

# **Comportamento das importações brasileiras de 2000 a 2008: uma análise a partir da decomposição estrutural e insumo-produto**

*Patieene Alves Passoni*  
Doutoranda em Economia, IE/UFRJ  
patieene.passoni@ppge.ie.ufrj.br

## **Área 6 - Crescimento, Desenvolvimento Econômico e Instituições**

### **Resumo**

Esse estudo busca analisar como o crescimento da economia brasileira de 2000 a 2008 afetou o comportamento das importações. Desde meados da década de 2000 o Brasil obteve maiores taxas de crescimento do que na década anterior, estimulado por diversos fatores, internos e externos. Contudo, a flexibilidade da oferta para atender a expansão da absorção interna dos diversos componentes de demanda, seja esta intermediária ou final, se deveu às importações. Para entender esse processo, foi realizada a decomposição estrutural das importações brasileiras, a partir dos dados da Matriz Insumo-Produto. A variação das importações totais é desagregada pelo i) uso (bens finais e intermediários), ii) componentes da demanda agregada e iii) fonte de mudança (padrão de comércio, demanda final e mudança tecnológica). Pelos resultados observou-se que as importações são bastante sensíveis ao crescimento, sendo induzidas pela demanda agregada e produção nacional. De acordo com a fonte de mudança, o crescimento das importações esteve relacionado em ordem de importância ao aumento da demanda, mudança do padrão de comércio (penetração de importações) e mudança tecnológica. Em relação ao uso, a maior parte da contribuição foi da demanda intermediária. Dentre os componentes da demanda, entre 2000 e 2008 a formação bruta de capital fixo foi o principal responsável por esse aumento, seguido pelo consumo das famílias e exportações.

**Palavras-chave:** Decomposição estrutural. Importações. Crescimento do Brasil. Matriz Insumo-Produto.

### **Abstract**

This study aims to analyze how Brazilian economic growth between 2000 and 2008 affected imports. Since mid-2000, Brazil had a higher growth in comparison with the previous decade, promoted by several factors, internal and external. Although, the supply flexibility to this domestic absorption expansion, whether intermediate or final, was largely provided by imports. To understand this process, it was done the Brazilian imports structural decomposition, using the data from Input-Output tables. The variation of total imports was desagregated by i) use (final and intermediate goods), ii) aggregate demand components and iii) source of change (trade pattern, final demand and technological change). The results revealed that imports are very sensitive to growth, induced by aggregate demand and domestic production. According to the source of change, the growth in imports was related in order of importance to increased demand, change the pattern of trade (import penetration) and technological change. By use, most of the contribution was attributed to intermediate demand. Among the components of demand, gross fixed capital formation was mainly responsible for this increase, followed by consumption and exports.

**Keywords:** Structural decomposition. Imports. Brazil's growth. Input-output tables.

**Classificação JEL:** C67, O40

## **Comportamento das importações brasileiras de 2000 a 2008: uma análise a partir da decomposição estrutural e insumo-produto<sup>1</sup>**

### **1 Introdução**

Desde meados da década de 2000 o Brasil obteve expressivas taxas de crescimento se comparado à década anterior. Em parte, esse crescimento esteve associado aos elementos domésticos, como expansão do crédito ao consumo, elevação do salário mínimo e mesmo com uma retomada moderada da política fiscal (BASTOS, LARA, RODRIGUES, 2015). Além disso, a economia beneficiou de uma série de fatores, como a redução da vulnerabilidade externa, aumento da liquidez internacional (e a baixa taxa de juros dos EUA), elevação dos preços das commodities e aumento das exportações pela demanda da China (MEDEIROS, 2015).

Esse ciclo de crescimento dos anos 2000 foi impulsionado pelas exportações de *commodities* e seus investimentos, induzidos pelo consumo privado ampliado pelo crédito e pela melhor distribuição de renda, bem como por recuperação do gasto autônomo do governo, incluindo-se modesta expansão do investimento público em infraestrutura. Estas três fontes de crescimento (as exportações, o consumo privado e o gasto público) impulsionaram a taxa de investimento da economia e o emprego formal para níveis há muito não vistos no país (MEDEIROS, 2015, p. 62-63).

Entretanto, como argumenta Medeiros (2015), a flexibilidade existente para atender a expansão da absorção interna dos diversos componentes de demanda, seja intermediária ou final, foi em grande parte a partir das importações, gerando um vazamento de demanda para o exterior. Evidências empíricas apresentadas em Carneiro (2010 *apud* Medeiros, 2015), demonstram que os coeficientes de importação aumentaram tanto em bens de capital, bens intermediários e bens de consumo.

As importações realizadas têm repercussões sobre a produção nacional. Além de serem deduzidas diretamente da demanda na contabilidade, têm efeitos indiretos sobre o produto nacional. Hirschman (1958), a partir da sua teoria do crescimento desbalanceado ou “desequilibrado” identifica a importância de encadeamentos criados pela demanda de bens sobre a produção nacional e os investimentos realizados.

Tais encadeamentos são de dois tipos, um relacionado à demanda e outro à oferta: *backward linkage* (encadeamento a montante ou para trás) que refere aos processos que ocorrem para trás de determinada atividade produtiva, pela demanda criada a compra de insumos necessários para a produção e *forward linkages* (a jusante ou para frente) são aqueles que a indústria chave tem a capacidade de criar para frente, dada sua produção para o fornecimento de inputs para outras indústrias (HIRSCHMAN, 1958). Assim, quando se importa mais insumos ou bens finais, menores serão esses encadeamentos para a economia nacional.

Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo analisar como o crescimento da economia brasileira e seus efeitos para a produção nacional de 2000 a 2008 afetou o comportamento das importações. Para isso, será utilizado o método da decomposição estrutural, aplicado às importações brasileiras, considerando o período total de 2000 a 2008 e dois subperíodos, 2000 a 2003 e 2004 a 2008, para verificar se houve diferenças ao longo do período mais geral.

A variação das importações será decomposta a partir do valor bruto da produção e da estrutura produtiva brasileira. Tal decomposição desagrega a variação das importações totais da economia por destino de uso (bens finais e intermediários), entre os componentes da demanda agregada e a fonte de mudança desses efeitos (padrão de comércio, demanda final e mudança tecnológica). Para fazer tal decomposição são utilizados os dados das Matrizes Insumo-Produto

---

<sup>1</sup> A autora agrade os comentários de Julio Castro Alves pelos comentários realizados em uma versão preliminar. Erros omissos são de total responsabilidade da autora.

brasileiras divulgada pelo IBGE para os anos de 2000 e 2005 e as demais atualizadas por Neves (2013).

Este estudo, além dessa introdução, possui quatro seções. Na seção 2 é realizado um breve panorama do crescimento do PIB e da estrutura das importações da economia brasileira, fazendo um breve panorama da conjuntura do período. A seguinte, apresenta os aspectos metodológicos, da abordagem da decomposição estrutural e dos dados utilizados nessa análise. A partir de tais dados, Em seguida, são apresentados os resultados das decomposições. Por fim, serão apresentados alguns comentários finais.

## **2 Panorama da economia brasileira<sup>2</sup>**

### *2.1 Determinantes das importações*

Medeiros e Serrano (2001) argumentam que acordo com a visão estruturalista (Prebisch, 1949), as importações em geral são induzidas pelo nível de renda e produção de certo país. Historicamente, no caso das economias latino-americanas, essa dependência é ainda mais aguçada analisando, e foi objeto de várias políticas de industrialização para na segunda metade do século XX com o objetivo de redução dessa dependência, via substituição de importações. Baseado nessa visão, é factível supor que o crescimento das importações esteve relacionado ao crescimento da renda no período.

Mas, alguns autores sugerem que o crescimento das importações esteve associado ao processo de valorização da moeda brasileira (em especial nos novo-desenvolvimentistas, a citar Bresser-Pereira, 2016). Contudo, ao analisar os determinantes das importações brasileiras, estes parecem ser mais sensíveis à absorção interna do que às variações de câmbio, como demonstram os estudos de Ribeiro (2006), Skiendziel (2008) e Minella e Souza-Sobrinho (2011). Na estimação das elasticidade-renda e elasticidade-preço das importações (em função da taxa de câmbio real), Skiendziel (2008) mostra que no longo prazo, as importações respondem mais às variações no nível de produção interna do que no câmbio (com exceção dos bens de consumo duráveis).

Hamilton et al (2015) busca compreender quais são as razões pelas quais as importações brasileiras apresentam baixa elasticidade-câmbio, através de uma análise desagregada por categoria de uso. A elasticidade-câmbio total é baixa especialmente devido aos grupos de bens intermediários, combustíveis, lubrificantes, transportes, royalties e aluguel de equipamentos (somam dois terços do total). Por uma ótica estruturalista, isso decorre da estrutura brasileira e da incapacidade de substituir bens importados por nacionais.

### *2.2 Importações no período de 2000 a 2008*

A taxa média de crescimento da economia brasileira<sup>3</sup> no período de 2000 a 2008 é de 3,16%. Entre 2000 e 2003, a economia cresceu a média (geométrica) de 1,44%, enquanto de 2004 a 2008, o crescimento foi de 4,42% (Gráfico 1).

Analisando a estrutura das importações brasileiras pelo tipo de uso, cerca de 2/3 corresponde a bens intermediários, como visto no Gráfico 2. Das importações totais, a média no período de 2000 a 2008 para os bens intermediários chega a 70,65%, sendo o restante de bens finais. A média de 2004 a 2008 é 71,76%, levemente superior em 2,5p.p. a correspondente ao período de 2000 a 2003.

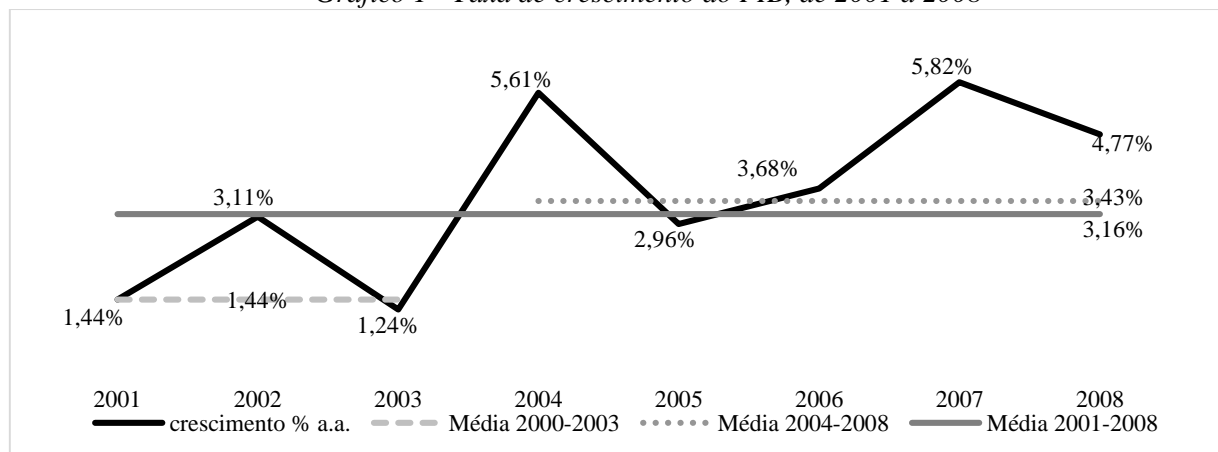
Como é visto na Tabela 1, dentre as importações totais (intermediária mais final), separando pela fonte de demanda, a maior parte é para atender as necessidades do consumo das famílias (cerca de 50%), sendo seguida pela FBCF (28%), exportações (15%) e apenas uma pequena parte, como era razoável esperar do governo (6%).

