

Bahia, Luiz Dias; Pinheiro, Bruno Rodrigues

**Working Paper**

## Evolução dos índices de tecnologia dos complexos têxtil e construção civil no Brasil (1985-2009)

Texto para Discussão, No. 2292

**Provided in Cooperation with:**

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

*Suggested Citation:* Bahia, Luiz Dias; Pinheiro, Bruno Rodrigues (2017) : Evolução dos índices de tecnologia dos complexos têxtil e construção civil no Brasil (1985-2009), Texto para Discussão, No. 2292, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/177508>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# 2292

## EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE TECNOLOGIA DOS COMPLEXOS TÊXTIL E CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL (1985-2009)

Luiz Dias Bahia  
Bruno Rodrigues Pinheiro

TEXTO PARA **DISCUSSÃO**





## EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE TECNOLOGIA DOS COMPLEXOS TÊXTIL E CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL (1985-2009)<sup>1</sup>

Luiz Dias Bahia<sup>2</sup>

Bruno Rodrigues Pinheiro<sup>3</sup>

---

1. Agradecemos ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pela atual apresentação das Contas Nacionais Anuais do Brasil, que possibilitaram análises intertemporais como as deste artigo. Agradecemos também as sugestões de Fabiano Mezadre Pompermayer e Alexandre Messa Peixoto da Silva e dos demais colegas da Diset no Ipea durante seminário. Os erros ainda existentes são de responsabilidade dos autores.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

3. Pesquisador do Grupo de Estudos de Relações Intersetoriais (Geri) da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

**Governo Federal**

**Ministério do Planejamento,  
Desenvolvimento e Gestão**  
**Ministro interino** Dyogo Henrique de Oliveira

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

**Presidente**  
Ernesto Lozardo

**Diretor de Desenvolvimento Institucional,  
Substituto**  
Carlos Roberto Paiva da Silva

**Diretor de Estudos e Políticas do Estado,  
das Instituições e da Democracia**  
Alexandre de Ávila Gomide

**Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**  
José Ronaldo de Castro Souza Júnior

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,  
Urbanas e Ambientais**  
Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais  
de Inovação e Infraestrutura**  
João Alberto De Negri

**Diretora de Estudos e Políticas Sociais**  
Lenita Maria Turchi

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas  
e Políticas Internacionais**  
Sérgio Augusto de Abreu e Lima Florêncio Sobrinho

**Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação**  
Regina Alvarez

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>  
URL: <http://www.ipea.gov.br>

## Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2017

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.  
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: I6;O3.

# SUMÁRIO

---

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 FUNDAMENTOS CONCEITUAIS.....	10
3 METODOLOGIA DE TRABALHO DOS DADOS .....	15
4 AS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS LEVANTADAS .....	18
5 CONCLUSÃO .....	37
REFERÊNCIAS .....	38



## **SINOPSE**

O objetivo deste trabalho é quantificar e qualificar a evolução tecnológica seguida pelos complexos têxtil e da construção civil no Brasil entre 1985 e 2009. Conclui-se que nesse período não houve alteração das ênfases tecnológicas dos dois complexos, mas muitas inovações secundárias dentro de cada ênfase.

**Palavras-chave:** indústria brasileira; complexos têxtil e da construção civil; tecnologia.

## **ABSTRACT**

The objective of this paper is to quantify and qualify the technological evolution of the Brazilian textile and construction supply chains between 1985 and 2009. The main conclusion is the following: it has not been strong changes on the technological emphasis of the two supply chains; however, it has been many secondary innovations inside each emphasis.

**Keywords:** brazilian manufacturing; textile and construction supply chains; technology.



## 1 INTRODUÇÃO

A tarefa de abordar quantitativa e qualitativamente a evolução tecnológica de um conjunto de setores produtivos é complexa por dois motivos. Por um lado, o conceito de tecnologia ainda é objeto de significativa imprecisão em economia, o que torna difícil quantificá-lo. Por outro lado, essa imprecisão conceitual aumenta a complexidade da tarefa, quando se busca uma comparação intertemporal (que é o caso deste trabalho), uma vez que nos parece provável que a tecnologia encerre uma evolução hiperdetalhada, e os índices aqui construídos a descrevem de maneira precisa, mas generalizada. Assim, as conclusões levantadas devem ser lidas com cautela.

O objetivo deste trabalho é quantificar e qualificar as trajetórias tecnológicas seguidas pelos complexos têxtil e da construção civil no Brasil entre 1985 e 2009. Busca-se a identificação das tendências e desempenhos de longo prazo que possam apontar, tanto a entes privados quanto públicos, as principais mudanças em curso e os aprimoramentos mais indicados. Algumas aproximações do Sistema Nacional de Inovações (*National Innovation System* – SNI)<sup>1</sup> brasileiro podem ajudar o leitor a ter uma visão panorâmica preliminar da dinâmica tecnológica brasileira, a ser abordada neste texto.

Viotti (2002, p. 653-680) sugere ser mais adequado para os países de industrialização tardia enfatizar a característica de aprendizagem tecnológica, com menos ênfase na de inovação, mais apropriada aos países desenvolvidos, denominados os primeiros NLS (*National Learning Systems*), e não o SNI. Em um NLS, absorção e inovação incremental deveriam ser, portanto, as principais atividades tecnológicas nesses países. Comparando Brasil e Coreia do Sul, o autor caracteriza mais especificamente o primeiro país: seu perfil é de aprendizagem passiva, uma vez que a aprendizagem ativa requereria uma parcela expressiva dos engenheiros em atividades de absorção de tecnologia, o que o Brasil não apresenta; além disso, o padrão brasileiro de aquisição de tecnologia é de baixo gasto de importação de tecnologia, não compensado por esforços tecnológicos domésticos significativos. Assim, Viotti (2002) caracteriza o SNI

---

1. A conceituação original de SNI encontra-se em Nelson (1993, p. 3-21). Vários autores posteriormente detalharam e refinaram o conceito. Entretanto, este trabalho não é sobre SNI, bastando-nos o que se encontra na obra citada.

brasileiro como Sistema Passivo de Aprendizagem Nacional (*Passive National Learning System* – PNLS).

Albuquerque *et al.* (2005, p. 638), analisando, no processo de alcançar a fronteira tecnológica (*catching up*) brasileira, o diálogo entre ciência e tecnologia, concluem que em nível local há fortes indícios de uma falta importante de conexão entre as dimensões científica e tecnológica. Já Bahia (2009), considerando os determinantes de inovação na indústria brasileira, conclui que o SNI no Brasil não é muito robusto, pois ainda se encontra em um estágio de construção. Kaminskis (2005, p. 125-126), sistematizando o padrão inovativo brasileiro, conclui que ele é pouco endógeno, e majoritariamente puxado pela demanda (*demand pull*) de empresas que estão adquirindo, geralmente no exterior, tecnologias (ou máquinas e equipamentos) para introduzir seu produto no mercado interno; fazer o “desempacotamento tecnológico” (montagem de processo produtivo, treinamento de mão de obra) e, complementarmente, pesquisa e desenvolvimento (P&D) para viabilizar a produção de maneira adaptativa às normas técnicas nacionais, condições climáticas e especificidades ao gosto dos consumidores. Novos esforços de P&D surgem posteriormente para aprimorar o uso das mercadorias a partir de *feedbacks* do mercado consumidor, gerando atividades de patenteamento ou conhecimento não patenteados (considerado o mais comum pelo autor). Forma-se assim uma rede de conhecimento interno com mão de obra treinada e imitação de produtos, partes e peças ou máquinas, que podem se difundir para outras empresas. Finalmente, Lugones e Suárez (2007, p. 158), comparando o SNI brasileiro ao argentino, concluem que, apesar de haver no Brasil maior esforço tecnológico comparado à Argentina, o número de pesquisadores e técnicos envolvidos com tais esforços é bem menor. Zucoloto e Toneto Júnior (2005, p. 347), ao comparar o esforço tecnológico da indústria brasileira com vários países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), concluem que o primeiro é apenas 37,1% do esforço realizado em média pelos países selecionados em 2000. Finalmente, Erber (2010, p. 23-24), descrevendo o padrão de inovação brasileiro, conclui pela pouca organicidade e interatividade das empresas entre si, e destas com instituições afins, para aprimoramento tecnológico.

A evolução desse quadro inovativo pode ser encontrada em Cavalcante e De Negri (2011, p. 15), que se basearam nas várias edições da Pesquisa Industrial e Inovação Tecnológica (Pintec), entre os períodos 1998-2000 e 2006-2008. Os autores concluem que, ao longo dos períodos analisados, os resultados brasileiros seriam muito mais

expressivos se a nossa estrutura produtiva fosse mais intensiva em setores produtores de bens de tecnologia mais elevada. Independentemente desse questionamento ou justificativa para os resultados brasileiros (que não são objeto deste estudo e que, também, podem ser de vários matizes, segundo outros autores, como o papel das multinacionais, das políticas públicas voltadas à inovação etc.), fica patente, nos resultados apresentados pelos autores, que as taxas de inovação de processo e de produto, desde 1998 até 2008, são majoritariamente de inovação de produtos ou processos novos para as empresas, muito menos para o mercado brasileiro e ainda menos para o mercado externo.

Como assinala Lundvall (1988, p. 349-369), em um SNI ocorre interação entre produção e inovação por meio dos conceitos *learning by using*, *learning by doing* e *learning by interacting*. Neste último caso, as trocas de insumos e serviços entre setores e firmas na estrutura produtiva são fundamentais, além de as inovações levarem à reestruturação, introduzindo novos setores, eliminando outros e estabelecendo novas relações intersetoriais e interfirmas na economia.

Portanto, temos um contexto em que o SNI brasileiro apresenta sua capacitação tecnológica nacional em formação, com espaços para aprimoramentos. Aqui está a motivação deste estudo: construir indicadores quantitativos (com possibilidades de avaliações qualitativas) da evolução tecnológica da estrutura produtiva brasileira no longo prazo, ou seja, de 1985 a 2009, que possibilitem descrever seu quadro evolutivo.

Este trabalho aborda os complexos têxtil e de construção civil.<sup>2</sup> Como o leitor verificará depois da leitura, os complexos evoluíram, de 1985 a 2009, tanto do ponto de vista de ganho de eficiência produtiva quanto de um rejuvenescimento tecnológico, com maior fôlego de desdobramentos produtivos futuros.

O texto se organiza da seguinte maneira: na próxima seção descrevemos os conceitos teóricos utilizados; na terceira seção apresentamos a metodologia de construção dos índices de tecnologia; na seção a seguir, apresentamos os índices construídos por atividades dos complexos construção civil e têxtil, com qualificações parciais; finalmente, na quinta seção, concluímos.

