

Versão Preliminar  
LC/BRS/R.50  
Outubro 1995  
Original: Português

CEPAL  
COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE  
Escritório no Brasil



**METODOLOGIA PARA ESTIMAR A INCIDÊNCIA DE  
IMPOSTOS DIRETOS E INDIRETOS NO BRASIL**

22 MAR 1996

Nota: documento elaborado pela Prof<sup>a</sup> Maria da Conceição Sampaio, consultora do Escritório da CEPAL no Brasil. As opiniões aqui expressas são pessoais da autora e podem não coincidir com as da Instituição.

# METODOLOGIA PARA ESTIMAR A INCIDÊNCIA DE IMPOSTOS DIRETOS E INDIRETOS NO BRASIL

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a reforma do setor público tem sido considerada um requisito essencial para o desenvolvimento econômico. Esta questão está sendo amplamente debatido tanto no âmbito nacional como no resto do mundo. No Brasil, o governo está consciente de que a manutenção da estabilidade econômica assim como o crescimento de longo prazo da economia estão profundamente vinculados à reformulação e redefinição das políticas governamentais. Existe, pois, uma clara necessidade de reorientar as despesas públicas e reformar o sistema tributário.

Dentro deste contexto, torna-se importante investigar os impactos da estrutura tributária brasileira sobre a economia. Como o Brasil caracteriza-se pela presença de desigualdades importantes na distribuição da renda, um ponto crucial que merece destaque é a questão da repartição da carga fiscal entre os diferentes grupos de renda. Um estudo apropriado da questão tributária deverá, pois, levar em conta os impactos distributivos associados à taxação. Aqui, duas questões devem ser analisadas: a) qual o impacto da atual estrutura tributária brasileira sobre as populações de baixa renda? e b) de que forma, modificações na estrutura tributária irão afetar o bem-estar das populações menos favorecidas? Respostas a estas questões poderão contribuir de maneira significativa para um melhor entendimento da distribuição da carga fiscal entre os diferentes grupos de renda.

A análise da incidência dos impostos pode ser feita através de inúmeras perspectivas.<sup>1/</sup> Embora existam diferenças significativas entre estas abordagens, a maioria delas reconhece a necessidade de considerar não somente os efeitos diretos da tributação como também os impactos indiretos dela decorrentes. De certa forma, quase todas estas abordagens tratam de identificar os efeitos de equilíbrio geral resultantes, por exemplo, da introdução e/ou substituição de determinados impostos. Estes impactos de equilíbrio geral podem modificar substancialmente a análise da incidência dos impostos considerados. Portanto, limitar o estudo dos impactos de variações na estrutura tributária aos seus efeitos diretos pode conduzir a uma subestimação importante das mudanças induzidas pela tributação. Faz-se, pois, necessário, trabalhar com uma metodologia que considere de maneira adequada os impactos econômicos - em particular, aqueles que incidem sobre a distribuição de renda - associados a diferentes estruturas tributárias.

O objetivo principal deste documento é desenvolver uma metodologia para estimar os impactos diretos e indiretos da política tributária brasileira. Como o Brasil caracteriza-se pela existência de grandes desigualdades na distribuição de renda, ênfase especial será dada aos aspectos distributivos decorrentes da tributação. Estamos pois, particularmente interessados em avaliar a questão da incidência de tributos alternativos assim como

---

<sup>1/</sup> Thurow (1975), em um excelente *survey*, lista as perspectivas comumente usadas na literatura sobre incidência.

identificar a existência de possíveis *trade-offs* entre os objetivos de eficiência e equidade associados à imposição de impostos alternativos.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: a seção 2 discute brevemente os tipos de metodologias disponíveis para mensurar a incidência fiscal e justifica a escolha da abordagem sugerida. A seção 3 apresenta a estrutura e o funcionamento do modelo proposto, e discute a solução e as implicações do modelo. Na seção 4, sugerem-se procedimentos e fontes para coletar, estimar e homogeneizar a informação necessária à implementação do modelo. A seção 5 contém comentários finais sobre a metodologia proposta e o anexo apresenta um exemplo de referência.

## 2. MENSURAÇÃO DA INCIDÊNCIA FISCAL

A incidência de um determinado tipo de imposto - seu impacto na distribuição da renda pessoal - é o resultado de inúmeros e complexos efeitos envolvendo as variáveis econômicas consideradas. A mensuração desses impactos requer um esforço considerável não-somente a nível teórico; a avaliação cuidadosa dos dados e parâmetros a ser utilizados é também fundamental para uma análise bem sucedida das questões de incidência fiscal.

A escolha da abordagem a ser utilizada em estudos de incidência é importante porque nem mesmo o melhor conjunto de dados é suficiente para dar uma medida exata de cada um dos impactos da tributação. É preciso restringir nossas investigações aos impactos mais importantes. Faz-se, pois, necessário, escolher o ângulo apropriado a partir do qual poder-se-á analisar as questões de incidência fiscal.