<sup>2</sup> Os dados apresentados nessa seção são baseados em Neves (2013) e IBGE (2008). O detalhamento dos aspectos metodológicos desses dados e do período temporal escolhido está descrito na seção de metodologia.

<sup>3</sup> Para manter a consistência ao longo do trabalho, foram utilizados os dados das Contas Nacionais/Referência 2000.

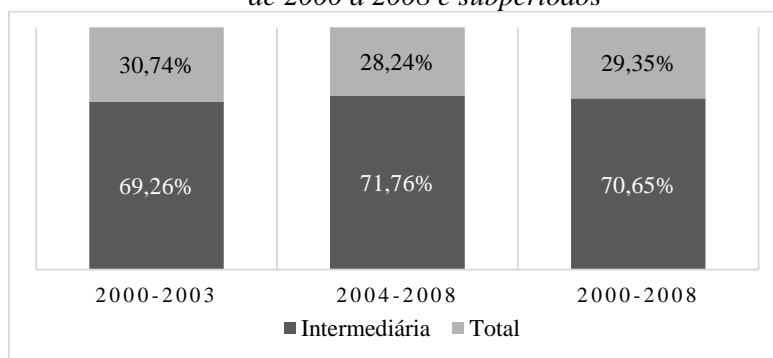
A estrutura dessa distribuição entre os componentes se modifica pouco entre os anos para os gastos do governo, sendo a média de 2000-2003 muito próxima a de 2004-2008. Enquanto o consumo reduziu sua participação entre a média do primeiro período cerca de 2p.p. ao segundo, a FBCF e as exportações cresceram ambos 1,5p.p entre os dois intervalos.

*Gráfico 1 - Taxa de crescimento do PIB, de 2001 a 2008*



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

*Gráfico 2 - Média das proporções das importações intermediárias e finais no total das importações, de 2000 a 2008 e subperíodos*



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013).

*Tabela 1 - Proporção (%) das importações dos componentes da demanda agregada nas importações intermediárias, finais e totais, de 2000 a 2008 e subperíodos*

Média	Consumo	FBCF	Governo	Exportações	Estoques
Total					
2000-2003	49,23	28,36	6,00	15,45	0,96
2004-2008	47,29	30,06	5,96	17,00	-0,32
2000-2008	48,15	29,31	5,98	16,31	0,25
Intermediária					
2000-2003	48,05	20,80	8,35	21,63	1,17
2004-2008	44,29	22,99	7,77	23,37	1,58
2000-2008	45,96	22,01	8,03	22,59	1,40
Final					
2000-2003	51,89	45,47	0,75	1,33	0,55
2004-2008	55,20	48,16	1,39	1,14	0,61
2000-2008	53,73	46,96	1,10	1,09	-2,89

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

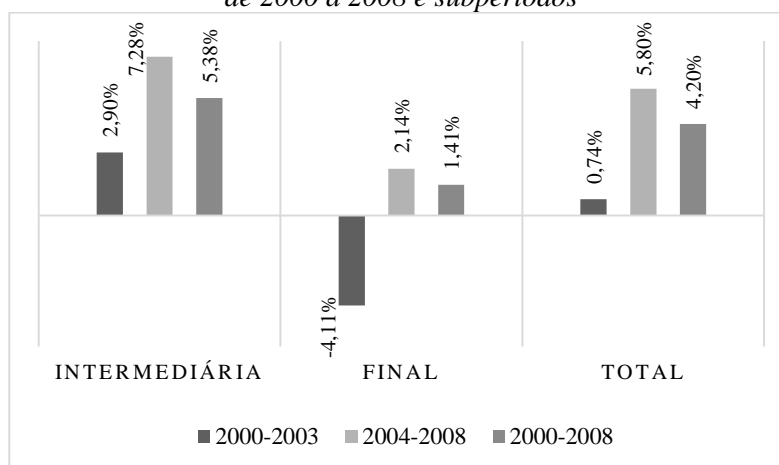
Em relação às importações intermediárias, a maior parte é para a produção de bens e serviços destinados para consumo das famílias (46%), sendo seguida das realizadas para atender as exportações (22,6%) e a FBCF (22%), entre 2000-2008. A proporção de importações intermediárias

necessárias para o período de 2004-2008 reduziu-se em relação a 2000-2003 no caso do consumo e gastos do governo, e aumentou para a FBCF e exportações.

Nas importações finais, a maior parte atende o consumo e a FBCF (médias de 53,73% e 46,96%, respectivamente). Comparando a média de 2000-2003 e 2004-2008, o consumo e a FBCF aumentaram suas participações nas importações finais, saindo aproximadamente de 52% e 45,5% para 55% e 48% respectivamente.

Verificando a taxa de crescimento das importações (Gráfico 3), o período de 2000-2003 é marcado por quedas nas importações dos bens finais, que em geral está associada ao nível de renda da economia. Logo, o baixo crescimento durante esse período fez com que as importações caíssem 4,11%.

*Gráfico 3 - Taxa de crescimento das importações intermediárias, finais e totais, de 2000 a 2008 e subperíodos*



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

Entre 2000-2008 as importações intermediárias tiveram aumento nesse período de 2,90%. Para o total das importações, o crescimento destas importações supera a queda para as destinadas a bens finais, tendo média de crescimento de 0,74%. Durante 2004 a 2008, as importações intermediárias e finais cresceram, mas a primeira cresceu quase 3,5 vezes que a segunda. Em relação às importações totais, entre 2000 e 2008, estas cresceram em média 4,2%, impulsionada principalmente pelo aumento da demanda intermediária.

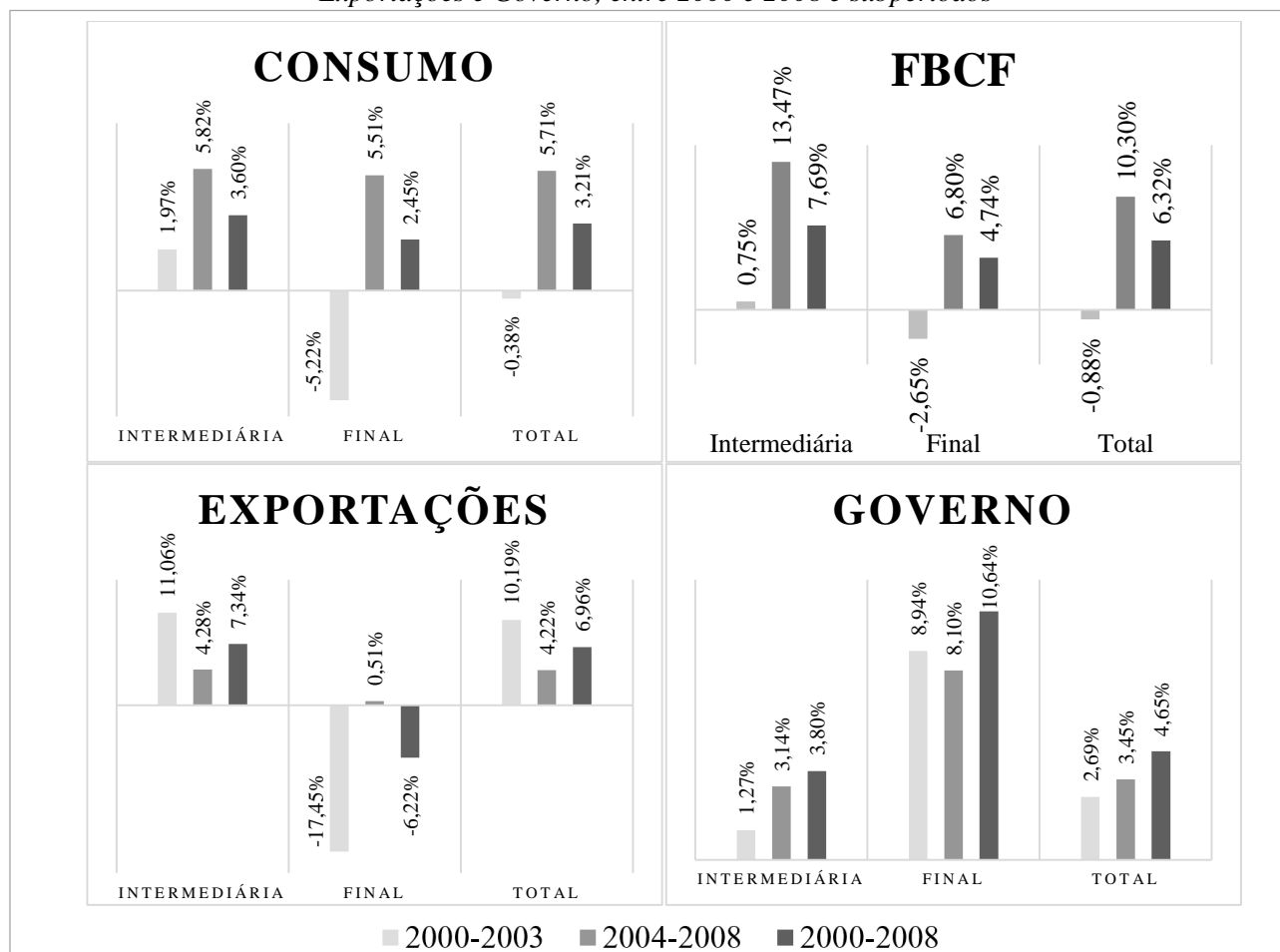
Analisando o comportamento das taxas de crescimento separadas por componente da demanda, no Gráfico 4, é notório que a queda das importações finais da economia no agregado de 2000 a 2003 foi em decorrência das exportações (-17,45%<sup>4</sup> e -5,22%) e do consumo. As importações intermediárias referentes às exportações foram as que mais cresceram nesse período (11,06%).

É comum aos componentes o crescimento das importações (finais e intermediárias) entre 2004-2008. O componente que teve a taxa de crescimento das importações intermediárias foi a FBCF (13,47%), enquanto os gastos do governo tiveram a menor taxa (3,14%). Nas importações finais, os gastos do governo cresceram sua demanda importada em 8,10%<sup>5</sup>, sendo seguido pela FBCF (6,8%), governo (3,45%). Na média entre 2000 e 2008, as exportações tiveram o maior crescimento nas importações totais (6,96%), sendo seguida pela FBCF (6,32%) governo (4,65%) e consumo (3,21%). Em termos de contribuição, entretanto, deve-se ponderar tal crescimento pela proporção das importações de cada componente no total delas.

<sup>4</sup> Observando os dados desagregados para ambos os anos, a importação final relativa para exportações teve um valor mais alto em 2000 (e também em 2001) do que a média observada nos outros anos da série, em decorrência especialmente do setor de "Outros equipamentos de transporte", elevando a taxa de crescimento.