---

2. Para uma definição de complexo têxtil e de construção civil, ver Haguenaer *et al.* (2001).

## 2 FUNDAMENTOS CONCEITUAIS

Neste trabalho, desenvolvemos uma especificação de tecnologia utilizada em matrizes insumo-produto (MIP), cuja formulação se deve a Leontief (1983, p. 7-87). Portanto, tentaremos definir conceitualmente as medidas utilizadas a partir desse marco conceitual.

Uma boa explicação desses conceitos se encontra em Varian (1992, p. 1-5). Dentro desse contexto, podemos definir um derivado dele, utilizado nas MIPs, denominado tecnologia de Leontief. O conjunto de definições a seguir mostra o sistema completo de uma MIP:

$$Y = \{(y, -x_1, \dots, -x_\alpha) \text{ em } R^{\alpha+1} : y \leq \min(a_1 \cdot x_1, \dots, a_\alpha \cdot x_\alpha)\} \quad (1)$$

$$V(y) = \{(x_1, \dots, x_\alpha) \text{ em } R_+^\alpha : y \leq \min(a_1 \cdot x_1, \dots, a_\alpha \cdot x_\alpha)\} \quad (2)$$

$$Q(y) = \{(x_1, \dots, x_\alpha) \text{ em } R_+^\alpha : y = \min(a_1 \cdot x_1, \dots, a_\alpha \cdot x_\alpha)\} \quad (3)$$

$$T(y, x_1, \dots, x_\alpha) = y - \min(a_1 \cdot x_1, \dots, a_\alpha \cdot x_\alpha) \quad (4)$$

$$f(x_1, \dots, x_\alpha) = \min(a_1 \cdot x_1, \dots, a_\alpha \cdot x_\alpha) \quad (5)$$

$$a_{ij} = x_{ij} / y \quad (6)$$

Onde:

$Y$  = produção total  $y$ .

$y$  = produção de um setor  $j$ .

$R^{\alpha+1}$  = conjunto de números reais na dimensão  $(\alpha + 1)$ .

$R_+^\alpha$  = conjunto de números reais positivos na dimensão  $\alpha$ .

$a_\alpha$  = coeficiente do setor  $i = \alpha$ .

$x_\alpha$  = produção do insumo  $x$  pelo setor  $i = \alpha$ .

$V(y)$  = isoquanta dos insumos  $x$  com valor de produção  $y$ .

$Q(y)$  = função que representa a tecnologia expressa nos insumos  $x$  necessários para a produção de  $y$ .

$T(.)$  = função que expressa distância produtiva entre a tecnologia utilizada efetivamente e a fronteira de produção em vigor (máximo de produção tecnologicamente possível no estado da arte tecnológica vigente e que depende de capital e trabalho mais eficientes possíveis naquele momento).

$f(.)$  = função de produção de Leontief.

$a_{ij}$  = coeficiente técnico de uma MIP do setor  $i$  fornecedor de insumo para o setor produtor  $j$ .

$x_{ij}$  = insumo produzido pelo setor  $i$  e direcionado ao setor  $j$ .

O modelo nas definições de (1) a (5) poderia ser chamado de modelo Leontief, base para a MIP.

Na equação 1,  $Y$  é produção. Ela expressa o seguinte: a produção total é maior ou igual ao máximo permitido pela tecnologia disponível e a disponibilidade de insumos.

A equação (2) expressa o requerimento de insumos para uma dada produção e uma dada tecnologia. A equação (3) é uma isoquanta, que expressa todas as combinações de insumos que geram uma determinada produção com uma dada tecnologia. A equação (4) expressa a distância de uma dada tecnologia para atingir a fronteira tecnológica. A equação (5) é a função de produção de Leontief. Nela, notamos que a função de produção (5) apresenta três características principais: seus componentes têm relação linear entre si; os  $a_i$ , chamados de coeficientes, são constantes no curto prazo, e representam os atributos tecnológicos de cada setor produtivo com produção  $y$ ; a produção no curto prazo está limitada pelo menor componente  $a_i \cdot x_i$ . A equação (6)

expressa os coeficientes técnicos intersetoriais (proporção de insumos  $i$  sobre o total de produção do setor  $j$ , utilizado na produção de um determinado ano).

Devemos dizer que aqui a definição de insumos exclui os fatores de produção trabalho e capital, estando a combinação dos últimos expressa indiretamente nos coeficientes técnicos da função de produção de Leontief. Dessa maneira, há uma limitação estrutural e produtiva, nesse modelo, para atingir determinada produção qualquer, digamos  $\bar{y}$ .

Essa limitação pode vir de duas fontes: da disponibilidade de insumos (os  $x_i$ ) e da tecnologia (os  $a_i$ ). A limitação de insumos (entre eles, o fator trabalho) não é crítica a médio prazo, uma vez que uma economia sempre tem a opção de importar insumos (inclusive, trabalho) no curto prazo – a não ser que este movimento implique uma inconsistência macroeconômica séria, através de problemas na balança comercial e suas consequências derivadas. A limitação tecnológica, entretanto, carrega consigo problemas de solução mais lenta, pois seu saneamento ocorre apenas através de ajustes mais demorados, como investimento, racionalização produtiva etc.

Deve-se salientar, como lembram Miller e Blair (2009, p. 16), que o modelo de Leontief não considera a possibilidade de economias de escala no cômputo de alteração de seus  $a_i$ . Sob esse ponto de vista, poderia haver uma alternativa de curto e médio prazos para a limitação tecnológica se pudéssemos imaginar que toda estrutura produtiva em uníssono fosse capaz de aumentar drasticamente sua produção com o mesmo estoque de capital fixo já instalado. Tal possibilidade, entretanto, seria viável apenas para níveis relativamente baixos de utilização de capacidade instalada e, mesmo assim, por um período limitado, que certamente não estaria imune a problemas de longo prazo em estrangulamentos intersetoriais dentro do país para fornecimento de insumos e, além disso, não resolveria o problema de obsolescência tecnológica da produção no longo prazo.

Comparando os  $a_i$  para cada setor produtivo da indústria brasileira entre 1985 e 2009, podemos ter uma boa ideia de como evoluiu tecnologicamente sua produção no período. Entretanto, é necessário ainda definir alguns conceitos para a análise dos  $a_i$ .

Para cada atividade dos complexos considerados, objeto deste trabalho, acompanhamos a evolução de 1985 a 2009 dos coeficientes originados dos seus

principais fornecedores de insumos. Suponhamos que uma hipotética atividade  $j$  desse complexo tivesse três fornecedores, cujas sequências de  $a_{ij}$  representamos a seguir.

$$a_{1j} = (a_{1j}^n)_{n \in N} \quad (7)$$

$$a_{2j} = (a_{2j}^n)_{n \in N} \quad (8)$$

$$a_{3j} = (a_{3j}^n)_{n \in N} \quad (9)$$

Na notação anterior,  $n$  é apenas um subscrito, que pode tomar qualquer valor do conjunto de números naturais  $N$ . Suponhamos uma sucessão de três elementos de cada sequência, como as observadas a seguir.

$$a_{1j} = (a_{1j}^1, a_{1j}^2, a_{1j}^3) \quad (10)$$

$$a_{2j} = (a_{2j}^1, a_{2j}^2, a_{2j}^3) \quad (11)$$

$$a_{3j} = (a_{3j}^1, a_{3j}^2, a_{3j}^3) \quad (12)$$

Baseando-nos em Farrel (1957, p. 254), teríamos uma evolução neutra de eficiência produtiva se:

$$a_{1j}^1 = \mu.a_{2j}^1, a_{1j}^1 = \eta.a_{3j}^1 \quad (13)$$

$$a_{1j}^2 = \delta.a_{2j}^2, a_{1j}^2 = \theta.a_{3j}^2 \quad (14)$$

$$a_{1j}^3 = \varepsilon.a_{2j}^3, a_{1j}^3 = \nu.a_{3j}^3 \quad (15)$$

$$\mu = \delta = \varepsilon \neq 0 \quad (16)$$

$$\eta = \theta = \nu \neq 0 \quad (17)$$

Uma mudança tecnológica ocorreria na mesma sucessão anterior se:

$$\mu \neq \delta \neq \varepsilon \neq 0 \quad (18)$$

$$\eta \neq \theta \neq \nu \neq 0 \quad (19)$$

Como assinala Farrel (1957, p. 254), por eficiência de uma firma se entende “seu sucesso em produzir *o mais possível uma produção a partir de um conjunto de insumos dado*” (tradução e grifo nossos). Segundo o mesmo autor, a eficiência técnica seria a medida de quanto a firma opera, descontados os efeitos de mudança de preços relativos entre os insumos (*inputs*), mais próxima do ponto em que sua produção é “o mais possível uma produção a partir de um conjunto de insumos dado” (*idem, ibidem*).

Trata-se de uma medida de o quanto uma firma se aproxima da fronteira produtiva existente naquele momento. O objetivo deste trabalho não é fazer tal mensuração, mas descrever a evolução entre 1985 e 2009 da eficiência produtiva industrial brasileira, sem comparar ano a ano esta eficiência com outra externa ou abstrata.

Além da questão de eficiência há a tecnológica, como especificado anteriormente. Entretanto, a definição parece-nos insuficiente para definir as inovações, que podem ser primárias e secundárias, como assinala Araujo Júnior (1985, p. 16-24). Acrescentando a este trabalho o de Mowery e Rosenberg (2005, p. 61-184), poderíamos chamar de inovação primária em uma atividade aquela em que ocorresse o seguinte.

$$a_{1j}^1 = a_{1j}^2 = 0, a_{1j}^3 \neq 0 \quad (20)$$

$$a_{2j}^1 = a_{2j}^2 = 0, a_{2j}^3 \neq 0 \quad (21)$$

$$a_{3j}^1 \neq a_{3j}^2 \neq a_{3j}^3 \neq 0 \quad (22)$$

Uma inovação secundária seria a que chamamos de mudança tecnológica, conforme as equações (13), (14), (15), (16), (17), (18) e (19).

Comparando os  $a_{ij}$  para cada setor produtivo da indústria brasileira entre 1985 e 2009, podemos ter uma boa ideia de como evoluiu tecnologicamente sua produção no período. As considerações teóricas subjacentes a tal exercício poderiam ser sucintamente descritas. Como salienta Araujo Júnior (1982 *apud* Araujo Júnior, 1985, p. 17), o

progresso técnico nas economias modernas depende da “base técnica”, ou seja, do “acervo de conhecimentos composto pelos princípios ordenadores da organização do processo de trabalho necessária à produção de mercadorias”. Assim, poderíamos identificar dois tipos de inovações, as primárias e as secundárias, quanto à alteração da base técnica. As primeiras seriam “aquelas que alteram radicalmente a concepção da base técnica em vigor”. As segundas seriam “aquelas destinadas a elevar a eficiência de rotinas produtivas vigentes ou ampliar o escopo dos princípios ordenadores da base técnica”. A trajetória natural de um complexo descreve “a história de pelo menos uma inovação primária e do conjunto de inovações secundárias resultantes desta” (*idem, ibidem*).