As inúmeras abordagens que se destinam à mensuração da incidência fiscal podem ser agrupadas em dois tipos; aquelas que consideram apenas os efeitos diretos associados aos impostos e as que também levam em conta os efeitos indiretos da tributação. No primeiro caso, temos os modelos tradicionais de equilíbrio parcial, que procuram calcular as alíquotas efetivas de imposto a partir de estimativas da renda nominal dos consumidores. No segundo caso, os modelos ditos de equilíbrio geral dão ênfase especial às variações da renda real dos diferentes grupos de consumidores associadas à mudanças nos preços decorrentes da tributação. No que se segue, descreveremos estas duas metodologias.

### 2.1. Incidência: a abordagem de equilíbrio parcial

A metodologia tradicional para estimação da incidência contribuiu de maneira significativa para avaliar os impactos distributivos associados à taxação. Inúmeros estudos utilizam esta ótica para examinar questões de incidência. Entre eles, merece destaque especial o trabalho de Pechman e Okner (1974) para a economia americana.<sup>27</sup> Nesta

---

<sup>27</sup> Ver também, entre outros, os trabalhos de Heller (1981), Bird and de Wulf (1973), de Wulf (1975) e Andic (1977). Para o Brasil, os estudos de Sahota (1971) e de Aaron (1968) também adotam esta abordagem.

abordagem, uma distribuição dada da renda bruta - incluindo o pagamento de impostos - é corrigida para que se possa obter a distribuição de renda líquida - deduzidos os impostos. Ou alternativamente, pode-se diretamente verificar de que maneira a carga fiscal é distribuída entre os diferentes grupos. Observe-se que, neste contexto, tanto a renda total como a estrutura e os níveis do consumo são considerados fixos.

O requisito básico para a aplicação desta metodologia é a existência de estatísticas confiáveis e suficientemente desagregadas sobre a distribuição da renda e os padrões de consumo. Faz-se pois necessário, obter: (i) informações detalhadas sobre a distribuição da população em diferentes categorias de renda; (ii) uma definição apropriada para medir a renda a ser alocada entre estes grupos; (iii) a distribuição da renda fatorial entre as famílias; (iv) a distribuição do consumo dos produtos tributados. Abaixo, discutiremos brevemente estes pontos.

No tocante à repartição da população entre diferentes grupos de renda, esta informação pode ser facilmente obtida em estudos sobre a distribuição de renda.<sup>3/</sup> O segundo ponto é um pouco mais complexo já que envolve a definição de um conceito abrangente de renda familiar que não pode ser diretamente derivado das contas nacionais. Este conceito deve incluir, além da totalidade da renda dos fatores, as transferências líquidas recebidas do governo, assim como as variações nos ativos possuídos pelas famílias resultante de perdas ou ganhos de capital.<sup>4/</sup> O terceiro ponto refere-se também ao item anterior já que trata da distribuição da renda fatorial entre os diferentes grupos. Este aspecto é particularmente difícil de ser estimado e requer a combinação e compatibilização cuidadosa de informações provenientes de pesquisas de orçamento familiar com estatísticas detalhadas sobre a renda tributável. Por fim, o quarto ponto diz respeito às hipóteses adotadas no tocante à alocação dos despesas com impostos entre os diferentes grupos de consumidores. Esta questão é particularmente importante, já que os resultados podem ser bastante sensíveis à escolha das hipóteses de incidência utilizadas. Estas hipóteses baseiam-se na moderna teoria da incidência, cuja contribuição mais importante é ressaltar que o peso do imposto (*tax burden*) não recai necessariamente sobre os agentes diretamente tributados. Dependendo das condições de mercado - sumariadas pelas elasticidades preço da oferta e da demanda -, o imposto em questão poderá ser parcial ou totalmente repassado aos outros agentes econômicos envolvidos nas transações consideradas.

Uma vez calculada a renda familiar por grupo de renda - aí incluída a renda decorrente da propriedade de fatores produtivos - e tendo-se estabelecido as hipóteses de incidência, pode-se, então, passar à análise da incidência dos diferentes tipos de impostos.

---

3/ Informações sobre o perfil de distribuição de renda no Brasil podem ser facilmente encontradas na extensa literatura disponível. Dentre os inúmeros estudos existentes, ver Langoni (1973), Camargo e Giambiagi (1991), Ramos(1993), entre outros.

4/ Uma discussão exaustiva sobre a mensuração da renda familiar ajustada pode ser encontrada em Pechman e Okner, op.cit., p.12-15.