<sup>5</sup> Entretanto, esse valor contribuiu muito pouco para o crescimento das importações finais, uma vez que não há muitos bens importados pelo governo e como tais valores são pequenos, quaisquer aumentos representam grandes taxas de crescimento. A média da proporção dos bens finais importados pelo governo em relação ao total das importações finais é por volta de 1% de 2000 a 2008.

Gráfico 4 - Taxa de crescimento das importações intermediárias, finais e totais para o consumo, FBCF, Exportações e Governo, entre 2000 e 2008 e subperíodos



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

### 3 Metodologia

#### 3.1 Decomposição Estrutural

A técnica da decomposição estrutural é utilizada para desagregar a mudança de algum aspecto da economia nas contribuições realizadas por vários componentes – desagregando uma identidade em vários componentes. “The analysis of economic change by means of set of comparative static changes in key parameters in an input-output table” (ROSE; CHEN, 1991 *apud* ROSE; CASTLER, 1996 p. 34).

O enfoque desse trabalho será na decomposição importações. Pelo modelo de insumo-produto<sup>6</sup>, estas são definidas em (1), sendo separadas em demanda intermediária e final, de acordo com seu uso. Logo,

$$\mathbf{m} = \underbrace{\mathbf{A}_m \mathbf{x}}_{\text{demanda intermediária}} + \underbrace{\hat{\mathbf{y}} \mathbf{f}}_{\text{demanda final}} \quad (1)$$

em que:  $\mathbf{m}$ : vetor de importações totais ( $n \times 1$ );  $\mathbf{A}_m$ : matriz de coeficientes técnicos importados ( $n \times n$ );  $\mathbf{x}$ : valor bruto de produção ( $n \times 1$ );  $\hat{\mathbf{y}}$  é a proporção de bens finais importados ( $n \times 1$ ) ( $\mu$  é seu complementar, ou seja, proporção de bens finais nacionais);  $\mathbf{f}$ : vetor de demanda final ( $n \times 1$ ), em

<sup>6</sup> No modelo insumo-produto, as importações rivalizam com a produção dos bens nacionais, sendo estas *competitivas* (ROSE e CASTLER, 1996). Segundo essa hipótese, é possível em um extremo importar todos os bens consumidos nacionalmente e no outro, produzir todos os bens importados, em maior ou menor nível, a depender das condições produtivas de substitutibilidade entre os bens. É necessário fazer uma ressalva para o caso brasileiro, pois nem todos os bens possuem substitutos perfeitos para os importados, devido a questões estruturais da produção, havendo um grau de substituição entre eles (HAMILTON et al, 2015).

que  $n$  é o número de atividades. Por convenção, as matrizes são denotadas por letras maiúsculas e os vetores por letras minúsculas.

A demanda intermediária por importações ( $\mathbf{A}_m \mathbf{x}$ ) é uma função dos coeficientes técnicos importados associados à produção nacional, sob a hipótese do modelo insumo-produto. As importações referentes à demanda final ( $\hat{\mathbf{y}} \mathbf{f}$ ) dependem proporção dos bens finais importados ( $\mathbf{y}$ ) em relação à demanda final total ( $\mathbf{f}$ ).

Seja  $\mathbf{U}$  uma matriz ( $n \times n$ ) contendo o consumo intermediário total da economia, nacional ( $\mathbf{U}_n$ ) mais importado ( $\mathbf{U}_m$ ). A matriz de coeficientes técnicos totais de uma economia, considerando os insumos nacionais e importados, por setor de atividade ( $\mathbf{A}$ ), é definida como:

$$\mathbf{A} = \mathbf{U} \hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (2).$$

Considerando que a matriz de coeficientes totais necessários pela produção é formada pelas matrizes de coeficientes técnicos nacionais ( $\mathbf{A}_n$ ) e importadas ( $\mathbf{A}_m$ ),

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_n + \mathbf{A}_m \quad (3).$$

Analogamente a  $\mathbf{A}$ , as matrizes  $\mathbf{A}_n$  e  $\mathbf{A}_m$  podem ser definidas como:

$$\mathbf{A}_n = \mathbf{U}_n \hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (4)$$

$$\mathbf{A}_m = \mathbf{U}_m \hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (5).$$

Uma vez que as duas matrizes  $\mathbf{A}_n$  e  $\mathbf{A}_m$  são complementares e formadas a partir de  $\mathbf{A}$ , é possível reescrever as duas em função desta última. Definindo-se (\*) como o produto de Hadamard (em que é realizada a multiplicação elemento a elemento);  $\mathbf{\Omega}$  como uma matriz ( $n \times n$ ) de proporção de bens intermediários importados de dimensão e  $\mathbf{1} = [\mathbf{1}]_{n \times n}$  como uma matriz formada por elementos iguais a 1;  $\mathbf{A}_n$  e  $\mathbf{A}_m$  podem ser finalmente definidas como:

$$\mathbf{A}_m = \mathbf{\Omega} * \mathbf{A} \quad (6)$$

$$\mathbf{A}_n = (\mathbf{1} - \mathbf{\Omega}) * \mathbf{A} \quad (7).$$

Substituindo (6) em (1), reescreve-se (1) como se segue:

$$\mathbf{m} = (\mathbf{\Omega} * \mathbf{A}) \mathbf{x} + \hat{\mathbf{y}} \mathbf{f} \quad (8).$$

O valor bruto da produção ( $\mathbf{x}$ ) é definido (eq. 9) através do modelo insumo produto via matriz inversa de Leontief ( $\mathbf{Z} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_n)^{-1}$ ). Tal relação estabelece as quantidades de insumos necessários direta e indiretamente para a produção doméstica que atenderá a demanda final por bens nacionais ( $\hat{\mu} \mathbf{f}$ , com  $\mu$  sendo a proporção de bens finais nacionais e complementar de  $\mathbf{y}$ ). Logo,

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_n)^{-1} \hat{\mu} \mathbf{f} \quad (9)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z} \hat{\mu} \mathbf{f} \quad (10).$$

Pelas relações estabelecidas em (6) e (10), o total de importações é reescrito como:

$$\mathbf{m} = (\mathbf{\Omega} * \mathbf{A}) \mathbf{Z} \hat{\mu} \mathbf{f} + \hat{\mathbf{y}} \mathbf{f} \quad (11).$$

A variação do valor das importações ( $\Delta \mathbf{m}$ ) em dois períodos, o inicial 0 ( $\mathbf{m}^0$ ) e o final 1 ( $\mathbf{m}^1$ ) é a soma das variações das importações intermediárias e finais, como

$$\mathbf{m}^1 - \mathbf{m}^0 = \Delta \mathbf{m} = \Delta [(\mathbf{\Omega} * \mathbf{A}) \mathbf{Z} \hat{\mu} \mathbf{f}] + \Delta (\hat{\mathbf{y}} \mathbf{f}) \quad (12).$$

### 3.1.1 Adaptação à análise empírica

O vetor de demanda final total é definido a partir de matriz ( $\mathbf{F}$ ) que contém todos os vetores dos componentes da demanda final,  $\mathbf{c}$ : consumo das famílias e gastos das instituições sem fins lucrativos a serviço das famílias.  $\mathbf{k}$ : formação bruta de capital fixo,  $\mathbf{g}$ : consumo do governo (gastos da administração pública);  $\mathbf{e}$ : exportações e  $\mathbf{s}$ : variação de estoques:

$$\mathbf{f} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{c} + \mathbf{k} + \mathbf{g} + \mathbf{e} + \mathbf{s} \quad (13).$$

Sendo as importações finais ( $\mathbf{m}_f$ ) desagregadas nos componentes da demanda final, tem-se:

$$\mathbf{m}_f = \mathbf{F}_m \cdot \mathbf{i} = \mathbf{m}_c + \mathbf{m}_k + \mathbf{m}_g + \mathbf{m}_e + \mathbf{m}_s \quad (14).$$

em que  $\mathbf{F}_m$  é uma matriz ( $n \times j$ ), das importações finais separadas pelas categorias de gastos e  $\mathbf{m}_j$  é o vetor de importações de cada componente  $j$ , em que  $\mathbf{j} = \mathbf{c}, \mathbf{k}, \mathbf{g}, \mathbf{e}, \mathbf{s}$ .

Como na matriz demanda final está inserido o componente de variação de estoques, que a princípio não possui significado econômico (utilizado apenas pela contabilidade nacional, por questões de consistência e calculado através de resíduo), adapta-se a análise da decomposição considerando esse termo separadamente dos demais componentes da demanda agregada.

Assim, define-se  $\mathbf{f}_d$  e  $\mathbf{F}_d$  como o vetor e a matriz de demanda final e  $\mathbf{m}_{fd}$  e  $\mathbf{F}_{mfd}$  o vetor e a matriz de importações finais, excluídos os estoques, tal como:

$$\mathbf{f}_d = \mathbf{F}_d \cdot \mathbf{i} = \mathbf{c} + \mathbf{k} + \mathbf{g} + \mathbf{e} \quad (15)$$

$$\mathbf{m}_{fd} = \mathbf{F}_{mfd} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{m}_c + \mathbf{m}_k + \mathbf{m}_g + \mathbf{m}_e \quad (16).$$

É possível calcular, analogamente, as importações finais  $\mathbf{m}_{fd}$  e  $\mathbf{m}_s$  a partir de suas respectivas proporções dos bens importados na demanda final  $\mathbf{y}_{fd}$  e  $\mathbf{y}_s$ :

$$\mathbf{m}_{fd} = \widehat{\mathbf{y}}_{fd} \mathbf{f}_d \quad (17)$$

$$\mathbf{m}_s = \widehat{\mathbf{y}}_s \mathbf{s} \quad (18).$$

A variação das importações é expressa como a contribuição da variação da demanda final, excluída a variação de estoques ( $\Delta \mathbf{m}_{fd}$ ) e a contribuição da variação de estoques ( $\Delta \mathbf{m}_s$ )

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{fd} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (19),$$

em que, a partir de (12) tem-se:

$$\Delta \mathbf{m}_{fd} = \Delta[(\mathbf{\Omega} * \mathbf{A})\mathbf{Z}\widehat{\mathbf{u}}_{fd}\mathbf{f}_d] + \Delta(\widehat{\mathbf{y}}_{fd}\mathbf{f}_d) \quad (20).$$

A decomposição dos termos acima é realizada a partir de Dietzenbacher & Los (1998) e Miller e Blair (2009) e está detalhada no Apêndice A.

### 3.1.2 Decomposições das importações

Após a realização da decomposição das importações, é possível agrupar os termos de acordo com três aspectos principais<sup>7</sup>:

#### *i. Fonte de mudança*

Desagregando a variação das importações pela fonte de mudança, isto é, no padrão de comércio ( $\Delta \mathbf{m}_{pc}$ ), tecnologia de produção ( $\Delta \mathbf{m}_{tec}$ ) e de demanda ( $\Delta \mathbf{m}_{dem}$ ), além da variação de estoques, tem-se

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{pc} + \Delta \mathbf{m}_{tec} + \Delta \mathbf{m}_{dem} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (21).$$

A mudança no padrão de comércio é derivada da mudança da matriz de insumos importados de bens intermediários ( $\mathbf{\Omega}$ ) e das proporções dos bens finais importados ( $\mathbf{y}_{fd}$ ). No caso de  $\mathbf{y}_{fd}$  ele afeta diretamente a penetração, via demanda final de importados, mas tem também efeitos indiretos, uma vez que essa mudança da demanda importada final afeta a produção nacional.