O objetivo do trabalho é, assim, acompanhar a evolução dos  $a_{ij}$  para cada setor produtivo da indústria brasileira entre 1985 e 2009, procurando avaliar sua trajetória tecnológica.

### 3 METODOLOGIA DE TRABALHO DOS DADOS

Os dados foram trabalhados em duas fontes basicamente: as das MIPs publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1985 a 1996 e as das tabelas de recursos e usos (TRUs) das Contas Nacionais Brasileiras de 1990 a 2009.

Seguimos a indicação de Carter (1970, p. 3-23) de que, para compararmos os  $a_{ij}$  ao longo do tempo, deveríamos eliminar de seu cômputo os efeitos de variação temporal de preços. Por isso, adotamos o ano de 1995 como base para toda geração de  $a_{ij}$ . Sua escolha foi determinada pelo seguinte motivo: antes de 1995, o Brasil viveu sob alta inflação, ocorrendo apenas depois de 1995 (e neste ano, inclusive) uma disciplina de preços relativos mais efetiva. Como os coeficientes  $a_{ij}$  são basicamente a divisão de fluxos monetários intersetoriais de insumos para uma dada atividade pelo valor monetário total de produção da mesma atividade (a partir daqui, chamaremos o setor de atividade), todos a preços constantes de cada ano, de maneira a se aproximar o cálculo de um  $a_i$  da divisão entre quantidades e não de valores monetários simples, estranhos a uma função de produção. Ao ancorarmos todos os  $a_{ij}$  em 1995, estaríamos seguindo fielmente a recomendação de Carter.

Dividimos o trabalho dos dados em duas etapas: a primeira, de 1985 a 1995, com os dados das MIPs publicadas pelo IBGE, com 80 produtos e 42 atividades; a segunda, com os dados das TRUs também publicadas pelo IBGE, novamente com 80 produtos e 42 atividades. Assim, ficamos com uma aproximada homogeneidade de classificação setorial, possibilitando-nos comparar os  $a_{ij}$  para cada atividade e cada produto ao longo do período 1985-2009.

Deve-se salientar ainda que nos períodos de 1985-1995 e 1995-2009 há uma importante mudança metodológica na coleta de dados: as MIPs de 1985 a 1995 basearam-se em censos produtivos, enquanto as TRUs de 1995 a 2009 utilizaram dados amostrais para os cálculos setoriais. Assim, os  $a_{ij}$  no período 1985-1995 não são matematicamente comparáveis aos  $a_{ij}$  do período 1995-2009, calculados pelas TRUs. O que se fez foi observar a evolução dos  $a_{ij}$  dentro do período 1985-1995, considerando que, para o período seguinte (1995-2009), há uma superposição no ano de 1995, porém com metodologias diversas. Dessa maneira, criamos uma interseção entre as duas metodologias no ano de 1995, de forma que podemos fazer a seguinte análise em parte qualitativa, e em parte quantitativa: houve tal movimento de crescimento ou queda ou alternância setorial dos  $a_{ij}$  de 1985 a 1995, e outro movimento de crescimento ou queda ou alternância setorial dos  $a_{ij}$  de 1995 a 2009. Ou seja, preservamos a continuidade do movimento dos  $a_{ij}$ , não matematicamente em sentido rigoroso, mas no qualitativo (intensidade de crescimento ou decréscimo, ou ainda alternância setorial), para a avaliação de longo prazo que desejamos fazer. Adicionalmente, o exercício permite a comparação quantitativa rigorosa em cada período separadamente, isto é, um movimento em 1985-1995, e um em 1995-2009.

Deve-se considerar ainda o seguinte: os  $a_{ij}$  de Leontief tratam apenas de insumos nacionais. Como temos importação de insumos, e eles são usados concreta e fisicamente na produção das firmas dentro do Brasil junto aos insumos nacionais, utilizamos aqueles primeiros no cálculo dos chamados “coeficientes técnicos” (por já não corresponderem rigorosamente aos coeficientes técnicos de Leontief), com insumos nacionais e importados em cada fluxo intersetorial. A justificativa é a de que, do ponto de vista tecnológico, os insumos importados estão sendo usados na produção, tanto quanto seus similares nacionais; assim, é necessário considerá-los. Como não estávamos preocupados com nenhum exercício de simulação que envolva a Inversa de Leontief (em que se considera apenas insumos nacionais), estamos assim sendo mais

fidedignos do ponto de vista tecnológico, independentemente da origem dos insumos. Sob esse ponto de vista, os coeficientes técnicos aqui considerados não são os  $a_{ij}$ , mas coeficientes que consideram insumos nacionais e importados juntos, coeficientes que chamaremos de  $\beta_{ij}$ , onde  $i$  indica a origem do produto (nacional e importado) no fluxo intersetorial para a atividade  $j$ .

Finalmente, deve-se justificar por que a escolha de uma relação intersetorial foi feita entre produto e atividade e não entre atividades. Isso ocorreu porque a classificação por produto é mais detalhada, além de que os dados foram apresentados originalmente em tabelas com produtos nas linhas e atividades nas colunas, exigindo para cálculo dos  $\beta_{ij}$  menos adaptações, o que aumenta a precisão dos coeficientes. Assim, obtivemos indicadores mais detalhados e, ao mesmo tempo, com menor imprecisão no seu valor matemático final.

### 3.1 O trabalho dos dados no período 1985-1995

Decidimos apresentar os  $\beta_{ij}$  a partir das MIPs de 1985 a 1996 em três pontos do tempo: 1985, 1990 e 1995. Não fizemos o mesmo ano a ano porque acreditamos que nesses três anos já estaríamos dando uma excelente noção da evolução dos  $\beta_{ij}$  de 1985 a 1995. O procedimento básico para cálculo dos  $\beta_{ij}$  foi o seguinte:

- 1) Atualizamos para valores de 1995, com índices fornecidos pelo próprio IBGE, todas as tabelas de consumo intermediário (que inclui produtos nacionais e importados), impostos e subsídios e margens (incidentes sobre produtos nacionais e importados), e valor da produção por atividade.
- 2) Transformamos o consumo intermediário em valores de 1995, para consumo intermediário em valores de 1995 a preços básicos, retirando do primeiro os impostos e subsídios e margens (em valores de 1995).
- 3) De maneira análoga ao procedimento anterior (item 2), calculamos o valor de produção em valores de 1995 a preços básicos, para cada atividade.
- 4) Dividimos os valores de consumo intermediário encontrados (item 2) pelo valor de produção de cada atividade, encontrando assim os  $\beta_{ij}$  de cada atividade.
- 5) Como algumas atividades ficaram com seu somatório de  $\beta_{ij}$  por atividade pouco balanceado, dado o ajuste de preços em período de alta inflação, adotamos o seguinte procedimento de ajuste: dividimos a soma dos  $\beta_{ij}$  por

atividade pela sua análoga publicada na MIP daquele ano, a preços daquele ano; utilizamos essa proporção para ajustar os  $\beta_{ij}$  calculados da primeira vez; a soma final por atividade dos  $\beta_{ij}$  calculados pela segunda vez, assim, chegou a valores balanceados.

### 3.2 O trabalho dos dados no período 1995-2009

O trabalho a partir das TRUs foi basicamente o de deflacionar valores, desde 2009, para valores constantes de 1995. As TRUs foram publicadas, a cada ano, em valores correntes daquele ano específico, e a valores do ano imediatamente anterior. Assim, torna-se possível trazer os valores correntes do ano  $t$  para os do ano  $t - 1$ , e, sucessivamente, indo de 2009 a 1995. Ou seja, é possível trabalhar com todas as TRUs a valores constantes de 1995, qualquer que seja seu ano corrente. Cada TRU, de um ano específico, mas em valores de 1995, foi submetida ao seguinte procedimento, para se calcular os  $\beta_{ij}$ :

- 1) Usando o procedimento de Guilhoto e Sesso Filho (2005, p. 1-22), transformamos o consumo intermediário da TRU de cada ano (que inclui produtos nacionais e importados) em consumo intermediário a preços básicos.
- 2) Dividimos cada fluxo intersetorial de consumo intermediário calculado no item anterior (em 1) pelo valor da produção a preços básicos (em valores de 1995) da mesma TRU (utilizada em 1).
- 3) Os valores calculados (em 2) são os  $\beta_{ij}$  desejados.

## 4 AS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS LEVANTADAS

Nesta seção, apresentamos os  $\beta_{ij}$  calculados conforme demonstrado na seção 3 para o período 1985-2009. Organizamos, por questão de clareza expositiva, as atividades em complexos industriais. Esse agrupamento expositivo, entretanto, não tem nenhuma consideração de interação entre as funções de produção de cada atividade, mesmo que eventualmente elas de fato possam ter alguma ligação. Em outras palavras, trata-se de mero artifício expositivo.

Não apresentamos os  $\beta_{ij}$  em todas as atividades, mas apenas naquelas de valor numérico significativo. Finalmente, para facilidade de visualização e entendimento do leitor, multiplicamos o valor numérico de todos os  $\beta_{ij}$  por 100. Assim, eles se

assemelham à seguinte interpretação: o valor numérico  $x$  de determinado  $\beta_{ij}$  estaria significando que o produto  $i$ , utilizado na produção da atividade  $j$ , foi empregado em um valor monetário (a preços básicos e constantes de 1995) que corresponde a  $x\%$  do valor da produção (a preços básicos e constantes de 1995) daquela atividade, no ano de sua TRU correspondente e original.

#### 4.1 Complexo construção civil

A construção civil é um dos complexos de maior difusão e permeabilidade setorial, regional e social do Brasil. Sua importância é incontestável, tanto na infraestrutura urbana quanto produtiva e viária, além de residencial. Há uma inegável adesão de seu processo produtivo ao nível de qualificação da mão de obra brasileira, com evidente e importante capacidade de adaptação recíproca.

Podemos dizer que, a longo prazo, a tendência de evolução produtiva desse complexo é o aumento da pré-fabricação (Prochnik, 1987, p. 100). Chamaremos essa tendência de aprofundamento produtivo, que se constitui do “aumento da participação dos setores à montante das cadeias produtivas no valor agregado do produto para demanda final”, sendo que “a causa deste movimento é a introdução de progresso técnico”. Esse processo “segmenta os processos de produção, criando novas etapas e, conseqüentemente, novos produtos, que encurtam o trabalho das empresas mais à frente” (*idem, ibidem*).

Essa tendência de evolução tende a adensar elos intersetoriais com o complexo químico, preponderantemente. Esse movimento se dá essencialmente devido ao aumento do uso produtivo de aditivos, plásticos, novas tintas, tubos de policloreto de vinila (PVC) etc. Adicionalmente, pode-se notar uma tendência à utilização de pré-fabricados de concreto armado, formas de madeira, estruturas metálicas (em substituição ao concreto armado) e outros metais, como alumínio e cobre, além de instrumentos de microeletrônica (instrumentação, automação etc.).