## 2.2. A análise de equilíbrio geral

A principal limitação da abordagem de equilíbrio parcial discutida acima advém do fato dela ignorar os efeitos subseqüentes, limitando-se a analisar os impactos imediatos - ou diretos - da taxaço.<sup>5/</sup> Porém, a imposição de um tributo, além de reduzir imediatamente a renda disponível, através de suas repercussões sobre o consumo, implica ajustamentos posteriores nas principais variáveis econômicas. Este movimento continuará até que se atinja um novo patamar de equilíbrio. Estes ajustamentos - ditos ajustamentos de equilíbrio geral - podem ser analisados dentro do quadro teórico utilizado pelos modelos de equilíbrio geral. Esta metodologia é particularmente apropriada para análises de incidência, porque permite incorporar variações nos preços e na renda - nominal e real - podendo, assim, capturar os complexos efeitos distributivos associados à tributação. O trabalho pioneiro de Harberger (1962) representa um marco na teoria moderna da incidência. Utilizando um modelo simples de dois setores (e um tipo de consumidor) este autor analisou a incidência do imposto sobre a renda das empresas (*corporate income tax*) nos Estados Unidos.<sup>6/</sup> A partir deste modelo, foram derivadas as hipóteses comumente usadas em estudos de incidência.

O maior obstáculo à utilização da análise de equilíbrio geral era a dificuldade de resolução destes modelos. Inicialmente, somente modelos lineares - como os modelos de insumo-produto -, que podiam ser resolvidos através de uma simples inversão matricial, eram usados para analisar questões tributárias. Desenvolvimentos posteriores desta metodologia foram possíveis, com a expansão das facilidades computacionais e o aparecimento de algoritmos poderosos capazes de resolver sistemas relativamente complexos.<sup>7/</sup> Surgiram, então, os modelos mais detalhados de equilíbrio geral, onde preços e renda (nominal e real) são endógenos. Destacam-se, aqui, os trabalhos de Auerbach e Kotlikoff (1987), Ballard e Goulder (1983), Ballard, Fullerton, Shoven e Whalley (1985), entre outros.<sup>8/</sup> Estes trabalhos simulam o funcionamento de uma economia, com bastante detalhe. Por esta razão, podem ser extremamente complexos e de difícil utilização fora dos meios acadêmicos ou de departamentos especializados de órgãos do governo.

Torna-se, então, necessário encontrar uma metodologia capaz de captar de maneira adequada os complexos efeitos implícitos na análise de incidência fiscal, e que seja, ao mesmo tempo, facilmente operacionalizada. No que se segue, desenvolveremos uma

---

<sup>5/</sup> Em verdade, a análise de equilíbrio parcial pode ser utilizada de maneira satisfatória, para avaliar a incidência de um determinado imposto, se algumas condições forem respeitadas. Para maiores detalhes sobre este tópico, ver Shoup (1969), p.9-10.

<sup>6/</sup> A extensão e a análise cuidadosa do modelo de Harberger foram feitos por Mieszkowski (1969) e McLure (1975).

<sup>7/</sup> O pioneiro nesta área foi Scarf (1967), que desenvolveu um algoritmo de resolução para tais modelos, baseado no mecanismo de *tatõnnement* Walrasiano.

<sup>8/</sup> Para um excelente *survey* sobre os modelos computáveis de equilíbrio geral aplicados a questões tributárias, ver Pereira e Shoven (1987).

metodologia baseada no modelo de Insumo-Produto, que permite captar os efeitos totais (diretos e indiretos) da imposição de um determinado tributo. Tal metodologia deverá oferecer um quadro de equilíbrio geral, dentro do qual poder-se-á explorar, a nível macroeconômico, as múltiplas repercussões de variações na estrutura tributária brasileira, inclusive no tocante à distribuição da carga fiscal entre os diferentes grupos de renda. A seguir, descreveremos o modelo e discutiremos sua implementação.

### 3. ESTRUTURA DO MODELO

O modelo proposto para analisar as questões de incidência fiscal pertence à categoria dos modelos de equilíbrio geral, e permite estimar os impactos diretos e indiretos de variações na estrutura tributária. Nossa abordagem seguirá a ótica dos trabalhos de Oliveira (1976), Treddenick e Boadway (1977) e Sanson (1980). Este tipo de abordagem permite analisar os impactos decorrentes da substituição entre diferentes tipos de impostos e, portanto, enquadra-se na análise de incidência diferenciada do imposto (*differential tax incidence*). A grande vantagem deste quadro teórico é o fato dele incorporar facilmente os efeitos distributivos da tributação. Duas situações serão analisadas: a) quando se considera um imposto sobre transações (imposto em cascata - *turnover tax*); e b) quando o imposto incide apenas sobre o valor agregado. Com base nas variações da renda real dos diferentes grupos de consumidores pode-se, então, calcular a incidência associada a esta substituição tributária.

O modelo é linear: nele, tanto os preços como a renda são endógenos. Os produtores combinam os insumos - inclusive os fatores primários - utilizando uma tecnologia caracterizada por coeficientes fixos. A renda gerada pelo modelo define as restrições orçamentárias dos vários tipos de consumidores considerados. As decisões de consumo e poupança são feitas dentro de um sistema de despesa onde o indicador de utilidade é do tipo Cobb-Douglas. A estrutura da despesa, assim como o perfil da repartição da renda são exogenamente determinados. Como se trata de um modelo estático, o consumo do governo, o nível de investimento, as exportações e as importações serão fixados. A solução do modelo pode ser obtida mediante a utilização de técnicas de otimização. Agora, procederemos à listagem e descrição das equações do modelo e discutiremos suas principais implicações.