Caso bens nacionais sejam substituídos por bens importados, serão necessários menos insumos para o processo produtivo. Logo, quanto maior a proporção dos bens importados (intermediários ou finais), menor será a necessidade de importar bens intermediários para fabricar bens nacionais, pois esses seriam substituídos pelas importações<sup>8</sup>. Ao final, se  $\Delta \mathbf{m}_{pc}$  for positivo, há indícios de penetração de importações, e caso seja negativo há substituição das importações.

<sup>7</sup> Por clareza no texto, as equações que definem as fontes de variação descritas a seguir estão contidas na Seção II do Apêndice A.

<sup>8</sup> Na equação que define esse processo (Eq. 53) do Apêndice, isso é representado pelos termos negativos.



Na variação tecnológica, estão inclusas as variações da matriz de coeficientes nacionais  $\mathbf{A}$ , que indica que houve mudanças nas técnicas utilizadas na produção nacional. Caso o termo seja positivo, indica que as técnicas utilizadas na produção são mais intensivas em bens importados.

Pela variação da demanda estão inclusos os efeitos da mudança da demanda final ( $\mathbf{f}_d$ ), tanto indiretamente pelo efeito induzido na produção de bens intermediários e, diretamente pelo aumento da demanda de bens finais. Os efeitos indiretos surgem pois, ao aumentar a demanda, são necessários mais bens intermediários importados (mantida a estrutura de  $\mathbf{\Omega}$ ) para o processo produtivo. Quando  $\Delta \mathbf{m}_{dem}$  é positivo, houve aumento na demanda por bens importados.

## ii. *Uso das importações*

Pelo uso, a decomposição é realizada entre bens intermediários ( $\Delta \mathbf{m}_{fd_{int}}$ ) e finais ( $\Delta \mathbf{m}_{fd_{fin}}$ ),

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{fd_{int}} + \Delta \mathbf{m}_{fd_{fin}} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (22).$$

No caso dos bens intermediários, as fontes de variação se referem à variação da matriz de coeficientes importados intermediários ( $\mathbf{\Omega}$ ), mudança nos coeficientes de bens importados finais ( $\mathbf{Y}_{fd}$  e seu complementar  $\mathbf{\mu}_{fd}$ ), mudança tecnológica ( $\mathbf{A}$ ). A mudança da demanda de bens finais depende da demanda dos bens importados finais ( $\widehat{\mathbf{Y}}_{fd} \mathbf{f}_d$ ) e os efeitos indiretos dessa mudança para a produção nacional.

## iii. *Componentes da demanda*

A decomposição do total das importações é resultado da soma da variação em separado das variações importações totais dos componentes que compõe a matriz  $\mathbf{F}_d$  e estoques:

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_c + \Delta \mathbf{m}_k + \Delta \mathbf{m}_g + \Delta \mathbf{m}_e + \Delta \mathbf{m}_s \quad (23).$$

em que  $\Delta \mathbf{m}_j$  é a variações importações para um componente genérico  $j$  da demanda

É possível ainda, fazer combinações entre as decomposições apresentadas. Estas favorecem o entendimento do processo da mudança das importações. As realizadas serão:

- Combinação entre componentes da demanda e fonte de uso das importações
- Combinação fonte de mudança e uso das importações
- Combinação entre fonte de mudança, fonte de uso e demanda das importações

Combinando entre a decomposição entre *as categorias de demanda e fonte de uso* das importações, cada componente será dividido entre seu uso intermediário ( $\Delta \mathbf{m}_{j_{int}}$ ) e final ( $\Delta \mathbf{m}_{j_{fin}}$ ). Assim, tem-se:

$$\Delta \mathbf{m} = (\Delta \mathbf{m}_{c_{int}} + \Delta \mathbf{m}_{c_{fin}}) + (\Delta \mathbf{m}_{k_{int}} + \Delta \mathbf{m}_{k_{fin}}) + (\Delta \mathbf{m}_{g_{int}} + \Delta \mathbf{m}_{g_{fin}}) + (\Delta \mathbf{m}_{e_{int}} + \Delta \mathbf{m}_{e_{fin}}) + \Delta \mathbf{m}_s \quad (24).$$

Na combinação entre a *fonte de mudança e uso das importações*, na demanda intermediária, as fontes de mudança estão associadas ao padrão de comércio ( $\Delta \mathbf{m}_{pc_{int}}$ ) e demanda dos bens intermediários ( $\Delta \mathbf{m}_{dem_{int}}$ ) (pela variação da demanda dos bens finais) e da mudança tecnológica ( $\Delta \mathbf{m}_{tec}$ ). A demanda final está associada à mudança do padrão de comércio dos bens finais ( $\Delta \mathbf{m}_{pc_{fin}}$ ), bem como a própria variação desses bens ( $\Delta \mathbf{m}_{dem_{fin}}$ ):

$$\Delta \mathbf{m} = \underbrace{(\Delta \mathbf{m}_{pc_{int}} + \Delta \mathbf{m}_{tec} + \Delta \mathbf{m}_{dem_{int}})}_{\text{intermediária}} + \underbrace{(\Delta \mathbf{m}_{pc_{fin}} + \Delta \mathbf{m}_{dem_{fin}})}_{\text{final}} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (25).$$

Por último, pode-se ampliar a combinação anterior com os componentes da demanda. A variação das importações será a soma da variação de cada componente desagregado ( $\Delta \mathbf{m}_{j_{des}}$ ), dadas por:

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{c_{des}} + \Delta \mathbf{m}_{k_{des}} + \Delta \mathbf{m}_{g_{des}} + \Delta \mathbf{m}_{e_{des}} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (26)$$

$$\Delta m_{j_{des}} = \underbrace{(\Delta m_{j_{pc_{int}}} + \Delta m_{j_{tec}} + \Delta m_{j_{dem_{int}}})}_{\text{intermediária}} + \underbrace{(\Delta m_{j_{pc_{fin}}} + \Delta m_{j_{dem_{fin}}})}_{\text{final}} + \Delta m_s \quad (27).$$

### 3.2 Apresentação dos dados

A matriz insumo-produto (MIP) para o Brasil é calculada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e é divulgada nos anos com finais 0 e 5. Para a década de 2000, existem as disponíveis para 2000 e 2005 (Contas Nacionais referência 2000). As demais matrizes utilizadas nesse estudo para completar a série foram estimadas por Neves (2013). O processo de atualização das matrizes utilizou como referência a metodologia proposta por Grijó e Bêrni (2006).

Tal metodologia consiste na utilização de informações estruturais presentes nas matrizes divulgadas oficialmente, atualizadas com base nas TRU (Tabelas de Recursos e Usos) divulgadas anualmente, em que estão disponíveis os valores do consumo intermediário e da demanda final no total de valores produzidos (IBGE, 2008a). Assim, foram obtidas as matrizes para a série de 2000 a 2009 a preços do ano corrente<sup>9</sup>. Para calcular as MIPs a preços do ano anterior, foi utilizada a metodologia proposta por Dietzenbacher e Hoen (1998), baseado na aplicação do método RAS (também conhecida como técnica de balanceamento de matrizes biproporcional) (NEVES, 2013).

Para fazer a análise temporal, os dados utilizados foram deflacionados e dispostos a preços relativos de 2000. Nesse caso, todos os valores estão dispostos a preços de 2000, mas incluem as mudanças ocorridas nos preços relativos entre os produtos ao longo dos anos. Ao realizar tal procedimento, os dados apresentados expressam além da variação de volume a variação de preços relativos (REICH, 2008). Tal técnica permite que haja aditividade entre os produtos, ou seja, a soma dos valores dos produtos considerando a mudança dos preços relativos corresponde o valor do PIB deflacionado. Como nos dados das contas nacionais e das matrizes insumo-produto as informações são desagregadas, a aditividade entre as parcelas é uma propriedade desejável e fundamental (REICH, 2008; HILLINGER, 2002).

Os dados das MIP estão ao nível de desagregação 55 atividades e 110 produtos. É utilizada a hipótese da tecnologia do setor, em que a demanda por produto é alocada proporcionalmente ao *market-share* das atividades. Assim, as matrizes e vetores foram pré-multiplicados pela matriz de *market-share*, obtendo as informações no nível de desagregação das atividades. Sobre esse procedimento, ver Grijó e Bêrni (2006) e IBGE (2008).

A análise da decomposição será realizada entre 2000 e 2008. Os dados estão disponíveis até 2009, mas optou-se por realizar a análise até 2008 devido aos efeitos da crise econômica no Brasil (único ano em que houve decréscimo do PIB na década de 2000). Dentro desse período, serão analisados dois subperíodos: 2000-2003 e 2004-2008. Apesar de um possível ponto de demarcação ser 2002, que seria o final do governo do presidente Fernando Henrique Cardoso e começo do governo Lula, tal como fazem Neves (2013) e Squeff (2015), preferiu-se utilizar o ano de 2003 devido às similaridades existentes no período, bem para realizar uma divisão balanceada entre os anos.

Serrano e Summa (2015) listam alguns dos elementos comuns aos subperíodos propostos. No primeiro período, a inflação era alta e em geral acima da meta fixada pelo Banco Central, mas a partir de 2004 houve um controle do nível de preços (acompanhando a tendência mundial, como demonstra Serrano (2013)). Esse processo esteve associado com uma melhora das condições de financiamento externo que começa em 2003 e com a capacidade do governo fixar a taxa de juros de tal forma que foi possível controlar a tendência da taxa de câmbio nominal (em 2004 se inicia uma tendência de valorização da moeda nacional frente ao dólar). Outro aspecto importante são os preços das commodities, que, apesar de terem começado a crescer em 2003, intensificou-se a partir do ano seguinte, como demonstra Prado *et al* (2014).

<sup>9</sup> O IBGE ainda não divulgou a informação da Matriz Insumo-Produto de 2010, até a submissão deste estudo. Ela é fundamental para o processo de atualização das matrizes a partir dos dados das Tabelas de Recursos e Usos (disponíveis atualmente até 2013).

A partir de 2004 é possível ver melhoras no mercado de trabalho, com redução nas taxas de desemprego, ampliação do emprego formal e redução da informalidade, além de ganhos no salário real (mais evidentes a partir de 2006). Em relação à distribuição funcional de renda, entre 2000 e 2003 houve uma queda na participação dos salários no PIB, mas que começa a ter crescimentos a partir de 2004.

Na seção seguinte são apresentados os resultados das decomposições das importações, com base na metodologia descrita.

#### 4 Apresentação dos resultados

Os valores das decomposições serão apresentados em termos de contribuição ao crescimento (em pontos percentuais) para a taxa de crescimento das importações nos três intervalos de períodos. Para isso, as variações absolutas foram divididas pelo valor inicial das importações totais.

##### *Tipo de uso*

Analisando a evolução do tipo de uso das importações entre 2000 e 2008, presente na Tabela 2, as importações totais cresceram 44,80%. Este crescimento é em sua maior parte devido à variação daquelas para uso intermediário (38p.p.), correspondente a 85% da contribuição.