O produto final do complexo construção civil guarda três características principais: “não homogêneo, não seriado e feito sob encomenda” (Chaves, 1985 *apud* Prochnik, 1987, p. 102). Essa característica implica que o projeto da obra a ser executada é decisivo, ou seja, nele temos as especificações técnicas da produção em

si, a introdução de novos materiais, a quantidade de cada material a ser utilizado etc. O projeto de engenharia seria um análogo ao P&D da construção civil.

Entretanto, o projeto não acaba com a tecnologia do complexo. A execução, por mais perfeita e detalhada, raramente consegue esgotar ou prever todas as dificuldades de execução. Assim, a execução em si, das firmas construtoras, embute importante grau de tecnologia produtiva, criando o que poderíamos chamar de um *know how* produtivo. Em síntese, há duas tecnologias, uma de produto, outra de processo, na construção em si.

Poderíamos enumerar três grandes grupos de fonte de pressão para aprimoramento tecnológico no complexo construção civil: a pressão por técnicas poupadoras de tempo e os problemas colocados pelo agravamento das condições ecológicas; o avanço da ciência em si, que disponibiliza novas tecnologias de materiais, de geotecnia, cálculo de estruturas etc.; e o incremento de sua base material, ou seja, “a utilização de computadores e a utilização de métodos numéricos e de técnicas computacionais, o aparecimento de instrumentação eletrônica sofisticada e a crescente disponibilidade de dados empíricos” (Prochnik, 1987, p. 105).

A especificação tecnológica dos materiais da construção civil geralmente se altera quando os produtores desses materiais (seja na extração, seja na indústria) alternam e modernizam seu capital instalado. Assim, novos métodos de extração e beneficiamento tendem a alargar a base de utilização produtiva de metais, com escalas maiores e menores índices de rejeição. Na indústria, temos um quadro variado. Os fabricantes de vidro, cerâmica, cal e cimento tendem a se aprimorar buscando “racionalização do consumo energético e a troca de fontes de energia” (Prochnik, 1987, p. 115).

Poderíamos sintetizar as etapas do complexo construção civil em extração e beneficiamento de matéria-prima, transformação, e montagem de materiais de construção (*op. cit.*, p. 117). Há um importante fator de economia de escala na etapa de fabricação, o que poderia levar a alguma dúvida quanto à validade dos  $\beta_{ij}$  nesses setores. Deve-se observar, entretanto, que essa economia não é algo flexível: ela é predeterminada pelas especificações técnicas do capital instalado, ou seja, nesses setores se trabalha com um nível de utilização da capacidade instalada de no mínimo x%, pois abaixo dela a produção não é rentável, o que torna seu  $\beta_{ij}$  bastante crível, sob o ponto de vista deste trabalho. Outro fator importante na mudança de materiais utilizados são as “propriedades físicas de cada material – peso,

compressibilidade, propriedades isolantes etc.” (*op. cit.*, p. 118). Os setores com maior vocação a contribuir para a modernização tecnológica, relativamente ao segundo motivo são a química, os minerais não metálicos e a metalurgia e siderurgia. Assim, há um “caráter predominante das empresas de transformação na introdução e no condicionamento da difusão do progresso técnico” neste complexo (*op. cit.*, p. 121).

#### 4.1.1 Atividade construção civil

Uma das ênfases da função de produção de construção civil vem de produtos metalúrgicos, ferrosos e não ferrosos. Entre os ferrosos, os denominados outros produtos metalúrgicos (essencialmente, tubos de aço ou ferro, estruturas metálicas para edifícios, serralheria e trefilados) predominam. Sua evolução mostra muita economia de 1985 a 1995, continuando de 1995 a 2009, com menor intensidade. É provável que esse movimento seja duplo: ao mesmo tempo que houve uso mais intensivo de estruturas metálicas, com certeza houve também muita economia, o que levou a uma resultante significativa de 1985 a 2009. De qualquer maneira, o que se poderia dizer é que o uso de estruturas metálicas, apesar de ter aumentado, ainda não prevalece estruturalmente sobre as estruturas de concreto armado. Dentre os não ferrosos, temos produtos metalúrgicos básicos, dos quais o mais importante é a utilização de esquadrias de alumínio. Apesar de ser conhecido que o uso do alumínio tem sido crescente, outros componentes dessa rubrica foram objeto de significativa economia de 1985 a 1995, mantendo-se mais ou menos constante desde então até 2009. Assim, interpretamos que o uso do alumínio cresceu, mas a tendência de economia dos outros materiais acabou mantendo seu  $\beta_{ij}$  praticamente constante desde 1995. Os laminados de aço também têm comportamento semelhante de economia: mais intensa de 1985 a 1995, e mais lenta depois.

A grande ênfase da função de produção de construção civil são os minerais não metálicos: aí estão concreto (cimento e brita), areia, louça sanitária, azulejos etc. A função de produção dessa atividade aqui se caracteriza mais plenamente, sendo os metalúrgicos sua ênfase secundária. Ao contrário do que podemos observar na tabela 1, há uma queda significativa de seus  $\beta_{ij}$  entre 1985 e 1995. Acreditamos que talvez haja alguma economia de insumos nesse movimento, mas não a julgamos predominante. O mais provável de ter ocorrido é que certas modalidades da atividade construtora, mormente montagem industrial e construção pesada (principalmente a última, que usa de maneira intensiva concreto armado), perderam peso no total da produção da atividade construtora como um todo, o que teria deprimido o  $\beta_{ij}$  abruptamente.

De qualquer maneira, os  $\beta_{ij}$  de minerais não metálicos mantêm-se quase constantes depois de 1995 até 2009, o que indica ter sua ênfase predominante ainda ser atual.

Outra atividade que apresenta comportamento semelhante à de minerais não metálicos é a de material elétrico. A ocorrência simultânea e análoga do mesmo comportamento leva-nos a aumentar a veracidade da conclusão anterior: aqueles setores da atividade, ao terem diminuído sua produção, teriam levado seus  $\beta_{ij}$  a um movimento abrupto de redução, atingindo um patamar mantido de 1995 a 2009.

Setores como artigos de plástico e madeira apresentaram expressiva economia, juntando-se ao de laminados de aço e outros produtos metalúrgicos com expressiva economia no longo prazo. Observa-se, entretanto, que a ausência de redução de uso de minerais não metálicos não nos parece ser índice de mal-uso desses materiais, pois a cadeia recursiva de construção civil, expressa em produtos, teve seus coeficientes diminuídos ao longo da série, indicando economia de recursos.<sup>3</sup> A probabilidade maior é de que novos materiais utilizando minerais não metálicos tenham surgido, aumentando a intensidade de uso destes minerais.

A construção civil no Brasil passou por intensa racionalização e modernização produtiva desde 1990, como descreve Villela (2007, p. 133-288), passando do paradigma de *mass production* (produção em massa) para a de *lean production* (produção flexível), com expressiva economia de materiais, tempo e aumento de qualidade, além de atendimento mais fino do gosto do cliente (*op. cit.*, p. 153-216). Esse movimento, que mobilizou empresas e sindicatos da indústria da construção, consolidou-se mais ampla e profundamente a partir de meados da década de 1990 (*op. cit.*, p. 216-232).

Finalmente, notamos ter acontecido um movimento de terceirização produtiva paulatino sem, contudo, levar a uma alteração da estrutura produtiva da atividade construção civil. Além disso, nota-se (apesar de não termos apresentado na tabela 1) que o uso de equipamentos eletrônicos na construção civil ainda é muito incipiente. A seguir, apresentamos na tabela 1 os  $\beta_{ij}$  da atividade construção civil.

---

3. Outra possibilidade para o mesmo efeito na cadeia recursiva da construção civil seria a desverticalização das empresas do setor. Entretanto, não temos dados a esse respeito. De qualquer maneira, a desverticalização também é uma simplificação produtiva e economia de recursos internos da empresa.

TABELA 1  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade construção civil

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
0202	Outros minerais	1,08	0,70	0,42	1,92	1,89	2,12	1,71	2,13
0401	Produtos minerais não metálicos	12,23	12,11	7,87	11,41	12,65	12,64	12,50	13,32
0502	Laminados de aço	1,58	0,83	0,62	1,77	1,86	1,72	1,46	1,47
0601	Produtos metalúrgicos básicos	1,01	0,69	0,44	0,38	0,43	0,47	0,42	0,39
0701	Outros produtos metalúrgicos	8,18	6,92	4,58	3,52	3,64	3,75	3,19	3,03
0801	Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	1,22	0,91	0,78	1,22	1,24	1,13	1,10	1,07
1001	Material elétrico	4,61	4,29	2,66	1,01	1,13	1,32	1,18	1,13
1401	Madeira e mobiliário	3,60	3,11	2,06	2,06	2,14	1,90	2,02	1,60
1902	Tintas	1,24	1,39	0,71	1,43	1,66	1,40	1,57	1,86
2101	Artigos de plástico	2,42	2,32	1,39	2,50	2,92	2,33	2,27	2,16
3401	Produtos da construção civil	6,50	4,58	3,82	3,55	4,02	4,06	4,21	3,87
4001	Serviços prestados às empresas	1,75	1,52	1,16	1,72	2,37	2,11	2,47	2,45

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_{ij}$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

Podemos dizer que a atividade construção civil, ao longo do percurso de racionalização produtiva ao qual se submeteu, principalmente depois de 1995, apresentou muitas inovações secundárias, ligadas a novos materiais, desenvolvimento de estruturas ou apenas simplificação produtiva. Uma inovação, que na construção civil teria o ímpeto praticamente de uma inovação primária, seria a difusão de construções em estruturas metálicas e/ou outras, além do concreto armado, sendo esta última a especificidade da construção civil brasileira até o momento.

#### 4.1.2 Atividade madeira e mobiliário

Essa atividade tem o eixo de sua função de produção centrado em dois produtos: outros produtos agropecuários (principalmente exploração florestal, ou seja, fornecimento de madeira) e madeira e mobiliário. Notamos que o primeiro produto intensificou seu uso entre 1985 e 1995, mas daí em diante há uma tendência de economia de madeira. Já o segundo produto é uma espécie de minicadeia recursiva de fabricação industrial de madeira (e mobiliário, que não é o interesse principal aqui). Nota-se que, de 1985 a 1995, sua ênfase é pouco alterada, mas percorre de 1995 a 2009 um trajeto também de simplificação e economia de recursos, ou desverticalização das empresas dessa atividade.