#### 3.1. Produção e preços

A tecnologia utilizada na produção dos diferentes bens combina fatores primários com insumos intermediários, por meio de uma função de produção do tipo Leontief:

$$X_i = \min\{X_{1i}/a_{1i}, \dots, X_{ni}/a_{ni}, X_i/v_i\} \quad i = 1, \dots, n$$

onde  $X_i$  é a produção do bem  $i$ ,  $a_{ji}$  é um coeficiente técnico fixo que mostra a quantidade do bem  $j$  utilizada na produção de uma unidade do bem  $i$ ;  $v_i$  representa o coeficiente tecnológico para o fator primário. Para simplificar, vamos supor que o fator primário é

uma combinação linear de diferentes fatores de produção - capital e trabalho, por exemplo. Isto nos permite trabalhar com um preço único para o fator primário.<sup>9/</sup>

Neste modelo, os efeitos da imposição de um tributo sobre as transações podem ser facilmente analisados, com o auxílio das equações de preços dadas por:

$$(1) \quad p_i = \sum a_{ji} p_j (1+t_j) + p_v v_i \quad i=1,\dots,n; \quad j=1,\dots,n$$

onde  $p_i$  é o preço do setor  $i$ ,  $t_j$  é a alíquota de imposto que incide sobre o setor  $j$  e  $p_v$  é o preço do valor agregado do setor  $i$ . Esta equação mostra que, em condições competitivas, o preço produtor (sem impostos) de um determinado bem é dado pelas despesas com insumos - inclusive gastos com impostos que incidem sobre estes bens - e pelas despesas com fatores primários ( $p_v, v_i$ ). Esta formulação permite incorporar facilmente isenções e seus efeitos sobre a estrutura tributária, simplesmente fixando as alíquotas dos bens isentos a zero.

Examinemos, agora, o caso onde o tributo considerado é um imposto sobre o valor agregado, doravante mencionado como IVA. Friedlaender (1967) mostrou que, para situações onde a alíquota é única e não há isenções, a equação (1) torna-se, então:

$$(1.1) \quad p_i = \sum a_{ji} p_j + (1+t) p_v v_i$$

A base do imposto é a despesa com o fator primário. Observe-se que como se supõe que não existem outros impostos sobre o consumo, os preços expressos pela equação (1.1) são, de fato, preços a nível de consumidor ( $p_c$ ). Na seção 3.4 voltaremos a discutir mais detalhadamente este tipo de imposto.

### 3.2. Demanda

Do lado da demanda, supõe-se que a renda é gasta com os diferentes bens, em proporções fixas. Pode-se mostrar que esta formulação é consistente com um indicador de utilidade do tipo Cobb-Douglas:

$$U = q^{d1} q^{d2} \dots q^{dn} = \prod q^{di}$$

onde  $d_i$  é a proporção da renda total gasta com o bem  $i$ . As funções de demanda decorrentes são dadas por:

---

<sup>9/</sup> Note-se que o modelo pode incorporar uma maior desagregação do fator primário.

$$(2) \quad p_i(1 + t_i) q_i = d_i Y$$

onde  $Y$  representa a renda total e  $t_i$ , como definido anteriormente, é a alíquota de imposto sobre o bem  $i$ . Pode-se verificar facilmente que este tipo de formulação implica elasticidades preço e renda unitárias.

Em uma economia com  $r$  consumidores, a equação (2) torna-se, então:

$$(2.1) \quad p_i(1 + t_i) q_{ji} = d_{ji} s_j Y(1-\varphi_j) \quad i=1, \dots, n; j = 1, \dots, r$$

$q_{ji}$  representa a demanda do consumidor  $j$  pelo bem  $i$ ; o parâmetro  $s_j$  representa a parcela da renda nacional auferida pelo consumidor  $j$ <sup>10/</sup>;  $\varphi_j$  representa a alíquota de imposto de renda paga pelos consumidores do grupo  $j$ ;  $s_j Y(1-\varphi_j)$  é, então, igual à renda disponível do grupo consumidor  $j$ .

Até agora, supôs-se que a totalidade da renda é consumida, o que equivale a fixar a propensão marginal a consumir à unidade. Admitindo-se agora que a renda total é distribuída entre consumo e poupança, a expressão acima torna-se, então:

$$(2.2) \quad p_i(1 + t_i) q_{ji} = d_{ji} c_j s_j(1-\varphi_j) Y$$

onde  $c_j$  é a propensão marginal a consumir associada às famílias do grupo  $j$ .<sup>11/</sup> Este tipo de formulação permite examinar, com maior propriedade, os efeitos distributivos associados à tributação.