*Tabela 2 - Contribuição ao crescimento das importações (em %) por tipo de uso, por fonte de uso, de 2000 a 2008 e sub períodos*

	<i>Intermediária</i>	<i>Final</i>	<i>Estoques</i>	<i>Total</i>
2000-2008	38,05	12,01	-5,26	44,80
2000-2003	9,78	-4,87	-1,90	3,01
2004-2008	25,12	10,03	-3,97	31,19

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

Na Tabela 3 consta a decomposição pela fonte de mudança desses bens. A contribuição positiva ao crescimento dos bens intermediários se deve ao aumento da demanda final percebida no período, mas o padrão de comércio (7,4p.p.) e a mudança de técnica (5,7p.p.) desempenharam papel importante nessa contribuição.

*Tabela 3 - Contribuição ao crescimento das importações (em %), por fonte de uso e de mudança, de 2000 a 2008 e sub períodos*

	<i>Intermediária</i>			<i>Final</i>		<i>Est</i>	<i>Total</i>
	<i>Pd. Comércio</i>	<i>Mud. Tecnol.</i>	<i>Demanda</i>	<i>Pd. Comércio</i>	<i>Demanda</i>		
2000-2008	7,40	5,74	24,91	-2,43	14,44	-5,26	44,80
2000-2003	2,37	4,10	3,31	-6,74	1,88	-1,90	3,01
2004-2008	7,60	4,77	12,74	3,14	6,89	-3,97	31,19

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

Entre 2000 e 2003, entretanto, houve aumento das importações dos bens intermediários (9,78p.p.), enquanto os finais tiveram redução (-4,87p.p.). Nesse caso, percebe-se que houve uma diferenciação no padrão das importações, com maior demanda por bens intermediários importados para a atividade produtiva. Foi a mudança de técnica que mais contribuiu para o aumento desses bens, aumentando a dependência da nossa produção das compras externas (Tabela 3).

No período de 2004 a 2008, as importações cresceram no acumulado 31,19%, sendo grande parte para uso intermediário. Essa contribuição positiva advém principalmente do aumento da demanda mas indica também penetração das importações e uso de técnicas mais intensivas em insumos importados. Para as de uso final quase 70% da contribuição de 10,03p.p. é pelo aumento da demanda. A outra parte indica aumento da penetração de importações de bens finais.

##### *Fontes de mudança*

As contribuições pela fonte de uso, padrão de comércio, mudança tecnológica e demanda final, estão dispostas na Tabela 4.

*Tabela 4 - Contribuição ao crescimento das importações (em %), por fonte de mudança, de 2000 a 2008 e sub períodos*

<i>Períodos</i>	<i>Pd. comércio</i>	<i>Mud. Tecnol.</i>	<i>Demanda</i>	<i>Total</i>
2000-2008	4,97	5,74	34,09	44,80
2000-2003	-4,38	4,10	3,29	3,01
2004-2008	10,75	4,77	15,67	31,19

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

Entre 2000 e 2008 houve penetração das importações indicadas pela contribuição positiva de aproximadamente 5p.p. do padrão de comércio para tal crescimento total (11%). Pela Tabela 3 é possível ver que esse aumento da penetração é em decorrência da mudança nos bens intermediários importados (7,4p.p.), que mais que compensa a substituição de importações ocorrida com os bens finais (-2,4p.p.).

A demanda final, entretanto, foi o fator que mais contribuiu para o crescimento das importações (34p.p.), sendo que em relação ao seu uso, os bens intermediários contribuíram em 73% para esse aumento (24,91p.p.). A mudança da técnica utilizada na produção contribuiu positivamente, porém sendo a mais modesta dentre os demais fatores (5,74p.p.). Isto indica que houve uma mudança da técnica utilizada para produção mais dependentes das compras externas.

Entre 2000-2003 houve um pequeno aumento das importações totais (3%). Dos elementos relevantes, o único que apresentou contribuição negativa (-4,34p.p.) foi o padrão de comércio, indicando que houve substituição das importações. Combinando a decomposição pela fonte de uso, percebe-se que houve substituição de importações para os bens finais (vetor  $\gamma$ , -6,74p.p.), porém, houve um processo de penetração das importações pelos bens intermediários (matriz  $\Omega$ , 2,4p.p.).

A mudança de técnica teve contribuição positiva para as importações (4,10p.p.), havendo assim um aumento da necessidade de bens importados entre 2000 e 2003. A demanda final contribuiu para o aumento das importações no período (3,29p.p., considerando a variação de estoques).

O grande crescimento das importações no período de 2000 a 2008 se deve em especial ao crescimento ocorrido entre 2004-2008. Todos os elementos contribuíram para que as importações crescessem 31,19%, sendo que a metade desse aumento é atribuído à demanda final.

A mudança do padrão tecnológico foi positiva, contribuindo para o aumento das importações em 4,77p.p. Houve mudança no padrão de comércio (10,75p.p.), com penetração das importações, tanto para os bens intermediários quanto finais. Pela fonte de uso, percebe-se que cerca de 70% dessa contribuição é de bens intermediários e o restante de bens finais.

### **Componente da demanda**

A tabela 5 contém das contribuições ao crescimento das importações analisada pelos componentes da demanda.

*Tabela 5 - Contribuição ao crescimento das importações (em p.p.) por categoria da demanda, de 2000 a 2008 e sub períodos*

	<i>Cons.</i>	<i>FBCF</i>	<i>Gov.</i>	<i>Exp.</i>	<i>Est.</i>	<i>Tot.</i>
2000-2008	16,53	19,96	2,70	10,87	-5,26	44,80
2000-2003	-0,84	-0,86	0,57	6,04	-1,90	3,01
2004-2008	14,37	15,79	1,11	3,88	-3,97	31,19

Nota 1: Cons=Consumo; FBCF=Formação bruta de capital fixo; Gov=Gastos do governo; Exp=Exportações; Est=Variação de estoques; Tot=Total

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013).

De 2000 a 2008, o componente que mais contribuiu ao crescimento das importações foi a FBCF (19,96p.p., equivalente a 45%), sendo seguido pelo consumo das famílias (16,5p.p., 37% do total), e exportações (10,9p.p., 24%). Isso é um indício que a dependência de bens importados para realizar os investimentos no país é elevada.

Na Tabela 6 observa-se que do total das importações para a FBCF entre 2000 e 2008, 63% da contribuição remete às intermediárias, sendo grande demandante de insumos em seu processo produtivo. Associando o uso com fonte de mudança (Tabela 7), a demanda (final e intermediária) contribuiu aproximadamente 18p.p. para o crescimento importações. Houve penetração de importações dos bens intermediários (4,29p.p.) importados e substituição dos bens finais (-3,26p.p.). A mudança de técnica foi relativamente pequena no período para a FBCF, contribuindo apenas 0,95p.p. para o crescimento.

*Tabela 6 - Contribuição ao crescimento das importações (em %) por categoria da demanda e fonte de uso, de 2000 a 2008 e sub períodos*

	Intermediária				Final				Est	Tot
	Cons	FBCF	Gov	Exp	Cons	FBCF	Gov	Exp		
2000-2008	12,17	12,65	2,11	11,12	4,36	7,31	0,58	-0,24	-5,26	44,80
2000-2003	2,62	0,58	0,24	6,34	-3,46	-1,44	0,33	-0,30	-1,90	3,01
2004-2008	9,78	10,53	0,94	3,87	4,59	5,27	0,16	0,01	-3,97	31,19

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

*Tabela 7 - Contribuição ao crescimento das importações (em %) por categoria da demanda, fonte de uso e de mudança, de 2000 a 2008 e sub períodos*

Componentes da demanda	Períodos	Intermediária			Final		Total
		Pd. Comércio	Mud. Tecnol.	Demanda	Pd. Comércio	Demanda	
Consumo	2000-2008	1,89	3,57	6,70	0,73	3,63	16,53
	2000-2003	0,98	2,52	-0,87	-2,48	-0,97	-0,84
	2004-2008	2,55	2,12	6,49	1,13	4,12	16,40
FBCF	2000-2008	4,29	0,65	7,71	-3,26	10,57	19,96
	2000-2003	1,39	0,63	-1,44	-2,37	0,92	-0,86
	2004-2008	3,86	1,33	6,82	-0,89	6,91	18,02
Gastos do Governo	2000-2008	0,45	-0,11	1,78	0,29	0,29	2,70
	2000-2003	0,33	-0,16	0,07	0,17	0,16	0,57
	2004-2008	-0,32	-0,08	1,47	0,00	0,19	1,27
Exportações	2000-2008	1,17	1,63	8,31	-0,28	0,03	10,87
	2000-2003	-0,49	1,11	5,72	-0,29	-0,01	6,04
	2004-2008	3,27	2,08	-0,93	0,07	-0,06	4,42

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2011) e Neves (2013)

No caso do consumo, 74% da contribuição de seu crescimento advém das importações intermediárias. Houve aumento da penetração das importações para o consumo (cerca de 20% do aumento total), com contribuições dos bens intermediários e finais de 1,89p.p. e 0,73p.p., respectivamente. Dentre os componentes da demanda, o consumo foi o que teve maior contribuição da mudança de técnica, aproximadamente 3,6p.p.

No caso das exportações, também, grande parte da contribuição é derivada dos bens intermediários. Por outro lado, houve uma pequena contribuição negativa das importações para uso final. A tabela 7 indica que houve penetração de importações dos bens intermediários (1,77p.p.) e substituição das importações para os bens finais (-0,24p.p.). Quanto ao uso da técnica, este teve contribuição positiva para o crescimento das importações.

Entre 2000 e 2003, houve uma contribuição negativa dos bens importados para consumo (-0,84p.p.). Associando entre as categorias da demanda e o uso desses bens (intermediária e final), verifica-se que a queda no consumo desse período é pelo lado dos bens finais (-3,46p.p.), que variou na direção inversa dos bens intermediários (2,62p.p.). A contribuição negativa dos bens finais esteve relacionada tanto a uma substituição de importações, como também contração da demanda.

Na média, os gastos do governo e as exportações contribuíram positivamente para o incremento das importações, sendo este último mais expressivo (6,04p.p.), que compensou a queda percebida nos outros componentes. Para as exportações, a contribuição positiva é derivada na maior parte das importações intermediárias (6,34p.p.). Quando combinada essa informação com a fonte de

mudança, esse aumento das exportações foi decorrente em grande parte do aumento da demanda final (5,71p.p.), mas também foram adotadas técnicas que usam mais importações (1,11p.p.) e, uma modesta substituição das importações. Para os bens finais, a contribuição é pequena e negativa, -0,3p.p., principalmente pela estrutura das exportações no Brasil.

A FBCF teve contribuição negativa para o crescimento das importações, de -0,86p.p. Analisando pela fonte de uso, essa queda foi em decorrência dos bens finais (-1,44p.p.), enquanto houve uma contribuição positiva dos bens intermediários (0,6p.p.). Verificando tais mudanças pela mudança tecnológica, para os bens finais houve substituição de importações de bens finais (contribuição de -2,4p.p.), mas o aumento da demanda contribui para atenuar tal movimento (0,9p.p.). Para o caso dos bens intermediários, um comportamento interessante acontece. A penetração das importações (1,4p.p.) e mudança de técnica (0,6p.p.) contribui para demanda mais importações, mas por outro lado, a demanda contribuiu negativamente (-1,4p.p.), atenuando em parte tal movimento.