Os demais produtos da função de produção entram de maneira claramente secundária e sem importantes mudanças de ênfase de 1985 a 2009. São produtos da siderurgia e metalurgia, outros de petroquímica e de plásticos, ou vernizes, e produtos têxteis (esses últimos provavelmente mais ligados a mobiliário). É importante notar que nesse setor a terceirização produtiva não tomou proporções significativas entre 1985 e 2009.

Em síntese, podemos afirmar que há um descompasso entre a queda paulatina de coeficientes da cadeia recursiva de madeira e mobiliário e a permanência de patamar ou leve aumento deste dos coeficientes dos demais insumos. Isso sugere uma inovação secundária de longo prazo, baseada em processo produtivo principalmente e menos em produtos. Como assinalam Pelaez *et al.* (2009, p. 357), a inovação em máquinas para processamento de madeira liga-se a demandas dos fabricantes de madeira. Logo, é de se esperar que tenha havido novas demandas desses fabricantes, levando ao comportamento dos coeficientes  $\beta_{ij}$  citado.

O tipo de extração de madeira, seja qual for, permaneceu praticamente o mesmo de 1985 a 2009, pois seus  $\beta_{ij}$  são muito semelhantes no período. Entretanto, há uma intensificação de uso de produtos petroquímicos, têxteis ou metálicos, provavelmente ligados a inovações de produto em mobiliário. Estas últimas inovações, por fim, foram persistentes, mas não dominaram tecnologicamente a dinâmica da atividade, que se deve ao processamento de madeira sucessivamente aprimorado.

TABELA 2  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade madeira e mobiliário

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
0199	Outros produtos agropecuários	11,05	13,11	15,33	3,03	3,21	3,56	3,29	2,66
0401	Produtos minerais não metálicos	0,53	0,63	0,52	1,34	1,37	1,48	1,52	1,80
0502	Laminados de aço	0,70	0,56	0,44	1,08	1,13	1,18	1,12	1,28
0701	Outros produtos metalúrgicos	2,66	2,74	2,28	2,12	2,12	2,26	2,21	2,30
1401	Madeira e mobiliário	17,33	18,53	14,03	14,85	14,87	13,95	12,95	11,94
1805	Resinas	0,81	0,70	0,63	1,13	1,21	1,50	1,46	1,53
1903	Outros produtos químicos	1,16	1,19	0,86	1,63	1,78	1,63	1,52	1,70
2101	Artigos de plástico	3,37	3,95	2,89	1,69	1,88	1,59	1,54	1,67
2202	Tecidos naturais	0,82	0,79	0,60	0,75	0,78	0,80	0,83	0,94
2204	Tecidos artificiais	0,28	0,28	0,21	1,13	1,12	1,11	1,11	1,33
3301	Serviços industriais de utilidade pública	1,66	2,35	1,65	1,15	1,23	1,26	1,29	1,24

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_{ij}$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

#### 4.1.3 Atividade minerais não metálicos

A atividade tem sua função de produção muito concentrada em dois produtos: outros minerais e produtos minerais não metálicos. O primeiro produto contém, sob o interesse desse complexo, os itens pedra, argila e areia. De 1985 a 2009, há uma clara e persistente economia no uso de seus materiais. No segundo produto, temos a cadeia recursiva da fabricação de vidro, cimento, e cerâmicos em geral. Seu comportamento é semelhante ao anterior, ou seja, economia de materiais e simplificação produtiva, entretanto não desde 1985, mas fundamentalmente desde 1995.

De maneira mais enfática, há outros dois produtos também com ênfase significativa em sua função de produção: fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos e serviços industriais de utilidade pública. No primeiro produto, temos a importante manutenção de capital instalado, pois muitas das indústrias em questão são altamente intensivas em capital. Há aqui uma também persistente e progressiva economia de recursos de 1985 a 2009. No segundo produto, temos a necessidade de uso intensivo de água e energia elétrica. Entretanto, aqui o movimento é exatamente o oposto do anterior: paulatina intensificação do uso desses recursos, de 1985 a 2009.

Nos produtos oriundos de madeira (como combustível), e em vários elementos químicos (petroquímicos ou não), de 1985 a 2009, não há nenhuma significativa alteração de papel na atividade minerais não metálicos. Deve-se destacar o ganho crescente e paulatino de importância da terceirização produtiva na função de produção dessa atividade. Seu crescimento vem desde 1995 até 2009, tornando-se neste último ano a quarta principal ênfase produtiva. De qualquer maneira, apesar do peso, ainda não alterou a configuração estrutural da função de produção dessa atividade.

Ficam evidentes duas vertentes importantes de inovação secundária em minerais não metálicos: a melhoria produtiva de sua cadeia recursiva em si, ou seja, ganhos de eficiência na fonte e utilização de insumos e processos, que vêm desde 1985; e a paulatina perda de importância das fontes de energia baseadas em petróleo e a intensificação das que utilizam energia elétrica. Deve-se notar que a manutenção de equipamentos instalados passou por significativo aumento de eficiência e economia, também desde 1985. Em síntese, essa são as principais vertentes de inovação secundária e eficiência técnica.

A atividade de minerais não metálicos, além dos ganhos de eficiência, passou por evoluções expressivas de qualidade técnica e estética de seus produtos desde 1985, como enfatizam Bugalho (1998, p. 31-43) e Coelho (1996, p. 28-59). Suas principais fontes de inovação tecnológica vêm da necessidade de ganhos de eficiência no uso de matérias-primas, o que determina a qualidade técnica e estética dos produtos, além dos ganhos de produtividade.

Concluindo, de 1985 a 2009, essa atividade ganhou competitividade em qualidade, houve ganhos de eficiência técnica, mas a principal alteração veio de seu uso de fonte de energia: menos aquelas vindas do petróleo e muito mais as ligadas à energia elétrica. Apresentamos na tabela 3 os  $\beta_{ij}$  da atividade minerais não metálicos.

TABELA 3  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade minerais não metálicos

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
0202	Outros minerais	8,16	6,69	5,04	9,25	9,09	7,93	7,03	7,01
0401	Produtos minerais não metálicos	19,93	21,29	20,31	7,57	8,33	7,06	6,90	7,13
0801	Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	2,98	2,67	2,14	1,86	1,84	1,72	1,61	1,57
1401	Madeira e mobiliário	0,13	0,13	0,11	1,06	1,06	0,99	0,89	0,99
1501	Papel, celulose, papelão e artefatos	2,22	2,39	2,04	1,03	1,07	1,17	1,15	1,12
1701	Elementos químicos não petroquímicos	1,71	1,52	1,49	1,42	1,43	1,62	1,69	1,48
1802	Óleos combustíveis	5,84	4,76	4,00	1,42	1,62	1,17	0,96	0,99
1803	Outros produtos do refino	0,67	0,67	0,66	1,27	1,28	1,33	1,44	1,44
1804	Produtos petroquímicos básicos	0,10	0,09	0,08	0,64	0,72	0,70	0,69	0,62
1805	Resinas	0,50	0,41	0,42	0,70	0,71	0,85	0,89	0,82
1902	Tintas	1,37	1,53	1,48	0,66	0,70	0,60	0,52	0,49
1903	Outros produtos químicos	0,46	0,44	0,35	0,46	0,49	0,52	0,52	0,52
3301	Serviços industriais de utilidade pública	2,92	3,84	3,02	3,74	4,21	4,78	5,06	4,59
4001	Serviços prestados às empresas	0,81	0,85	0,79	1,97	2,72	3,56	3,60	3,69

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_{ij}$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

#### 4.1.4 Atividade extrativa mineral

Na tabela 4, apresentamos os  $\beta_{ij}$  da atividade extrativa mineral. A função de produção dessa atividade apresenta duas ênfases principais de intensidade no uso de insumos: minério de ferro e outros minerais. A extração de minério de ferro aumentou significativamente sua ênfase de 1985 a 1995, mas, de 1995 a 2009, há uma expressiva

economia de uso desse insumo por unidade de produção, com ganhos expressivos de teor de finos no minério de ferro. Como a produção de minério de ferro aumentou bastante entre 1995 e 2009, tal economia certamente é advinda do fator apontado. Já em outros minerais, também temos um quadro semelhante: há certa estabilidade da intensidade de uso dos insumos entre 1985 e 1995, e expressiva economia de 1995 a 2009, também advinda da melhoria do minério de ferro. Nesse último grupo estão minerais como alumínio e cobre, utilizados na construção civil.

As outras duas ênfases importantes na função de produção dessa atividade são: fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos e óleos combustíveis. Na primeira, temos principalmente serviços de manutenção de máquinas e equipamentos, na qual a intensidade de uso aumenta muito de 1985 a 1995, e depois mantém-se quase constante até 2009. Em óleos combustíveis, a ênfase cresce pouco de 1985 a 1995, e depois decresce muito lentamente até 2009.

TABELA 4  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade extrativa mineral

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
0201	Minério de ferro	5,80	4,73	7,60	4,66	4,59	4,40	4,34	3,61
0202	Outros minerais	2,08	2,50	1,99	6,81	6,69	5,72	4,75	5,63
0302	Carvão e outros	0,05	0,10	0,00	0,94	0,97	0,91	1,44	1,35
0701	Outros produtos metalúrgicos	2,97	4,11	4,09	1,54	1,59	1,70	1,43	1,47
0801	Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	5,29	6,88	7,00	2,73	2,69	2,56	2,61	2,67
1501	Papel, celulose, papelão e artefatos	0,47	0,73	0,67	0,95	0,99	0,92	0,98	0,95
1601	Produtos derivados da borracha	0,52	0,67	0,66	1,05	1,09	1,19	0,98	1,01
1802	Óleos combustíveis	4,24	5,14	4,50	2,93	3,36	2,87	2,52	2,48
2205	Outros produtos têxteis	0,20	0,25	0,24	1,22	1,29	1,40	1,13	1,30
3301	Serviços industriais de utilidade pública	2,29	4,38	3,67	2,21	2,49	2,51	2,67	2,70
3901	Alojamento e alimentação	0,17	0,21	0,20	2,22	2,57	2,34	3,15	3,09
4001	Serviços prestados às empresas	2,69	4,13	4,05	1,98	2,74	3,03	3,16	3,21

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_{ij}$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

Notamos ainda que serviços industriais de utilidade pública (basicamente água e energia elétrica) mantêm um crescimento de intensidade de uso paulatino de 1985 a 2009. Já o também crescimento paulatino de uso de serviços prestados a empresas, de 1985 a 2009, indica crescente utilização de terceirização produtiva. Os outros insumos

utilizados, vindos da metalurgia, da petroquímica e da têxtil, mantiveram basicamente sua intensidade de uso na função de produção dessa atividade.

