo produtivo; (ii) indicadores ambientais, que, embora sejam reflexo do processo produtivo, merecem uma descrição independente em função de seus impactos no entorno onde a empresa opera e na performance mercadológica, operacional e econômica da empresa e do setor industrial, em âmbito nacional e internacional. As figuras 6 e 7 apresentam alguns indicadores das empresas Alpha e Delta no que se refere a processo e indicadores de meio ambiente, respectivamente.

As evidências empíricas sugerem que as empresas selecionadas apresentaram aprimoramento dos indicadores da performance técnica em forma acelerada após o período de liberalização econômica, guardando uma associação direta com o aumento no nível de acumulação de capacidades tecnológicas. Na empresa Sigma A não foi possível identificar a trajetória seguida pelos indicadores de performance ao longo do tempo. Porém, segundo o trabalho de campo, foram verificados alguns dos indicadores de performance técnica, observando-se que existe uma melhoria notável quanto aos índices de poluição ambiental e desempenho operacional.

As três empresas evidenciaram que, à medida que a função processo e produto aumentava de nível de capacidade tecnológica, os indicadores de performance apresentavam igualmente um melhor desempenho, sendo mais notório esse comportamento no final da década de 1990, em que os esforços das empresas eram maiores a fim de atingir padrões internacionais que lhes permitiriam concorrer dentro do mercado globalizado.

De outro lado e fazendo um exame das implicações das capacidades tecnológicas para a performance econômico-financeira das três empresas sele-

**Figura 6: Evolução dos indicadores de performance técnica (processo) nas empresas Alpha e Delta (1970-2004)**

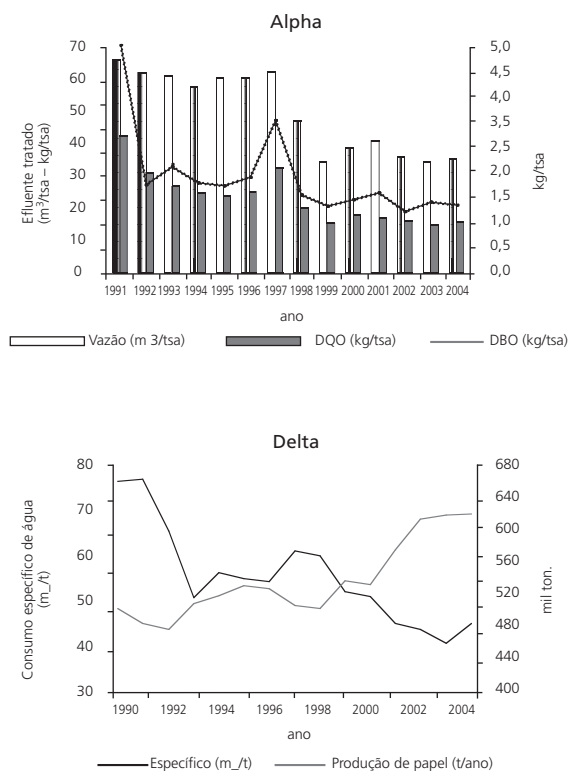


Fonte: Derivada do trabalho de campo.

cionadas, observou-se uma resposta favorável da indústria da celulose e papel às mudanças existentes no ambiente competitivo. Com isso, elas conseguiram atravessar diferentes crises, como, por exemplo, a crise brasileira de 1993, a crise asiática de 1998 e a crise argentina de 2002. Observou-se, igualmente, que a mudança de regime nos anos 1990 foi favorável para a expansão e o desenvolvimento setorial, segundo o comportamento geral dos diferentes indicadores.

Segundo os balanços, observa-se que as três empresas analisadas neste trabalho têm a capacidade de atender às dívidas contraídas a longo prazo, baseado nas utilidades obtidas com o produto das vendas. Essa estratégia adotada pelas empresas é interessante porque as utilidades esperadas fixam

**Figura 7: Evolução dos indicadores de performance técnica (ambiental) nas empresas Alpha e Delta (1970-2004)**



Fonte: Derivada do trabalho de campo.

os limites do endividamento e as condições dos pagamentos tanto do principal como do financiamento.

A partir da mudança de regime industrial nos anos 1990, essas empresas apresentaram nos primeiros anos dificuldades para se adaptar à competitividade dos mercados, segundo evidenciado na informação contábil. A partir de 1992, as empresas apresentam crescimentos na receita, no ativo e no passivo a longo prazo; observa-se dessa forma uma tendência ao investimento em nova tecnologia, contratação de pessoal e ampliação da capacidade operacional. A partir de 2003, observou-se novamente uma recuperação da indústria, tanto nas vendas quanto no lucro. Tal recuperação parecia refletir o crescimento econômico mundial, a grande demanda por parte da China, os acordos comerciais, o aumento no investimento e a reestruturação das indústrias com novos equipamentos a fim de ampliar a capacidade produtiva.