De 2004 a 2008, o crescimento positivo das importações é resultado das contribuições positivas da FBCF (15,8p.p.), consumo (14,37p.p.) e exportações (3,9p.p.). Dessa contribuição positiva da FBCF, 67% é pelo aumento dos bens intermediários, sendo o restante dos bens finais. Pela fonte de mudança, 65% da contribuição dos bens intermediários é decorrente do aumento da demanda (6,8p.p.), mas há penetração das importações, com contribuição do padrão de comércio (3,86p.p.) e uso de técnicas que utilizam mais importações (1,33p.p.).

No consumo, os bens intermediários correspondem a 68% da contribuição positiva. Estes aumentaram sua participação principalmente devido à demanda (6,49p.p.), pelo aumento da penetração das importações (2,55p.p.), bem como da mudança técnica (2,12p.p.). No caso dos bens finais, houve penetração das importações (1,13p.p.), mas foi o aumento da demanda (4,12p.p.) que mais contribuiu para a contribuição positiva dos bens finais para as importações para consumo.

Como esperado, a contribuição positiva das exportações é quase integralmente para uso intermediário. A fonte de mudança que mais contribuiu para a contribuição positiva foi o padrão de comércio, com penetração das importações (3,27p.p.), mas também a mudança de tecnologia teve um papel importante (2p.p.). A demanda, por outro lado, contribuiu negativamente para o incremento das importações (-0,93p.p.).

## 5 Considerações Finais

Esse estudo buscou fazer uma decomposição das importações no Brasil dentro desse contexto de crescimento na década de 2000. Através das decomposições, é possível observar a endogeneidade do comportamento das importações no processo de crescimento da economia brasileira, tendo sido induzidas diretamente comportamento da produção nacional e da demanda agregada. O crescimento da produção nacional nesse período aumentou sua demanda por bens importados, principalmente de importações intermediárias. A contribuição da demanda final pela fonte de uso parece ser mais sensível ao comportamento cíclico da economia, aumentando sua contribuição nos períodos de crescimento e reduzindo nos períodos desaceleração. A demanda por importações pelos componentes da demanda final corresponde aos ciclos de crescimento de tais variáveis.

Entre de 2000 a 2008 houve um aumento nas importações, e através da decomposição estrutural, pode-se verificar que sua variação esteve associada à variação na demanda, mudança no padrão de comércio (com penetração das importações), e de técnicas de produção mais intensivas em insumo, respectivamente em ordem de importância. Desse aumento de importações, cerca de 2/3 está associada ao uso de bens intermediários. Em relação aos componentes, o que mais contribuiu ao crescimento foi a FBCF, sendo seguida pelo consumo das famílias e exportações, refletindo a as taxas de crescimento desses componentes.

No primeiro período, de 2000 e 2003, houve baixo crescimento das importações totais, com queda na taxa de crescimento dos bens finais. Esse decréscimo esteve associado principalmente às mudanças no padrão de comércio, com substituição de importações, em especial dos bens finais relacionados a consumo. Uma vez que as importações finais para consumo são muito elásticas a

renda, esse período de baixo crescimento se refletiu em um processo de substituição de importados por nacionais. As exportações, a FBCF e o governo tiveram um pequeno acréscimo. Em relação ao uso das importações, a contribuição negativa é devida principalmente pelas de uso final, que superou o pequeno efeito positivo das importações para uso intermediário.

Entre 2004 e 2008 há uma inflexão neste cenário, quando ocorre um aumento das importações para suprir principalmente o crescimento da demanda nacional. Pela fonte de mudança, a demanda foi o maior fator contribuinte. Dentre os componentes da demanda final, um papel destacado obteve o consumo, seguido pela FBCF e exportações. No que se refere a fonte de uso, maior influência foi vista entre os bens intermediário, indicando em certa medida dependência dos insumos importados. Nesse período, além do aumento da demanda devido às elevadas taxas de crescimento do período, possivelmente a valorização da taxa de câmbio também contribuiu para que a taxa de crescimento de importações tenha sido positiva.

Grosso modo, parece existir na economia brasileira uma estrutura dependente de insumos e bens importados. Isso compromete a articulação da cadeia de produção de insumos no Brasil e dos efeitos de encadeamento e dos multiplicadores associados ao processo produtivo e expansão da atividade econômica e investimento.

De maneira geral, esta característica relaciona-se diretamente ao comportamento da indústria brasileira e sua estratégia de integração na economia desde a década de 1990 em busca de competitividade. Este fenômeno está inserido no processo de reestruturação a desverticalização da produção com aumento do conteúdo importado e redução de custos (Ferraz *et al.*, 1995), especialmente das indústrias tradicionais (voltadas para consumo).

Esta análise é geral e preliminar, sendo necessário estender tal abordagem a nível setorial, em especial daqueles que compõem o setor industrial para melhor qualificar tais mudanças. A disponibilização pelo IBGE da Matriz Insumo-Produto de 2010 também possibilitará a ampliação da análise, possibilitando entender o que correu após 2008 em decorrência da crise e das medidas adotadas pelo governo brasileiro.

## 6 Referências

- BASTOS, Carlos Pinkusfeld; RODRIGUES, Roberto de Souza; LARA, Fernando Maccari. As finanças públicas e o impacto fiscal entre 2003 e 2012: 10 anos de governo do Partido dos Trabalhadores. **Ensaio FEE**, v. 36, n. 3, p. 675-706, 2015.
- BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos; VIANA, Alexandre Guedes; CUNHA, Patrícia Helena F. Reflexões sobre o Novo Desenvolvimentismo e o Desenvolvimentismo Clássico. **Revista de Economia Política**, v. 36, n. 2, p. 143, 2016.
- CARNEIRO, Ricardo. O desenvolvimento brasileiro pós-crise financeira: oportunidades e riscos. **Observatório da Economia Global**, n. 4, 2010.
- DIETZENBACHER, E.; HOEN, A. Deflation input-output tables from the user's point of view: a heuristic approach. *Review of Income and Wealth*, v. 44, n. 1, p. 111-122, 1998.
- DIETZENBACHER, E.; LOS, B. Structural decomposition techniques: Sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, v. 10, n. 4, p. 307-324, 1998.
- GRIJÓ, E. BÊRNI, D.A. Metodologia completa para a estimativa de matrizes de insumo-produto. **Teoria e evidência econômica**, Passo fundo, v. 14, n. 26, p.9-42, maio 2006. Disponível em: <[http://www.upf.br/cepeac/download/rev\\_n26\\_2006\\_art1.pdf?origin=publication\\_detail](http://www.upf.br/cepeac/download/rev_n26_2006_art1.pdf?origin=publication_detail)> Acesso em: 20 jul. 2014.
- HILLINGER, Claude. Consistent aggregation and chaining of price and quantity measures. **Journal of Economic and Social Measurement**, v. 28, n. 1, 2, p. 1-20, 2002.
- HIRSCHMAN, Albert O. **The strategy of economic development**. New Haven: yale university Press, 1958.
- IBGE. Matriz insumo-produto Brasil: 2000-2005. **Contas nacionais**, n.23, IBGE: Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/matrizinsumo\\_produto/publicacao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/matrizinsumo_produto/publicacao.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2014.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Sistema de Contas Nacionais - Brasil - referência 2000. Rio De Janeiro, 2011. Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2013/default.shtm>>. Acesso em: 10 set 2014.
- MEDEIROS, C. A. Inserção externa, crescimento e padrões de consumo na economia brasileira Brasília : IPEA, 2015. 174 p.
- MEDEIROS, C. A.; SERRANO, F. Inserção externa, exportações e crescimento no Brasil. **Polarização Mundial e Crescimento, Vozes, Petrópolis**, 2001. (Versão mimeo.)
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge University Press, 2009. MINELLA, A.; SOUZA-SOBRINHO, N. Canais monetários no Brasil sob a ótica de um modelo semiestrutural. In: BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. Dez anos de metas para a inflação – 1999-2009. Brasília: BCB, 2011.
- NEVES, José Pedro. **Mudança Estrutural na Economia Brasileira entre os anos 2000 e 2008: uma Análise de Decomposição Estrutural**. 2013. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, IE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- PREBISCH, Raúl et al. O desenvolvimento econômico da América Latina e seus principais problemas. **Revista Brasileira de Economia**, v. 3, n. 3, p. 47-111, 1949.
- PRADO, L C. D.; TORRACA, J. F. LIMA E SILVA, J. A. C. **Um novo olhar sobre um Antigo Debate: A tese de Prebisch-Singer é, ainda, válida?**. Texto para discussão, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, n. 003, 2014. Disponível em: <<http://ww2.ie.ufrj.br/images/pesquisa/publicacoes/discussao/2014/TD-IE-003-2014.pdf>>. Acesso em: 12 dez 2015.
- ROSE, Adam; CASLER, Stephen. Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal. **Economic Systems Research**, v. 8, n. 1, p. 33-62, 1996.
- ROSE, Adam; CHEN, Chia-Yon. Sources of change in energy use in the US economy, 1972–1982: a structural decomposition analysis. **Resources and Energy**, v. 13, n. 1, p. 1-21, 1991.
- SANTOS, Cláudio Hamilton Matos dos et al. Por que a elasticidade-câmbio das importações é baixa no Brasil? Evidências a partir das desagregações das importações por categorias de uso. **Texto para discussão**, n. 2046. IPEA, Rio de Janeiro. 2015.
- REICH, Utz-Peter. Additivity of deflated input-output tables in national accounts. **Economic Systems Research**, v. 20, n. 4, p. 415-428, 2008.
- RIBEIRO, L. S. L. R. **Dois Ensaios sobre a Balança Comercial Brasileira 1999/2005**. Dissertação de mestrado PUC-RJ, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2006.
- SKIENDZIEL, A. Estimativas de elasticidades de oferta e demanda de exportações e de importações brasileiras. Dissertação de mestrado, UNB, Brasília, 2008.
- SERRANO, Franklin. A mudança na tendência dos preços das commodities nos anos 2000: aspectos estruturais. **OIKOS (Rio de Janeiro)**, v. 12, n. 2, 2014.
- SQUEFF, G. C. Rigidez produtiva e importações no Brasil: 1995-2009. In: SQUEFF, G. C. **Dinâmica Macrosetorial Brasileira**. Brasília: IPEA, 2015. p. 15-46.
- SUMMA, Ricardo; SERRANO, Franklin. **Distribution and Cost-Push inflation in Brazil under inflation targeting, 1999-2014**. Mimeo, 2015. Disponível em: <<http://www.excedente.org/wp-content/uploads/2015/11/summa-serrano-1-oct-2015-Distribution-and-Cost-Push-inflation-in-Brazil-under-inflation-targeting-1999-2014-.pdf>>. Acesso em: 09 dez 2015.