O movimento geral de mutação tecnológica da atividade extrativa mineral é de aumento da intensidade de utilização de capital e seus combustíveis na produção, para eficiência e qualidade de extração de minério, sejam os ferrosos, sejam os demais. De fato, como citam Dorileo, Bajay e Gorla (2010, p. 16), ao descrever o processo de mineração, majoritariamente a extrativa mineral brasileira é de minério de ferro, que tem de ser extraída e beneficiada para exportação e/ou enviada à siderurgia dentro do Brasil. O eixo de seu aprimoramento produtivo e tecnológico está na “integração das operações de britagem e moagem ao desmonte” dos minerais extraídos (*op. cit.*, p. 20). Esse eixo depende de melhoria tecnológica das máquinas envolvidas, mas também da qualidade do minério extraído. O que observamos na tabela 4 é que os  $\beta_{ij}$  caíram muito fortemente em minério de ferro, e mais levemente em outros minerais e em fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos e os combustíveis envolvidos, inclusive água. Assim, parece-nos ter havido expressivo ganho de eficiência produtiva, sugerindo tanto aprimoramento tecnológico quanto aumento da qualidade de minério, o que não podemos separar a partir dos dados deste trabalho.

#### 4.2 Complexo têxtil

O complexo têxtil aqui denominado inclui tanto a cadeia têxtil propriamente dita, quanto a cadeia de calçados. As duas estão juntas pelo critério não tecnológico de produção (totalmente diverso numa e noutra), mas pela similaridade da demanda: ambas vendem artigos de vestuário, com os determinantes complementares de demanda no nível do consumidor semelhantes. De qualquer maneira, a análise de evolução da tecnologia de produção não é afetada por tal agrupamento, pois as cadeias da têxtil-vestuário são totalmente independentes da cadeia de calçados (não há interpenetração de setores relevantes entre as duas).

A cadeia produtiva têxtil constitui uma rede industrial madura, com taxas de crescimento e de inovação em produtos já estabilizadas em nível mundial. Isso implica que “as vantagens competitivas estão associadas à redução do custo unitário e de mudanças na capacidade produtiva, uma vez que a concorrência é predominantemente baseada em preços, sendo este fator tão mais importante quanto mais padronizados forem os produtos” (Garcia, 1994, p. 1). Como a questão de custos

é decisiva, a entrada no mercado da indústria têxtil nos países em desenvolvimento, principalmente aqueles com mão de obra mais barata, aliada ao crescimento mais lento da demanda doméstica dos países desenvolvidos a partir de 1960, levaram a partir de então a uma reestruturação dessa indústria e a adoção de inovações. A tecnologia, em nível produtivo, mudou basicamente em duas frentes: naquela relacionada a desenvolvimento e difusão de fibras artificiais e sintéticas; e na de aumentos de produtividade pelo uso de máquinas mais modernas e inovadoras. Finalmente, a essa tendência veio se juntar a incorporação de recursos de microeletrônica e da informática, com “automação crescente dos processos produtivos” (*op. cit.*, p. 3), gerando mais produtividade e maior qualidade do produto final.

Essa vertente de avanço de tecnologia produtiva, entretanto, não tende a ser suficiente no longo prazo. A “competitividade da indústria têxtil e do vestuário passou a depender da eficiência das relações entre os elos da cadeia produtiva, o que implica adoção de uma abordagem sistêmica na concepção da concorrência entre mercados” (*idem, ibidem*).

Assim, superada a fronteira antevista no ajuste internacional dos anos 1960, hoje o objetivo é superar a tendência de fragmentação produtiva do setor têxtil e vestuário “com serviços tecnológicos que possibilitem a difusão de informações e o acesso às novas tecnologias de processos e organizacionais”, de maneira a tornar a cadeia (produção, transporte de material entre os elos e rapidez de resposta a mudanças de gosto do consumidor) eficiente (Garcia, 1994, p. 4).

Nos dados iniciais de 1985, e ainda na primeira metade da década de 1990, a cadeia têxtil e vestuário brasileira enfrentava ainda problemas para superar a fronteira dos anos 1960 (*idem, ibidem*). Grandes investimentos foram feitos a essa altura; entretanto, “por esses investimentos se restringirem a uma parcela das empresas que compõem a indústria, a heterogeneidade tecnológica manteve-se nesse período, dificultando a adoção de processos cooperativos no interior da cadeia produtiva, impedindo assim a elevação da competitividade sistêmica do setor” (*idem, ibidem*). Ou seja, ao que tudo indica (tentaremos demonstrar com nossos dados), a cadeia têxtil e vestuário brasileira ainda não superou de maneira homogênea o dilema dos anos 1960, tampouco a atual fronteira internacional.

A questão toda se concentraria na capacidade produtiva da cadeia têxtil e vestuário de investir, e, em certos momentos, para que esse investimento não seja descontínuo no tempo, que essa cadeia investisse à frente da demanda. Como assinalam Prochnik e Lisboa (1989, p. 8), essa não parece ser a prática desse segmento da indústria brasileira; suas iniciativas de investimento geralmente vêm a partir do crescimento da demanda, e as inovações são feitas a partir desses investimentos. Ou seja, nesse segmento, a iniciativa tende a ser descontínua e, conseqüentemente, a incorporação de inovações produtivas. “O crescimento do CT [complexo têxtil] depende da expansão do emprego e do crescimento da renda e da sua distribuição, assim como da elasticidade-renda do consumo” (*op. cit.*, p. 9). Essa característica tende a levar a sérias dificuldades de planejar para o longo prazo.

A cadeia de calçados, como já assinalamos, guarda uma importante similaridade com a cadeia têxtil e vestuário: sua dinâmica produtiva e de inovação é dada pela evolução da demanda, sendo um produto em que a concorrência via preços pesa significativamente. Entretanto, tem uma diversidade importante, a partir de outra similaridade: seu processo produtivo é mais difícil de ser submetido à automação e à sistematização, por ter uma característica manual mais irredutível. Isso leva à intensidade no trabalho e também a uma maior sensibilidade às diferenças regionais ou internacionais de salário. Todas essas características fazem com que as firmas dessa cadeia tenham muito a ganhar na cooperação mútua, ou seja, em *clusters* produtivos, além da possibilidade de flexibilização do processo de trabalho que, entre outras coisas, pode poupar significativamente custos de instalação imobiliária, trabalhistas, tributários, entre outros. Finalmente, a exemplo da cadeia têxtil e vestuário, a questão de marca, moda e dinâmica da demanda cumpre papel essencial, exigindo agilidade no seu acompanhamento.

Como relata Galvão (2001, p. 91), assim como a cadeia têxtil e vestuário, a cadeia de calçados nos países desenvolvidos entra em crise no início dos anos 1960, devido ao ritmo menor de crescimento da renda e da entrada de países em desenvolvimento produtores com menores salários. Assim, a produção se desloca para Brasil, Taiwan, Coreia do Sul e Hong Kong, principalmente. Nos anos 1980, há novo deslocamento internacional, pois países como Brasil e Itália não apenas são grandes produtores, mas também grandes exportadores. Já na década de 1990, novo deslocamento, aprofundando a característica de ganhar mercados exportadores devido a salários ainda

mais baixos: Índia, Indonésia, Tailândia, Malásia e também China transformam-se em grandes exportadores.

No Brasil, é do início dos anos 1970 a final dos 1980 que se formam grandes empresas calçadistas no Brasil, ainda com uma produção fordista de produtos padronizados. A fase atual é marcada pelo último movimento internacional descrito no parágrafo anterior: busca regional dentro do Brasil de locais com mão de obra mais barata, tendência a romper a produção fordista e transformá-la em mais flexível. Esse último processo é ainda mais crítico porque

as próprias casas importadoras norte-americanas começam a adotar práticas organizacionais diferentes, passando a utilizar sistemas *just-in-time* – que trazem como principal característica a manutenção de baixos estoques e a eliminação do sistema anterior, baseado em grandes encomendas às fábricas brasileiras, de produtos padronizados (Galvão, 2001, p. 94).

Fica clara a profundidade da reestruturação pela qual passa a cadeia calçadista no Brasil: localização regional, tecnologia e processo produtivo, tamanho de empresas, relações intersetoriais com fornecedores de insumos e com clientes finais, regime trabalhista etc.

#### 4.2.1 Atividade indústria têxtil

No setor têxtil, há alguns vetores de avanço tecnológico, como assinala Lupatini (2004, p. 91). O aprimoramento de fibras sintéticas, artificiais e naturais, que se tornam mais eficientes (arrebentam menos nos teares durante o processo produtivo) e são mais suscetíveis de combinação, gera tecidos mistos de mais alta qualidade ao desgaste e absorventes de coloração e/ou desenhos mais nítidos; as máquinas com controle microeletrônico possibilitam expressiva economia de tempo e trabalho, redução significativa de erros ou de tempo gasto para corrigi-los durante a produção; e finalmente, aprimoramentos no setor químico, que fornece fibras mais resistentes e confortáveis (nos tecidos já confeccionado em roupas), e tintas e corantes mais sofisticados, capazes de uma diferenciação e tingimento de tecidos mais sofisticados. Nota-se que o setor têxtil, no Brasil, passou por um processo de concentração e modernização produtiva, além de desverticalização de empresas, acompanhado de deslocamento produtivo de parte das novas unidades para o Nordeste (uma vez que seu *locus* tradicional era o Sul/Sudeste) – tudo isso principalmente depois de 1995 (*op. cit.*, p. 2).

O grupo de produtos com maior peso na função de produção dessa atividade é o de resinas, fios têxteis naturais, tecidos naturais, fios têxteis artificiais e outros produtos têxteis. Os produtos fios têxteis naturais e tecidos naturais apresentaram os maiores pesos de produção da atividade, até fins da década de 1990. Depois, seu peso cai abrupta e significativamente. A explicação para uma mudança tão repentina é simples: depois de 1985, a produção de algodão no Brasil passou por profunda crise, da qual se recuperaria apenas no século XXI. Quando ela se recupera, as importações de fios e tecidos naturais são interrompidas praticamente, ou seja, no caso mais crítico, de tecidos naturais, cai cerca de 50%, a partir de 2000. Assim, os  $\beta_{ij}$  desses produtos caem, pois incluem importações desses insumos na função de produção da atividade. Observamos que os  $\beta_{ij}$  de resinas e fios têxteis artificiais, menos significativos que os de insumos naturais até 1998, passam a partir de então a ser a principal ênfase dessa função de produção. Em outras palavras, a atividade têxtil vem substituindo patentemente insumos naturais por artificiais ou sintéticos – talvez devido ao fato de haver mais possibilidades destes últimos se adaptarem a processos produtivos automatizados e mais eficientes. O item de outros produtos têxteis ganha paulatinamente peso na função de produção de 1985 a 2009, terminando o período como principal ênfase individual. Isso significa que a etapa de fiação vem se robustecendo, talvez indicando que é nessa etapa da cadeia que ainda falta maior desenvolvimento produtivo, uma vez que a de tecelagem já se modernizou muito.