### 3.3. Equilíbrio de mercado

O equilíbrio de mercado requer que a produção total -  $X_i$  - seja igual ao total da demanda - intermediária e final:

$$(3) \quad X_i = \sum_j a_{ji} X_j + Q_i + G_i + I_i + E_i - M_i$$

onde  $G_i$ ,  $K_i$ ,  $E_i$  e  $M_i$  representam, respectivamente, os gastos públicos, investimentos, de exportações e de importações. No modelo, estas variáveis são consideradas exógenas. A justificativa para esta suposição encontra-se, por um lado, pelo fato de a incidência fiscal ter um impacto reduzido sobre o comportamento destas variáveis. Por outro lado, isto permite uma simplificação considerável do modelo, o que facilita a sua resolução.

<sup>10/</sup> Trata-se, de fato, do perfil de distribuição de renda da economia.

<sup>11/</sup> Observe-se também que para o tipo de indicador de utilidade utilizado, a propensão marginal a consumir é igual à propensão média.

### 3.4. Renda

Utilizando (3) podemos expressar a renda nacional (Y) a preços de mercado como:

$$(4) Y = p_v \sum v_i X_i + T_I + T_D$$

O primeiro termo do lado direito da equação representa a renda total auferida pelo fator primário nos diferentes setores da economia.  $T_I$  e  $T_D$ , respectivamente, a arrecadação com impostos indiretos e diretos, são dados pelas equações abaixo:

$$(5) T_I = \sum_j \sum_i p_j a_{ji} t_j X_j + \sum_j p_j t_i (Q_i + G_i + I_i + E_i - M_i)$$

O primeiro termo do lado direito desta expressão mostra a totalidade dos impostos sobre o consumo intermediário, e o segundo termo representa os impostos sobre os bens finais.

Os impostos diretos pagos pelos  $r$  tipos de consumidores,  $T_D$ , são dados por:

$$(6) T_D = \sum_r \varphi_r s_r Y$$

A receita total do governo, proveniente dos impostos, corresponde à soma das expressões (5) e (6).

### 3.5. Variações na renda real

Resta, agora, mostrar como o modelo apresentado permite analisar os impactos distributivos da tributação. Aqui, a questão relevante é identificar de que maneira a carga fiscal é distribuída entre os diferentes grupos de consumidores.

A teoria moderna da incidência faz uma distinção básica entre a incidência tributária associada ao uso da renda e a incidência sobre a origem da renda.<sup>12/</sup> No primeiro caso, as variações na renda real resultam das mudanças nos preços dos bens decorrentes da tributação. No segundo caso, considera-se as variações da renda disponível para cada consumidor, induzidas pela tributação. O modelo apresentado leva em conta estes dois efeitos. As variações nos preços e na renda nominal constituem parte dos resultados do modelo. As variações na renda real que daí resultam podem ser estimadas de diferentes maneiras. Um procedimento comum é considerar duas posições de equilíbrio e, então, comparar as variações da despesa nestes dois equilíbrios. Assim fazendo, obtém-se um índice que serve para mensurar as variações da renda real.

---

<sup>12/</sup> Ver Musgrave (1959).

O problema que surge no cálculo do índice de renda real é quanto à escolha do vetor de preços que será utilizado como referência na comparação. Caso esta comparação seja feita aos preços do equilíbrio inicial, obtém-se o índice de renda real de Laspeyres; se a escolha recair sobre os preços do equilíbrio final, então o resultado é o índice de renda real de Paasche. A escolha entre estes dois índices é, sem dúvida, arbitrária. Uma alternativa é trabalhar com o índice ideal de Fisher, que representa uma média geométrica dos índices de Laspeyres e Paasche.<sup>13/</sup> Para o h-ésimo consumidor, este índice é dado por:

$$F_h = \sqrt[2]{\left[ \frac{\sum_i p_{iv}(1+t_i)_v q_{iht}}{\sum_i p_{it}(1+t_i)_t q_{iht}} \right] \left[ \frac{\sum_i p_{iv}(1+t_i)_v q_{ihv}}{\sum_i p_{it}(1+t_i)_t q_{iht}} \right]}$$

E a variação na renda real é dada por:

$$(8) \quad (y_v - y_t)/y_t = s_h y_j / (s_h y_i F_h) - 1 =$$

$y$  é a renda nacional e  $s_h$  é a parcela da renda nacional auferida pelo grupo de renda  $h$ ; o índice  $h$  refere-se ao  $h$ -ésimo tipo de consumidor e os índices  $t$  e  $v$  correspondem às situações a) onde o imposto é em cascata (t) b) onde o imposto é do tipo IVA.

### 3.6. Resolução do modelo

Vejam agora como o modelo proposto pode ser resolvido. Dois tipos de situação serão analisadas: em primeiro lugar, examinaremos o caso em que se considera um imposto sobre transações (imposto em cascata - *turnover tax*); em seguida, o modelo será resolvido para o caso onde o imposto incide sobre o valor agregado.

Como se trata de um modelo linear, a solução pode ser facilmente calculada. Para simplificar a exposição vamos reescrever o modelo em forma matricial. A equação (1) torna-se, então:

$$(9) \quad P' = P' (I + T) A + p_v V'$$

onde o apóstrofo indica que se trata de um vetor linha;  $A$  é a matriz dos coeficientes técnicos,  $a_{ji}$ ,  $T$  é a matriz diagonal onde os elementos não-nulos representam as alíquotas de imposto e  $I$  é a matriz identidade;  $p_v$  é o preço do fator primário e  $V'$  é o vetor dos coeficientes de valor agregado.