## APÊNDICE A – Decomposição estrutural detalhada das importações

### Seção I - Decomposição estrutural das importações<sup>10</sup>

Devido à multiplicidade de possíveis decomposições, seguimos a sugestão de Dietzenbacher & Los (1998) e Miller e Blair (2009), onde se estabelece uma média de duas situações extremas (expressas no período anterior e no período atual):

$$\begin{aligned} \Delta m = (1/2) & \left[ \left( (\Delta \Omega * A^0) Z^0 \hat{\mu}^0 f^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * A^1) Z^1 \hat{\mu}^1 f^1 \right) \right] + (1/2) \left[ (\Omega^1 * \Delta A) Z^0 \hat{\mu}^0 f^0 + (\Omega^0 * \Delta A) Z^1 \hat{\mu}^1 f^1 \right] \\ & + (1/2) \left[ (\Omega^1 * A^1) (\Delta Z) \hat{\mu}^0 f^0 + (\Omega^0 * A^0) (\Delta Z) \hat{\mu}^1 f^1 \right] \\ & + (1/2) \left[ (\Omega^1 * A^1) Z^1 (\Delta \hat{\mu}) f^0 + (\Omega^0 * A^0) Z^0 (\Delta \hat{\mu}) f^1 \right] \\ & + (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * A^1) Z^1 \hat{\mu}^1 + (\Omega^0 * A^0) Z^0 \hat{\mu}^0 \right) (\Delta f) \right] + (1/2) \left[ (\Delta \hat{\gamma}) (f^0 + f^1) + (\hat{\gamma}^1 + \hat{\gamma}^0) (\Delta f) \right] \end{aligned} \quad (28)$$

Para a separação da decomposição acima nas fontes de mudança especificadas por esse estudo, é necessário desmembrar  $\Delta Z$  nas suas fontes de variação. Pelo modelo de insumo-produto, sabe-se que  $Z$  é igual a

$$Z = (I - A_n)^{-1} = [I - (1 - \Omega) * A]^{-1} \quad (29).$$

Assim,  $\Delta Z$  inclui a variação da matriz de coeficientes técnicos intermediários nacional (e seu complementar, importados) e da matriz de coeficientes técnicos totais ( $A$ ). Logo,

$$\Delta Z = Z^1 - Z^0 = \Delta [I - (1 - \Omega) * A]^{-1} \quad (30).$$

Tem-se então que, para o período 1,  $Z^1$  é definido da seguinte forma:

$$Z^1 = [I - (1 - \Omega^1) * A^1]^{-1} \quad (31).$$

Pós-multiplicando  $Z^1$  por  $[I - (1 - \Omega^1) * A^1]$

$$Z^1 [I - (1 - \Omega^1) * A^1] = [I - (1 - \Omega^1) * A^1]^{-1} [I - (1 - \Omega^1) * A^1] \quad (32)$$

$$Z^1 [I - (1 - \Omega^1) * A^1] = I \quad (33),$$

distribuindo  $Z^1$ :

$$Z^1 - Z^1 (1 - \Omega^1) * A^1 = I \quad (34),$$

rearranjando os termos:

$$Z^1 - I = Z^1 (1 - \Omega^1) * A^1 \quad (35),$$

e pós-multiplicando ambos os lados por  $Z^0$ , tem-se:

$$Z^1 Z^0 - Z^0 = Z^1 (1 - \Omega^1) * A^1 Z^0 \quad (36).$$

Analogamente, fazendo o mesmo para  $Z^0$ :

$$Z^0 = [I - (1 - \Omega^0) * A^0]^{-1} \quad (37).$$

Pós-multiplicando  $Z^0$  por  $[I - (1 - \Omega^0) * A^0]$

$$Z^0 [I - (1 - \Omega^0) * A^0] = [I - (1 - \Omega^0) * A^0]^{-1} [I - (1 - \Omega^0) * A^0] \quad (38)$$

$$Z^0 [I - (1 - \Omega^0) * A^0] = I \quad (39),$$

distribuindo  $Z^0$

$$Z^0 - (1 - \Omega^0) * A^0 Z^0 = I \quad (40),$$

rearranjando os termos

$$Z^0 - I = (1 - \Omega^0) * A^0 Z^0 \quad (41),$$

e pré-multiplicando ambos os lados por  $Z^1$ , tem-se:

$$Z^1 Z^0 - Z^1 = Z^1 (1 - \Omega^0) * A^0 Z^0 \quad (42).$$

Sabendo que  $\Delta Z = Z^1 - Z^0$ , subtrai-se (47) de (41), chegando ao seguinte resultado:

$$\Delta Z = Z^1 (\Delta [(1 - \Omega) A]) Z^0 \quad (43)$$

Como menciona Miller e Blair (2009, p. 603), independente do procedimento de pré e pós-multiplicação das equações (32) a (42) o resultado de (46) permanece o mesmo.

Percebe-se entretanto que na variação da matriz inversa de Leontief ( $\Delta Z$ ) está inserida a variação na matriz de coeficientes técnicos nacionais ( $\Delta [(1 - \Omega) A]$ ), sendo necessário decompô-la também, tal como a seguir.

Tem-se por Miller e Blair (2009, p. 599) (decomposição por dois termos), uma das possíveis formas é:

$$\Delta [(1 - \Omega) A] = \Delta (1 - \Omega) * A^1 + (1 - \Omega^0) * \Delta A \quad (44).$$

Reorganizando os termos:

$$\Delta [(1 - \Omega) A] = -(\Delta \Omega) * A^1 + (1 - \Omega^0) * \Delta A \quad (45),$$

<sup>10</sup> Os procedimentos realizados nessa seção estão baseados em Miller e Blair (2009).

fazendo a média das decomposições extremas possíveis, como sugere Dietzenbacher & Los (1998) e Miller e Blair (2009), tem-se:

$$\Delta[(1 - \Omega)\mathbf{A}] = -(1/2)[\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)] + (1/2)[((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta\mathbf{A}] \quad (46)$$

e substituindo (46) em (43), tem-se:

$$\Delta\mathbf{Z} = \mathbf{Z}^1\{-(1/2)[\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)] + (1/2)[((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta\mathbf{A}]\}\mathbf{Z}^0 \quad (47)$$

Distribuindo a multiplicação:

$$\Delta\mathbf{Z} = -(1/2)\mathbf{Z}^1[\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)]\mathbf{Z}^0 + (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A}\mathbf{Z}^0 \quad (48)$$

Substituindo (48) em (28)

$$\begin{aligned} \Delta\mathbf{m} = (1/2)\{ & [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0\mathbf{f}^0] + [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1\mathbf{f}^1] + (1/2)[(\Omega^1 * \Delta\mathbf{A})\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0\mathbf{f}^0 + (\Omega^0 * \Delta\mathbf{A})\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1\mathbf{f}^1] \\ & + (1/2)[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)(-(1/2)\mathbf{Z}^1[\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)]\mathbf{Z}^0 \\ & + (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A}]\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0\mathbf{f}^0 \\ & + (1/2)(\Omega^0 * \mathbf{A}^0)(-(1/2)\mathbf{Z}^1[\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)]\mathbf{Z}^0 \\ & + (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A}]\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^1\mathbf{f}^1 \\ & + (1/2)[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1(\Delta\hat{\mu})\mathbf{f}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0(\Delta\hat{\mu})\mathbf{f}^1] \\ & + (1/2)\{[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0](\Delta\mathbf{f})\} + (1/2)[(\Delta\hat{\gamma})(\mathbf{f}^0 + \mathbf{f}^1) + (\hat{\gamma}^1 + \hat{\gamma}^0)(\Delta\mathbf{f})\} \end{aligned} \quad (49)$$

Como a parcela do conteúdo nacional de bens finais ( $\hat{\mu}$ ) é complementar à parcela do conteúdo importado ( $\hat{\gamma}$ ), substitui-se a seguinte relação  $\Delta\hat{\mu}_f = -\Delta\hat{\gamma}_f$ . Reorganizando os termos, a decomposição completa é definida em:

$$\begin{aligned} \Delta\mathbf{m} = (1/2) \{ & [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0\mathbf{f}^0] + [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1\mathbf{f}^1] \\ & + (1/2) \{ [(\Omega^1 * (\Delta\mathbf{A}))(\mathbf{Z}^0\hat{\mu}_f^0\mathbf{f}^0) + (\Omega^0 * (\Delta\mathbf{A}))(\mathbf{Z}^1\hat{\mu}_f^1\mathbf{f}^1)] \\ & - (1/2) \left\{ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0))\mathbf{Z}^0] \hat{\mu}_f^0\mathbf{f}^0 \right] \right. \\ & \left. + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0))\mathbf{Z}^0] \hat{\mu}_f^1\mathbf{f}^1 \right] \right\} \\ & + (1/2) \left\{ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A} \right] \hat{\mu}_f^0\mathbf{f}^0 \right. \\ & \left. + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A} \right] \hat{\mu}_f^1\mathbf{f}^1 \right\} \\ & - (1/2)[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1(\Delta\hat{\gamma}_f)\mathbf{f}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0(\Delta\hat{\gamma}_f)\mathbf{f}^1] \\ & + (1/2) \{ [(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}_f^1 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}_f^0](\Delta\mathbf{f}) \} \\ & + (1/2)[(\Delta\hat{\gamma}_{fd})(\mathbf{f}^0 + \mathbf{f}^1)(\hat{\gamma}_{fd}^1 + \hat{\gamma}_{fd}^0)(\Delta\mathbf{f})] \} \end{aligned} \quad (50)$$

Fazendo as devidas substituições para incorporar a adaptação à análise empírica pela variação de estoques (eq. 13 a 20) em (50), obtém-se a decomposição para  $\Delta\mathbf{m}_{fd}$

$$\begin{aligned} \Delta\mathbf{m}_{fd} = (1/2) \{ & [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}_{fd}^0\mathbf{f}_d^0] + [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}_{fd}^1\mathbf{f}_d^1] \\ & + (1/2) \{ [(\Omega^1 * (\Delta\mathbf{A}))(\mathbf{Z}^0\hat{\mu}_{fd}^0\mathbf{f}_d^0) + (\Omega^0 * (\Delta\mathbf{A}))(\mathbf{Z}^1\hat{\mu}_{fd}^1\mathbf{f}_d^1)] \\ & - (1/2) \left\{ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0))\mathbf{Z}^0] \hat{\mu}_{fd}^0\mathbf{f}_d^0 \right] \right. \\ & \left. + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(\Delta\Omega * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0))\mathbf{Z}^0] \hat{\mu}_{fd}^1\mathbf{f}_d^1 \right] \right\} \\ & + (1/2) \left\{ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A} \right] \hat{\mu}_{fd}^0\mathbf{f}_d^0 \right. \\ & \left. + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2)\mathbf{Z}^1[(1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1] * \Delta\mathbf{A} \right] \hat{\mu}_{fd}^1\mathbf{f}_d^1 \right\} \\ & - (1/2)[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1(\Delta\hat{\gamma}_{fd})\mathbf{f}_d^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0(\Delta\hat{\gamma}_{fd})\mathbf{f}_d^1] \\ & + (1/2) \{ [(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}_{fd}^1 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}_{fd}^0](\Delta\mathbf{f}_d) \} \\ & + (1/2)[(\Delta\hat{\gamma}_{fd})(\mathbf{f}_d^0 + \mathbf{f}_d^1)(\hat{\gamma}_{fd}^1 + \hat{\gamma}_{fd}^0)(\Delta\mathbf{f}_d)] \} \end{aligned} \quad (51)$$