A segunda ênfase na função de produção é dos seguintes produtos: algodão em caroço e serviços industriais de utilidade pública. No primeiro caso, nota-se que depois de 1985 até 2002 os coeficientes caem, devido à tal escassez do algodão brasileiro, e volta a crescer, como já assinalamos no parágrafo anterior. No segundo caso, há um aumento paulatino do consumo de energia elétrica e água de 1985 a 2009. Isso reflete mais automação no processo produtivo. Entretanto, o avanço é lento, para um período tão longo.

Em síntese, há duas mutações produtivas importantes na atividade têxtil. Por um lado, a volta da produção interna de algodão e o cancelamento significativo de importações. Por outro lado, ocorreu uma gradual e contínua opção por insumos artificiais e sintéticos, com certeza por questões de avanço produtivo e necessidade de automação de seus processos. Olhando para a tabela 5 como um todo, notamos que houve uma paulatina e contínua economia de materiais (desde 1985 até 2009), em função dos aprimoramentos tecnológicos antes assinalados – o que constitui a

principal inovação secundária do setor têxtil, marcadamente depois de 1998. Além disso, nota-se uma expressiva desverticalização produtiva, também depois de 1998, mas que não mudou a estrutura produtiva do setor. A seguir, apresentamos na tabela 5 os  $\beta_{ij}$  da atividade indústria têxtil.

TABELA 5  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade indústria têxtil

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
0106	Algodão em caroço	4,20	2,95	2,63	1,36	1,78	3,66	4,56	4,18
0199	Outros produtos agropecuários	1,21	1,52	2,29	1,02	1,08	1,16	1,22	1,03
0801	Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	1,50	1,53	1,68	1,21	1,20	1,00	0,83	0,79
1804	Produtos petroquímicos básicos	0,10	0,10	0,11	1,54	1,72	1,56	1,61	1,53
1805	Resinas	7,18	6,10	7,13	4,51	4,61	4,91	4,84	4,62
2201	Fios têxteis naturais	22,18	23,43	22,31	6,44	5,71	3,93	3,63	3,56
2202	Tecidos naturais	4,18	4,23	4,15	11,15	11,23	2,44	2,77	2,74
2203	Fios têxteis artificiais	5,30	5,62	7,23	5,40	5,34	5,19	5,06	4,94
2204	Tecidos artificiais	2,41	2,51	2,43	0,91	0,91	0,85	0,93	0,99
2205	Outros produtos têxteis	4,19	4,03	4,17	4,24	4,24	4,56	5,27	5,72
3301	Serviços industriais de utilidade pública	1,28	1,91	1,73	2,29	2,57	2,59	2,58	2,49
4001	Serviços prestados às empresas	0,46	0,55	0,58	0,82	1,14	1,24	2,31	2,19

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_{ij}$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

#### 4.2.2 Atividade artigos do vestuário

A função de produção dessa atividade é das mais simples da indústria brasileira e está concentrada em três produtos: tecidos naturais, tecidos artificiais e outros produtos têxteis. Os tecidos naturais predominam nessa atividade, indicando um caráter artesanal de fundo ainda resistente nas confecções. Seu peso é curiosamente estável (com pequenas oscilações acima e abaixo) de 1985 a 2009, o que mostra ter seu processo produtivo pouco evoluído no longo prazo. O uso de tecidos artificiais apresenta um adensamento entre 1985 e 1995, mantendo-se depois, entre 1995 e 2009, com peso praticamente estável nessa atividade. Assim, quanto ao uso de tecidos, o vestuário no Brasil manteve-se produtivamente muito semelhante em 2009 ao que era em 1985.

A diferença significativa que ocorreu foi quanto a outros produtos têxteis. Seu peso na função de produção aumentou significativa e gradualmente de 1985 a 2009. Esse desempenho traduz um expressivo adensamento na cadeia do vestuário, aqui entendida

como *clusters*, ou arranjos produtivos locais (APLs), que de fato vieram crescendo no período e mudando a função de produção da atividade de vestuário. É interessante notar que isso ocorre em outros produtos têxteis (itens de confecção além dos tecidos) e não em tecidos, ou seja, no uso de instrumentos de confecção, mais particulares dos empreendimentos de dimensão mais modesta. Com certeza, seu adensamento se deve a iniciativas de *clusters*.

Em síntese, há dois elementos novos nessa atividade desde 1985: o adensamento produtivo via *clusters* das confecções, provavelmente mais típico de empresas menores; e o uso de criação assistida por computador (*Computer aided design* – CAD) e fabricação assistida por computador (*Computer aided manufacturing* – CAM) na modelagem de roupas, típico de empresas de maior porte, mas que nos parece circunscrever-se a uma otimização produtiva, sem efeitos visíveis ainda na economia de materiais.

Em um contexto de barateamento expressivo de itens de vestuário em nível mundial, tal desenvolvimento brasileiro parece estar expressando uma resposta dos menores empreendimentos, que se mobilizam com mais flexibilidade e menores custos trabalhistas, gerando expressiva interdependência local e com capilaridade de vendas semelhante apenas talvez à informalidade do setor de cosméticos. Apresentamos na tabela 6 os  $\beta_{ij}$  da atividade artigos do vestuário.

TABELA 6  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade artigos do vestuário

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
2201	Fios têxteis naturais	1,18	1,30	1,27	0,46	0,41	0,28	0,32	0,27
2202	Tecidos naturais	19,69	20,80	20,83	13,12	13,22	12,81	13,81	12,68
2203	Fios têxteis artificiais	0,92	1,01	1,33	0,84	0,86	0,78	0,80	0,75
2204	Tecidos artificiais	14,18	15,40	15,25	8,28	8,25	7,77	7,37	8,29
2205	Outros produtos têxteis	7,86	7,89	8,36	14,10	14,12	15,13	15,77	16,31
2301	Artigos do vestuário	0,07	0,08	0,04	0,78	0,75	0,71	0,69	0,67

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_{ij}$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

Finalmente, cabem aqui dois aspectos, ambos observados por Lupatini (2004, p. 38). Primeiro, parece haver um expressivo caminho a trilhar na exploração de moda, marcas, feiras regionais, nacionais ou internacionais de estilistas de vestuário no Brasil como mecanismo dinamizador de demanda e impulsionador do nível de atividade

de toda cadeia têxtil. Este último aspecto parece ser ainda restrito às maiores empresas de vestuário brasileiras, pois o setor é muito heterogêneo. Segundo, parece haver espaço para ganhos produtivos significativos na coordenação de toda cadeia têxtil-vestuário, desde a fiação até a costura, o que poderia gerar economias sistêmicas aparentemente expressivas.

#### 4.2.3 Atividade fabricação de calçados

A principal ênfase da função de produção dessa atividade são produtos de couro e calçados. Trata-se de uma “cadeia recursiva” da atividade em si. Ela perdeu densidade de 1985 a 2009, de maneira paulatina e leve. Isso sugere um processo de simplificação produtiva na margem, correlata a um trajeto de concentração de mercado, mas não de maneira acentuada, ou seja, surgimento de empresas maiores, que passam gradualmente a racionalizar a cadeia em que se inserem. Apresentamos na tabela 7 os  $\beta_{ij}$  da atividade fabricação de calçados.

TABELA 7  
Coeficientes técnicos ( $\beta_{ij}$ ) da atividade fabricação de calçados

Código do produto	Descrição do produto	Metodologia 1985			Metodologia 2000				
		1985	1990	1995	1995	1998	2002	2006	2009
0701	Outros produtos metalúrgicos	0,58	0,68	0,69	1,01	1,05	1,02	1,09	1,05
1501	Papel, celulose, papelão e artefatos	2,37	3,13	2,90	2,17	2,25	2,04	1,75	1,75
1601	Produtos derivados da borracha	5,03	5,41	5,54	0,60	0,62	0,59	0,51	0,49
1701	Elementos químicos não petroquímicos	0,62	0,68	0,72	0,40	0,42	0,40	0,44	0,39
1804	Produtos petroquímicos básicos	0,39	0,42	0,43	3,16	3,52	3,14	3,42	3,28
1805	Resinas	2,90	2,85	3,14	1,20	1,29	1,35	1,37	1,38
1903	Outros produtos químicos	2,11	2,46	2,17	1,89	2,02	1,71	1,63	1,62
2101	Artigos de plástico	4,07	5,45	4,87	1,75	2,04	1,66	1,47	1,45
2205	Outros produtos têxteis	0,96	1,00	0,97	2,05	2,05	2,01	1,88	1,89
2401	Produtos de couro e calçados	21,77	23,19	19,32	25,08	25,08	24,51	22,92	22,83
2701	Carne bovina	8,17	9,26	8,70	9,11	9,48	10,40	12,24	11,42
3301	Serviços industriais de utilidade pública	0,87	1,41	1,20	1,00	1,13	1,11	1,14	1,09
4001	Serviços prestados às empresas	0,92	1,20	1,20	1,41	1,95	1,84	1,63	1,66

Fonte: MIPs de 1985, 1990 e 1995; e TRUs de 1995 a 2009.

Obs.:  $\beta_i$  = produção do insumo  $i$  utilizado na produção da atividade  $j$  expresso como porcentagem do valor da produção da atividade  $j$  (a preços de 1995).

A segunda ênfase dessa função de produção está concentrada em carne bovina. Deve-se observar que se trata da produção de couro sem tratamento de animais abatidos. Seu peso aumenta gradualmente e de forma significativa de 1985 a 2009, mostrando

que o trajeto feito pela indústria calçadista foi de aprofundar a especialização em produtos de couro, não nos sintéticos ou de plástico.

Notamos que essa cadeia coureiro-calçadista predomina na indústria calçadista do Brasil, podendo-se dizer que o Brasil se especializou nela. Além disso, nota-se desde 1990 um expressivo ganho de eficiência nesse setor, principalmente no período 1990-1995, mas que continuou durante toda série até 2009. A disponibilidade de couro era um importante problema da cadeia na década de 1980 (Reis, 1994, p. 80). Na década de 1990, principalmente, como mostra Rezende (2003, p. 235), a produção animal no Brasil aumentou muito expressivamente, eliminando o problema de oferta. Entretanto, como mostram Noronha e Turchi (2002, p. 35), um expressivo conflito passou a ocorrer entre exportadores de couro semiacabado e as indústrias calçadistas demandantes, inclusive, considerando-se que tais couros semiacabados exportados a baixo preço iam alimentar indústrias calçadistas de outros países, concorrentes do Brasil (*op. cit.*, p. 35). De qualquer maneira, até 2009, observamos ganhos de eficiência no calçado de couro brasileiro, e também nos demais, apesar de ocuparem um espaço menor no setor. Assim, os produtos sintéticos também estão presentes, como em produtos petroquímicos básicos, resinas e artigos de plástico. Mas seu peso tendeu a se manter estável (de 1995 a 2009, principalmente), numa trajetória de menor desenvolvimento desses produtos.