<sup>13/</sup> Pode-se mostrar que, no caso em que o mapa de preferência é homotético, o índice de Fisher constitui uma boa aproximação para o índice econômico, em termos de quantidade (*economic quantity index*). Para uma discussão mais detalhada desta questão, ver Samuelson and Swamy (1974).

O consumo das famílias (equação (2.1.2)) em notação matricial, se escreve como:

$$(10) \quad R (I + T) Q = DCS(1-\varphi)y$$

onde R é uma matriz diagonal cujos elementos são os mesmos preços que aparecem no vetor P (equação (9)), Q é o vetor de consumo e y é um escalar representando a renda nacional. A matriz D contém as proporções da despesa com a aquisição do bem i pelo consumidor j. Esta matriz é de ordem  $n \times r$ ; Note-se que existe uma coluna para cada grupo de consumidor e que a soma dos elementos de uma dada coluna é igual à unidade. O vetor S contém as parcelas da renda nacional relativas aos diferentes consumidores. A matriz diagonal C contém as propensões marginais (médias) a consumir para os r grupos de consumidores. Finalmente, os elementos do vetor  $\varphi$  são as alíquotas de imposto de renda associadas aos diferentes grupos de consumidores.

Desenvolvendo a expressão (10) para o caso de uma economia com dois setores e dois tipos de consumidores, a despesa total com o bem 1 pode ser escrita como:

$$p_1(1 + t_1) q_1 = d_{11}c_1 s_1(1-\varphi_1) Y + d_{21}c_2 s_2(1-\varphi_2) Y$$

Analogamente, para o bem 2, temos que:

$$p_2(1 + t_2) q_2 = d_{12}c_1 s_1(1-\varphi_1) Y + d_{22}c_2 s_2(1-\varphi_2) Y$$

A equação (3) que dá o valor da produção por setor, pode se reescrita como:

$$(11) \quad X = A X + Q + G + I + E - M$$

As equações (4), (5) e (6) representam respectivamente a renda nacional, e a arrecadação com impostos diretos e indiretos. Reescritas em forma matricial tornam-se então:

$$(12) \quad y = p_v V' X + \varphi' S y + P'TX$$

$$(13) \quad tti = P'TX$$

$$(14) \quad tdi = \varphi' S y$$

onde tti e tdi são escalares que representam respectivamente a arrecadação do governo com impostos diretos e indiretos. As outras variáveis já foram previamente definidas.

As equações (9) a (14) descrevem completamente o modelo apresentado. Fixando-se  $p_v$  - o preço do fator primário - a unidade, o que equivale a considerá-lo como numerário<sup>14/</sup> resulta em um modelo com 6 equações em seis variáveis endógenas - P, Q, X, y, tti e td. Portanto, a condição necessária para a existência de uma solução única para este sistema está garantida. Quanto à condição suficiente, este ponto será discutido na seção 3.6.1. O vetor P é dado pela equação (9); substituindo este resultado nas equações (10), (11) e (12) obtemos a solução para Q, X e y. Finalmente, usando (13) e (14) podemos calcular a receita do governo proveniente de impostos.

No caso em que o imposto incide unicamente sobre o valor agregado, a equação (1.1), reescrita sob forma matricial, torna-se, então:

$$(15) \quad P' = P' A + (I+t) p_v V'$$

Considerando-se que o IVA é o único imposto existente, os preços da equação acima são, de fato, preços de mercado. Denotando o vetor que contém estes preços por  $P_c$ , para um dado nível de  $p_v$ , temos:

$$(16) \quad P_c' = (I+t) p_v V' (I-A)^{-1}$$

Os preços líquidos ( $P_n$ ) são dados por:

$$(17) \quad P_n' = p_v V' (I-A)^{-1} = P' A + p_v V'$$

Este resultado é muito conveniente porque mostra que, neste caso, o IVA pode ser tratado como um imposto sobre as vendas. Podemos então trabalhar com equações de preços a nível de produtor ignorando o imposto. Os preços de mercado são obtidos multiplicando-se a equação (17) por  $(1+t)$  conforme pode ser visto na equação (16).

Resta, agora, examinar o caso em que existem isenções. É importante analisar este ponto, porque no Brasil, a exemplo de muitos países em desenvolvimento, um número razoavelmente grande de produtos é isento do IVA.<sup>15/</sup> A *rationale* para a concessão de isenções advém tanto de necessidades de promover uma maior equidade, como por razões puramente administrativas. Teoricamente, a isenção total pode ser obtida através da fixação de alíquotas zero para os bens que não se deseja taxar. Porém, este procedimento é de difícil aplicação, sobretudo nos países em que a capacidade administrativa é precária. Isto porque, a isenção total não se limita à simples isenção do bem em questão; ela implica também a isenção completa de todos os insumos - incluindo fatores primários - que são usados na cadeia produtiva. Faz-se, pois, necessário, encontrar uma maneira alternativa de

<sup>14/</sup> Como de costume em modelos de equilíbrio geral, em virtude da lei de Walras, não se pode determinar os preços absolutos; apenas os preços relativos podem ser calculados dentro destes modelos.