No caso de  $\Delta\mathbf{m}_s$  não foi realizada a decomposição ampliada, incluindo os efeitos de  $\Delta\mathbf{Z}$  e  $\Delta[(1 - \Omega)\mathbf{A}]$  por não possuir significado econômico. Repete-se então, (23):

$$\begin{aligned} \Delta\mathbf{m}_s = \{ & (1/2) \{ [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0\mathbf{s}^0] + [(\Delta\Omega * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1\mathbf{s}^1] \\ & + (1/2) \{ [(\Omega^1 * (\Delta\mathbf{A}))\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0\mathbf{s}^0 + (\Omega^0 * (\Delta\mathbf{A}))\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1\mathbf{s}^1] \\ & + (1/2)[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)(\Delta\mathbf{Z})\hat{\mu}^0\mathbf{s}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)(\Delta\mathbf{Z})\hat{\mu}^1\mathbf{s}^1] \\ & + (1/2)[(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1(\Delta\hat{\mu})\mathbf{s}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0(\Delta\hat{\mu})\mathbf{s}^1] \\ & + (1/2) \{ [(\Omega^1 * \mathbf{A}^1)\mathbf{Z}^1\hat{\mu}^1 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0)\mathbf{Z}^0\hat{\mu}^0](\Delta\mathbf{s}) \} \} \\ & + \{ (1/2)[(\Delta\hat{\gamma})(\mathbf{s}^0 + \mathbf{s}^1) + (\hat{\gamma}^1 + \hat{\gamma}^0)(\Delta\mathbf{s})] \} \} \end{aligned} \quad (52)$$

*Seção II – Decomposição das importações por fonte de mudança, fonte de uso e componentes da demanda*

Nesta seção serão apresentadas as equações correspondentes as decomposições apresentadas na seção 3.1.2

i. Fonte de mudança

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{pc} + \Delta \mathbf{m}_{tec} + \Delta \mathbf{m}_{dem} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (53)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{pc} = (1/2) \left[ \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \right) \right] \quad (54)$$

$$- (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 \left( (\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0) \right) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \\ & (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 \left( (\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0) \right) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \end{aligned} \right\}$$

$$- (1/2) \left[ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) \mathbf{f}_d^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) \mathbf{f}_d^1 \right] + (1/2) (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) (\mathbf{f}_d^0 + \mathbf{f}_d^1)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{tec} = (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0) + (\Omega^0 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1) \right) \right] \quad (55)$$

$$+ (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) [(1/2) \mathbf{Z}^1 [((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0] \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \\ & (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) [(1/2) \mathbf{Z}^1 [((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0] \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta \mathbf{m}_{dem} = (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 + (\Omega^1 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \right) (\Delta \mathbf{f}_d) \right] + (1/2) (\widehat{\gamma}_{fd}^1 + \widehat{\gamma}_{fd}^0) (\Delta \mathbf{f}_d) \quad (56)$$

ii. Uso das importações

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{fdint} + \Delta \mathbf{m}_{fdfin} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (57)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{fdint} = (1/2) \left[ \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \right) \right] \quad (58)$$

$$+ (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0) + (\Omega^0 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1) \right) \right]$$

$$- (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 \left( (\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0) \right) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \\ & (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 \left( (\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0) \right) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \end{aligned} \right\}$$

$$+ (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) [(1/2) \mathbf{Z}^1 [((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0] \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \\ & (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) [(1/2) \mathbf{Z}^1 [((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0] \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \end{aligned} \right\}$$

$$- (1/2) \left[ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) \mathbf{f}_d^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) \mathbf{f}_d^1 \right]$$

$$+ (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 + (\Omega^1 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \right) (\Delta \mathbf{f}_d) \right]$$

$$\Delta \mathbf{m}_{fdfin} = (1/2) \left[ (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) (\mathbf{f}_d^0 + \mathbf{f}_d^1) \right] + (1/2) (\widehat{\gamma}_{fd}^1 + \widehat{\gamma}_{fd}^0) (\Delta \mathbf{f}_d) \quad (59)$$

iii. Componentes da demanda

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_c + \Delta \mathbf{m}_k + \Delta \mathbf{m}_g + \Delta \mathbf{m}_e + \Delta \mathbf{m}_s \quad (60)$$

em que  $\Delta \mathbf{m}_j$  é

$$\Delta \mathbf{m}_j = (1/2) \left[ \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \right) \right] \quad (61)$$

$$+ (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0) + (\Omega^0 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1) \right) \right]$$

$$- (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 \left( (\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0) \right) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \\ & (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 \left( (\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0) \right) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \end{aligned} \right\}$$

$$+ (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) [(1/2) \mathbf{Z}^1 [((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0] \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \\ & (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) [(1/2) \mathbf{Z}^1 [((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0] \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \end{aligned} \right\}$$

$$- (1/2) \left[ (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 (\Delta \widehat{\gamma}_j) \mathbf{j}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 (\Delta \widehat{\gamma}_j) \mathbf{j}^1 \right]$$

$$+ (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 + (\Omega^1 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \right) (\Delta \mathbf{j}) \right] + (1/2) \left[ (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) (\mathbf{j}^0 + \mathbf{j}^1) \right]$$

$$+ (1/2) (\widehat{\gamma}_{fd}^1 + \widehat{\gamma}_{fd}^0) (\Delta \mathbf{j})$$

Combinação entre decomposições

a) Categorias de demanda e fonte de uso das importações

$$\Delta \mathbf{m} = (\Delta \mathbf{m}_{cint} + \Delta \mathbf{m}_{cfin}) + (\Delta \mathbf{m}_{kint} + \Delta \mathbf{m}_{kfin}) + (\Delta \mathbf{m}_{gint} + \Delta \mathbf{m}_{gfin}) + (\Delta \mathbf{m}_{eint} + \Delta \mathbf{m}_{efin}) + \Delta \mathbf{m}_s \quad (62)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{j_{\text{int}}} = (1/2) \left[ \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \right) \right] \quad (63)$$

$$\begin{aligned} & + (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0) + (\Omega^0 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1) \right) \right. \\ & + (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 ((\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \\ & + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 ((\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \end{aligned} \right\} \\ & + (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) [(1/2) \mathbf{Z}^1 ((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \\ & + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) [(1/2) \mathbf{Z}^1 ((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \end{aligned} \right\} \\ & - (1/2) [(\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 (\Delta \widehat{\gamma}_j) \mathbf{j}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 (\Delta \widehat{\gamma}_j) \mathbf{j}^1] \\ & + (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 + (\Omega^1 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \right) (\Delta \mathbf{j}) \right] \\ \Delta \mathbf{m}_{j_{\text{fin}}} & = (1/2) [(\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) (\mathbf{j}^0 + \mathbf{j}^1)] + (1/2) (\widehat{\gamma}_{fd}^1 + \widehat{\gamma}_{fd}^0) (\Delta \mathbf{j}) \end{aligned} \quad (64)$$

b) fonte de mudança e uso das importações

$$\Delta \mathbf{m} = \underbrace{(\Delta \mathbf{m}_{pc_{\text{int}}} + \Delta \mathbf{m}_{\text{tec}} + \Delta \mathbf{m}_{\text{dem}_{\text{int}}})}_{\text{intermediária}} + \underbrace{(\Delta \mathbf{m}_{pc_{\text{fin}}} + \Delta \mathbf{m}_{\text{dem}_{\text{fin}}})}_{\text{final}} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (65)$$

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{m}_{pc_{\text{int}}} & = (1/2) \left[ \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \right) \right] \\ & - (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 ((\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \\ & + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 ((\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \end{aligned} \right\} \\ & - (1/2) [(\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) \mathbf{f}_d^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) \mathbf{f}_d^1] \end{aligned} \quad (66)$$

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{m}_{\text{tec}} & = (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0) + (\Omega^0 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1) \right) \right] \\ & + (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) [(1/2) \mathbf{Z}^1 ((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \mathbf{f}_d^0 \\ & + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) [(1/2) \mathbf{Z}^1 ((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^1 \mathbf{f}_d^1 \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad (67)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{\text{dem}_{\text{int}}} = (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_{fd}^1 + (\Omega^1 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_{fd}^0 \right) (\Delta \mathbf{f}_d) \right] \quad (68)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{pc_{\text{fin}}} = (1/2) (\Delta \widehat{\gamma}_{fd}) (\mathbf{f}_d^0 + \mathbf{f}_d^1) \quad (69)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{\text{dem}_{\text{fin}}} = (1/2) (\widehat{\gamma}_{fd}^1 + \widehat{\gamma}_{fd}^0) (\Delta \mathbf{f}_d) \quad (70)$$

c) Fonte de uso, mudança tecnológica e fonte de demanda

$$\Delta \mathbf{m} = \Delta \mathbf{m}_{c_{\text{des}}} + \Delta \mathbf{m}_{k_{\text{des}}} + \Delta \mathbf{m}_{g_{\text{des}}} + \Delta \mathbf{m}_{e_{\text{des}}} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (71)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{j_{\text{des}}} = \underbrace{(\Delta \mathbf{m}_{j_{pc_{\text{int}}}} + \Delta \mathbf{m}_{j_{\text{tec}}} + \Delta \mathbf{m}_{j_{\text{dem}_{\text{int}}}})}_{\text{intermediária}} + \underbrace{(\Delta \mathbf{m}_{j_{pc_{\text{fin}}}} + \Delta \mathbf{m}_{j_{\text{dem}_{\text{fin}}}})}_{\text{final}} + \Delta \mathbf{m}_s \quad (72)$$

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{m}_{j_{pc_{\text{int}}}} & = (1/2) \left[ \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \right) + \left( (\Delta \Omega * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \right) \right] \\ & - (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 ((\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \\ & + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \left[ (1/2) \mathbf{Z}^1 ((\Delta \Omega) * (\mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^0)) \mathbf{Z}^0 \right] \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \end{aligned} \right\} \\ & - (1/2) [(\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 (\Delta \widehat{\gamma}_j) \mathbf{j}^0 + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 (\Delta \widehat{\gamma}_j) \mathbf{j}^1] \end{aligned} \quad (73)$$

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{m}_{j_{\text{tec}}} & = (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0) + (\Omega^0 * (\Delta \mathbf{A})) (\mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1) \right) \right] \\ & + (1/2) \left\{ \begin{aligned} & (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) [(1/2) \mathbf{Z}^1 ((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \mathbf{j}^0 \\ & + (\Omega^0 * \mathbf{A}^0) [(1/2) \mathbf{Z}^1 ((1 - \Omega)^0 + (1 - \Omega)^1) * \Delta \mathbf{A}] \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^1 \mathbf{j}^1 \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad (74)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{j_{\text{dem}_{\text{int}}}} = (1/2) \left[ \left( (\Omega^1 * \mathbf{A}^1) \mathbf{Z}^1 \widehat{\mu}_j^1 + (\Omega^1 * \mathbf{A}^0) \mathbf{Z}^0 \widehat{\mu}_j^0 \right) (\Delta \mathbf{j}) \right] \quad (75)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{j_{pc_{\text{fin}}}} = (1/2) (\Delta \widehat{\gamma}_j) (\mathbf{j}^0 + \mathbf{j}^1) \quad (76)$$

$$\Delta \mathbf{m}_{j_{\text{dem}_{\text{fin}}}} = (1/2) (\widehat{\gamma}_j^1 + \widehat{\gamma}_j^0) (\Delta \mathbf{j}) \quad (77)$$