Dessa forma, as evidências parecem indicar que o processo de liberalização econômica contribuiu para o aprimoramento da performance técnico-econômica das empresas aqui estudadas. Porém, é importante ressaltar que, a despeito da possível influência positiva do ambiente externo, tal aprimoramento de performance não teria sido obtido sem a acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras.

#### **4. CONCLUSÃO**

Este artigo procurou estabelecer a interligação entre a mudança de regime industrial e suas implicações na evolução do setor, assim como determinar como essas mudanças são percebidas no nível de empresa em termos de desenvolvimento de capacidades tecnológicas e aprimoramento à performance técnico e econômico-financeira, nas indústrias de celulose e papel.

Os principais resultados do artigo apontam para: (1) Diferenças inter e intraempresariais em termos da maneira e velocidade de acumulação de capacidades para funções tecnológicas específicas ao longo dos diferentes períodos; (2) Tais diferenças refletiram-se, com diferentes graus de intensidade, no aprimoramento dos indicadores de performance técnico-econômica; (3) As empresas responderam positivamente às mudanças para uma economia aberta partir dos anos 1990; (4) Porém, os aprimoramentos em seus indicadores de performance técnico-econômica não derivaram das

mudanças do regime industrial *per se*, mas, principalmente, dos seus esforços internos para acumulação tecnológica. Tais resultados reforçam a noção de capacidades tecnológicas como ativo cognitivo imprescindível para garantia de competitividade empresarial. Portanto, ações corporativas e governamentais deveriam dar maior ênfase aos recursos e esforços que conduzem à acumulação, à sustentação e ao aprofundamento dessas capacidades inovadoras empresariais.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIFFIN, N. *The internationalization of innovative capabilities: the Malaysian electronic industry*. Thesis (D. Phil) — Brighton: SPRU, University of Sussex, 2000.
- BELL, M. Time and technological learning in industrialising countries: how long does it take? How fast is it moving (if at all)? *International Journal of Technology Management*, v. 36, n. 1-3, p. 25-42, 2006.
- ; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-211, 1993.
- ; ———. The development of technological capabilities. In: I. u. HAQUE (Ed.). *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington: The World Bank, 1995. p. 69-101.
- ; VAN DIJK, M. *Imbalanced assimilation and accumulation: technological development of the Indonesian pulp and paper industry, 1923-2002*. Eindhoven, 2003.
- CIMOLI, M.; KATZ, J. Structural reforms, technological gaps and economic development: a Latin American perspective. *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 2, p. 387-441, 2003.
- DUTRÉNIT, G. Problemas de la administración del conocimiento en firmas latino americanas. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, XXI. São Paulo, 7-10 nov., 2000.
- FIGUEIREDO, P. N. Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement. *Research Policy*, v. 31, n. 1, p. 73-94, 2002.
- . *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.
- . Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 2, p. 323-361, 2004.
- FRISCHTAK, C. Learning and capability building in industrializing economies: a critical note. *International Journal Technology Management*, v. 36, n. 1-3, p. 40-42, 2006.

- KATZ, J. (Ed.). *Technology generation in Latin American manufacturing industries*. Londres: Macmillan, 1987.
- KATZ, J. The limit of the prevailing orthodoxy: Technology and education as restrictions to productivity growth and international competitiveness in Latin America. In: DRUID SUMMER CONFERENCE, n. 14-16, Denmark, 2004.
- LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.
- MALERBA, F. Sectoral system of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.
- PATTON, M. *Qualitative evaluation and research methods*. 2. nd. Newbury Park, California: Sage, 1990.
- PENROSE, E. *The Theory of the Growth of the firm*. Nova York: Wiley, 1959.
- TACLA, C; FIGUEIREDO, P. Processos de aprendizagem e acumulação de capacidades tecnológicas: evidência de uma empresa de Bens de capital no Brasil. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 7, n. 3, p. 101-126, 2003.
- TREMBLAY, P. *Technological capability and productivity growth: an industrialised/industrialising country comparison in scientific series*. Scientific Series, Centre Universitaire de Recherche en Analyse des Organisations — Cirano, Montreal, p. 1-28, mar. 1998.