<sup>15/</sup> Mesmo os países industrializados avançados limitam-se a utilizar a isenção completa unicamente quando se trata de produtos exportáveis. Ver, a esse respeito, Mackenzie (1991).

conceder isenção total. A *proxy* mais comumente utilizada para a isenção total é o método de créditos dos impostos. Assim, para que uma indústria seja efetivamente isenta, não é suficiente que ela obtenha isenção para os seus produtos; ela deve ainda ser creditada dos impostos pagos sobre os insumos.

Adotando-se a hipótese de isenção total, o tratamento analítico pode ser bastante simplificado. O procedimento agora é idêntico ao caso do imposto sobre transações. Basta apenas redefinir a matriz diagonal T de modo que as indústrias isentas tenham alíquotas nulas.

Observe-se que se as exportações forem isentas do IVA, a matriz diagonal T, utilizada na equação (10) não é mais comum para todos os componentes da renda nacional. Precisamos, agora, definir uma matriz diagonal T para as exportações. A equação (10) torna-se, então:

$$(18) \quad y = P_v V' X + \varphi' S y + P'T (A X + Q + G + I - M) + P'T_E E$$

onde  $T_E$ , é a matriz diagonal que contém as alíquotas do IVA para os diferentes setores. Assim, por exemplo se os produtos manufaturados forem isentos, as alíquotas correspondentes a este setor serão fixadas a zero.

Podemos, agora, resolver o modelo para o caso em que o IVA é utilizado. Fixando  $p_v$  à unidade, como feito anteriormente, e substituindo a equação (9) pela equação (17) e a equação (12) pela equação (18) obtém-se um sistema de formado pelas equações (10), (12), (13), (14), (17) e (18). Este sistema pode ser resolvido de forma análoga ao caso anterior (em que se utiliza um imposto sobre transações).

### 3.6.1. Algoritmo de solução

A existência e a estabilidade de um equilíbrio único depende da existência de um vetor de preços P, não-negativo. No quadro teórico utilizado, a existência de tal vetor depende da existência de uma matriz inversa de Leontief [matriz(I-A)<sup>-1</sup>]. As condições exigidas para a existência de tal inversa podem ser investigadas utilizando-se propriedades específicas das matrizes quadradas inversas.<sup>16/</sup> Dado um vetor de preços não negativo, a existência de um valor positivo para a renda nacional - y - depende da propensão marginal a consumir, c. Valores deste parâmetro inferior à unidade garantem a existência e a estabilidade da renda de equilíbrio. De posse de um valor de equilíbrio estável para a renda nacional, pode-se garantir as mesmas condições para o vetor de consumo visto que trata-se de uma transformação linear de y envolvendo apenas coeficientes positivos.

---

<sup>16/</sup> Não cabe aqui uma discussão detalhada sobre as condições de existência e estabilidade de sistemas lineares. Para o leitor interessado, ver Debreu e Herstein (1953) e Solow (1952).

Isto posto, o modelo, em vista de sua linearidade, pode ser facilmente resolvido através de técnicas de resolução de sistemas lineares. Atualmente, há inúmeros *softwares* disponíveis que podem ser utilizados para resolver este tipo de modelo, o que praticamente elimina os problemas de programação. No caso específico aqui considerado, a solução para o modelo proposto pode ser obtida de diferentes maneiras. Qualquer programa que incorpore operações com matrizes pode ser utilizado para resolver este tipo de modelo, como pode ser visto no apêndice I, onde apresentamos um exemplo de referência. Entretanto, modelos mais complexos, envolvendo um grande número de setores/atividades, podem ser estimados mais facilmente, com a ajuda de programas especializado como o GAMS - *General Algebraic Modelling System* - desenvolvido por Brooke, Kendrick e Meeraus (1988) ou qualquer outro tipo de *software* que incorpore técnicas de otimização linear.

#### 4. DADOS E PARÂMETROS

A base estatística necessária à implementação do modelo provém, em sua grande maioria, das informações da matriz de insumo-produto, de pesquisas de orçamento familiar, e dos anuários fiscais. Como estas informações são de diferentes fontes, elas devem ser devidamente compatibilizadas. No que se segue, listaremos as informações necessárias à estimação do modelo de incidência: em seguida, discutiremos os métodos usados para preparar, homogeneizar e compatibilizar as informações.