Há ganhos significativos de eficiência e produtividade a serem alcançados com modernização tecnológica do processo produtivo, mas essa parece não ser uma opção do setor em expressiva profundidade, pois o calçado brasileiro se insere internacionalmente como “intensivo em mão de obra” numa concorrência majoritariamente via preço (Santana, 2015, p. 18-19), exceto no mercado europeu, onde se insere via diferenciação com preços relativamente maiores que os demais importados. Entretanto, em outro importante mercado, o dos Estados Unidos da América (EUA), onde a concorrência é por preços majoritariamente, nossos sapatos apresentam preços semelhantes aos de Índia, Indonésia, México, Vietnã, China e República Dominicana (*op. cit.*, p. 18). Assim, o Brasil não parece ter um problema de produtividade ou de custos na indústria de calçados. Seus aprimoramentos parecem ser mais em coordenação da cadeia (Noronha e Turchi, 2002, p. 40) e maior agressividade e planejamento de *marketing* e diferenciação.

Como podemos deduzir do trabalho de Henriques (1999, p. 100-103), os avanços tecnológicos mais plausíveis e mais afins ao setor no Brasil parecem estar no sistema CAD

(que possibilitaria grande flexibilidade produtiva frente às oscilações de moda do mercado), com sua extensão CAM não tão indispensável, pois possuem mais características de sapatos de alto custo e elevadíssima sofisticação, como o italiano, que podem incorrer em altos custos de capital fixo, por conseguirem mercado também a alto preço unitário. Em síntese, essa atividade fez basicamente dois movimentos de 1985 a 2009: racionalização produtiva e manutenção de sua especialização em produtos de couro.

## 5 CONCLUSÃO

Não podemos dizer que o complexo da construção civil tenha modificado sua estrutura produtiva, do ponto de vista tecnológico, de 1985 a 2009. O concreto armado e os minerais não metálicos ainda são suas ênfases de uso de insumos predominante. Alternativas como estruturas metálicas, plásticos, novas resinas, aditivos químicos, madeiras, material elétrico e equipamentos eletrônicos mantiveram praticamente sua intensidade de uso, com alterações marginais. Houve, entretanto, intensa racionalização produtiva e inovação de meios produtivos, mantida a ênfase em concreto armado.

As atividades individualmente seguiram um vetor de aprimoramento e racionalização produtiva. Este é o principal trajeto de inovação tecnológica desse complexo. Sob este aspecto, de 1985 a 2009, não houve uma mudança estrutural de grandes proporções, mas outras secundárias, ligadas à citada racionalização.

O complexo têxtil é o mais sensível em sua competitividade internacional, quanto aos aspectos estáticos de custo. Por um lado, itens como custos trabalhistas e difusão técnica quase universal da produção fazem com que países praticantes de baixíssimos salários e portadores de funcionalidade social para jornadas de trabalho extremamente intensivas sejam sérios concorrentes, mesmo no mercado interno brasileiro. Por outro lado, trata-se de um complexo em que os produtos finais são em grande parte padronizados, o que faz suas possibilidades de diferenciação serem mais fáceis de difundir e a concorrência via preços predominar. Finalmente, o progresso técnico atua preponderantemente via aquisição de novos bens de capital, em geral com automação ou controle computacional. Entretanto, tal iniciativa envolve a necessidade de estímulos da demanda, o que torna seu processo de atualização menos homogêneo em cada setor e menos contínuo no tempo.

Na atividade têxtil propriamente dita, o trajeto tecnológico brasileiro caminha para aprofundamento de automação produtiva e elevada interatividade entre fornecedores e clientes a nível regional. O avanço nessas tendências exige melhoria da infraestrutura de transporte brasileira e crescimento do mercado interno para os produtos têxteis, que justifique mais investimentos em capital fixo, trazendo modernidade e automação ao processo produtivo.

As atividades de vestuário e calçados evoluíram para uma estratégia similar, com certas especificidades, entretanto: especialização em insumos naturais (tecidos naturais e couro) e formação de *clusters*. Trata-se de uma busca de vantagens locais no fornecimento dos insumos e de ganhos dinâmicos com a flexibilidade produtiva. Ainda não se aprofundou na mesma intensidade o canal com o varejo através de ciclos de venda baseados em alternância de moda, talvez devido a uma limitação de poder aquisitivo de boa parte da população. Esse é o complexo mais sensível internacionalmente do ponto de vista de competitividade. Ao mesmo tempo, é aquele com maior capacidade de absorção pelo trabalho da população economicamente ativa (PEA) brasileira, junto ao complexo da construção civil. Suas soluções para a concorrência internacional ainda são precárias ou incompletas, o que nos permite antever um trajeto ainda de adaptação por mais anos. De qualquer maneira, a maior igualdade na distribuição de renda e o crescimento da renda *per capita* cumprem um papel decisivo em sua possibilidade de evolução com êxito.

Sintetizando, podemos afirmar que os complexos têxtil e construção civil não mudaram suas ênfases tecnológicas de 1985 a 2009. Entretanto, muitas inovações secundárias foram feitas em ambos e dentro dessas ênfases, o que resultou em significativo ganho de eficiência produtiva. Não há em nenhum dos dois complexos problemas estruturais de produção, de aprimoramento da mesma ou até de inovação mais aprofundada.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. M. *et al.* Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, n. 3, p. 615-642, set./dez. 2005.

ARAÚJO JÚNIOR, J. T. **Mudança tecnológica e competitividade das exportações brasileiras de manufaturados**. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1982. (Texto para Discussão, n. 8).

\_\_\_\_\_. **Tecnologia, concorrência e mudança estrutural**: a experiência brasileira recente. Rio de Janeiro: Ipea; Inpes, 1985.

BAHIA, L. D. Global sourcing or the National Innovation System, which drives innovation in Brazilian manufacturing? *In*: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C.; MOREIRA, S. V. (Ed.). **Technological innovation in Brazilian and Mexican firms**. Brasília: Ipea, 2009.

BUGALHO, A. **Competitividade das indústrias de cimento do Brasil e da América do Norte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

CARTER, A. P. **Structural change in the American economy**. Cambridge: HUP, 1970.

CAVALCANTE, L. R.; DE NEGRI, F. **Trajetória recente dos indicadores de inovação no Brasil**. Brasília: Ipea, 2011. (Texto para Discussão, n. 1659).

CHAVES, M. **A indústria da construção no Brasil**: desenvolvimento, estrutura e dinâmica. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.

COELHO, J. M. **A importância das matérias-primas minerais na competitividade do segmento de revestimentos cerâmicos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

DORILEO, I. L.; BAJAY, S. V.; GORLA, F. D. **Oportunidades de eficiência energética para a indústria**: setor extrativo mineral. Brasília: CNI, 2010.

ERBER, F. S. **Inovação tecnológica na indústria brasileira no passado recente**: uma resenha da literatura econômica. Brasília: Cepal, 2010. (Texto para Discussão Cepal-Ipea, n. 17).

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

GALVÃO, O. J. A. Flexibilização produtiva e reestruturação espacial: considerações teóricas e um estudo de caso para a indústria de calçados no Brasil e no Nordeste. **Revista de Economia Política**, v. 21, n. 1, p. 78-100, jan./mar. 2001.

GARCIA, O. L. **Avaliação da competitividade da indústria têxtil brasileira**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 1, abr./jun. 2005.

HAGUENAUER, L. **O complexo químico brasileiro**: organização e dinâmica interna. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1986. (Texto para Discussão, n. 86).

HAGUENAUER, L. *et al.* **Evolução das Cadeias Produtivas Brasileiras na década de 90**. Brasília: IPEA, 2001. (Texto para Discussão, n. 786)

HENRIQUES, L. F. R. **Análise da competitividade da indústria calçadista do Vale dos Sinos**: uma aplicação da metodologia de Michael Porter. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

KAMINSKAS, R. G. **A economia da inovação periférica**: formação do padrão inovativo brasileiro. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

LEONTIEF, W. **A economia do insumo-produto**. São Paulo: Abril, 1983.

LUGONES, G.; SUÁREZ, D. National innovation systems in Brazil and Argentina: key variables and available evidence. *In*: DE NEGRI, J. A.; TURCHI, L. M. (Ed.) **Technological innovation in Brazilian and Argentine firms**. Brasília: Ipea, 2007.

LUNDEVALL, B. A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. *In*: DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

LUPATINI, M. P. **As transformações produtivas da indústria têxtil-vestuário e seus impactos sobre a distribuição territorial da produção e a divisão do trabalho industrial**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis**: foundations and extensions. Cambridge: CUP, 2009.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias de inovação**: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

NELSON, R. **National innovation systems**: a comparative analysis. New York: OUP, 1993.

NORONHA, E. G.; TURCHI, L. M. **Cooperação e conflito**: estudo de caso do complexo coureiro-calçadista no Brasil. Brasília: Ipea, 2002. (Texto para Discussão, n. 861).

PELAEZ, V. *et al.* Análise da capacidade dinâmica da indústria de máquinas para madeira: estudos de caso. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 8, n. 2, p. 341-370, jul./dez. 2009.

PROCHNIK, V. **O macrocomplexo da construção civil**. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1987. (Texto para Discussão, n. 107).

PROCHNIK, V.; LISBOA, M. B. **Política industrial para setores tradicionais**: o caso do complexo têxtil brasileiro. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1989. (Texto para Discussão, n. 217).

REIS, C. N. **A indústria brasileira de calçados**: inserção internacional e dinâmica interna nos anos 80. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

REIS, M. **Reestruturação internacional e inserção do Brasil na indústria de calçados**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

REZENDE, G. C. **Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil**. Porto Alegre: UFRGS; Ipea, 2003.

SANTANA, S. K. S. **O impacto da reconfiguração internacional do mercado calçadista sobre o segmento brasileiro de couro e calçados**. Brasília: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 2114).

VARIAN, H. R. **Microeconomic analysis**. New York: Norton, 1992.

VILLELA, F. F. **Indústria da construção civil e reestruturação produtiva: novas metodologias e modos de socialização construindo o intelecto coletivo (“General Intellect”)**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

VIOTTI, E. B. National Learning Systems: a new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 7, p. 653-680, 2002. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/222546820>>.

ZUCOLOTO, G. F.; TONETO JÚNIOR, R. Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, n. 2, p. 337-365, 2005.

## EDITORIAL

### Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

### Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

### Revisão

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Luciana Nogueira Duarte

Mariana Silva de Lima

Vivian Barros Volotão Santos

Cynthia Neves Guilhon (estagiária)

Madjoy de Almeida Pereira (estagiária)

### Editoração

Aeromilson Mesquita

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Carlos Henrique Santos Vianna

Glaucia Soares Nascimento (estagiária)

### Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

### Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.*

### Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)







### **Missão do Ipea**

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO  
**PLANEJAMENTO,  
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**



ISSN 1415-4765