##### 4.1. Informações necessárias à implementação do modelo

- a) Matriz de insumo-produto
  - matriz de coeficientes técnicos (A); vetor de coeficientes de valor agregado (V);
- b) Estrutura tributária
  - matriz(es) diagonal(is) de alíquotas de imposto (T);
- c) Estrutura do consumo e da distribuição de renda
  - vetor das parcelas da renda nacional auferidas pelos diferentes grupos de consumidores (S);
  - vetor das propensões marginais/médias a consumir por grupo de renda (C);
  - matriz da estrutura setorial do consumo entre os setores por grupo de renda (D);
- d) Outros dados e informações
  - produto interno bruto (renda nacional); consumo privado; consumo do governo; investimentos; exportações; importações

##### 4.2. Preparação e homogeneização da informação básica

Embora a metodologia descrita seja relativamente simples, sua operacionalização requer o trabalho de uma equipe técnica capacitada e bem integrada. Como visto anteriormente, a resolução do modelo proposto é bastante simples. A parte que exige um

esforço maior é a parte de coletar, organizar, estimar e homogeneizar as informações. Nesta etapa é fundamental o julgamento, critério e competência da equipe técnica encarregada de desenvolver o projeto. Nesta seção pretende-se transmitir, na medida do possível, nossa experiência em estimações similares feitas anteriormente.<sup>17/</sup> Esta mesma experiência, porém, ensina que existem problemas impossíveis de serem antecipados e cuja resolução pode exigir inclusive, adaptações da metodologia descrita na seção 2.

#### 4.2.1. A matriz de insumo-produto

A implementação do modelo proposto requer o conhecimento da estrutura de custos da matriz de insumo produto (a matriz de coeficientes técnicos, o vetor de valor agregado) assim como a estrutura da demanda final. Assim, parte considerável do esforço de adaptação desta matriz deve procurar adequar estes coeficientes aos propósitos de nosso estudo.

A matriz de insumo produto mais recente disponível para o Brasil é a matriz de 1980.<sup>18/</sup> Suas principais características são:

- é integrada ao sistema de contas nacionais o que é extremamente útil para a estimação de modelos econômicos porque garante a consistência entre os valores da matriz com aqueles apresentados pelas contas nacionais.
- apresenta dois níveis de classificação: nível 50 (nível de desagregação das contas nacionais) e nível 100, nível de desagregação da matriz de insumo produto.
- é uma matriz retangular que distingue 91 setores e 136 produtos.
- as transações estão valoradas a preços básicos, isto é a preços de produtor e a custo de fatores.
- inclui matrizes separadas para as importações, margens de distribuição e impostos indiretos líquidos. Muito importante para o nosso estudo, inclui também uma matriz de demanda final a preços de mercado que será utilizada para o cálculo da matriz D.

Aqui alguns comentários se impõem: em primeiro lugar, as informações contidas na matriz se referem à uma situação econômica de há dez anos atrás e portanto, necessitam de algum tipo de atualização;<sup>19/</sup> em segundo lugar, o nível de desagregação é bastante elevado permitindo assim uma melhor compatibilização com as informações fiscais disponíveis; finalmente, o fato de ser uma matriz retangular faz com que seja necessário quadrá-la. Este procedimento é relativamente simples porque dispomos de uma matriz de *market share*. No que segue, faremos alguns comentários sobre estes pontos:

---

<sup>17/</sup> Ver a esse respeito, DE SOUSA (1993, 1995), entre outros.

<sup>18/</sup> Para maiores detalhes sobre esta matriz, ver IBGE (1989).

<sup>19/</sup> Em verdade, o IBGE faz um esforço neste sentido. Já é possível trabalhar com matrizes onde pelo menos a atualização em nível de preços é feita até 1989.

- atualização da matriz de insumo-produto - A matriz de insumo-produto disponível é aquela referente ao ano de 1980. Sua utilização para refletir a atual estrutura econômica pode implicar distorções significativas na estimação do modelo. Seria portanto conveniente reduzir estas distorções através da atualização da matriz.

Há muitas formas de se atualizar uma matriz de insumo produto. Para melhor compreendermos este ponto é conveniente lembrar que existem basicamente quatro razões pelas quais a estrutura de coeficientes de uma matriz pode ser alterada. Em primeiro lugar, podemos citar as mudanças tecnológicas. Este ponto dispensa comentários; em segundo lugar, os coeficientes podem variar quando ocorrem mudanças na composição intersetorial da matriz; como cada setor representa a soma de vários subsetores e, em geral, estes subsetores utilizam tecnologias distintas, variações na composição setorial implicarão mudanças na estrutura de coeficientes técnicos. Em terceiro lugar, os coeficientes técnicos podem variar quando existem modificações na estrutura do comércio exterior. Isto porque a demanda do insumo  $i$  exigida para a produção do setor  $j$  pode ser atendida tanto pela produção doméstica como pela importações; qualquer mudança na utilização de insumos domésticos ou importados altera a estrutura de custos. Finalmente, a estrutura de coeficientes técnicos pode ser distorcida através de modificações nos preços relativos.

No tocante à correção dos pontos acima citados, alguns comentários se impõem: em primeiro lugar, é extremamente difícil corrigir as distorções causadas pelas mudanças tecnológicas e pelas variações na composição intersetorial sem que se disponha de informações adicionais. Já as variações da estrutura das importações podem ser facilmente incorporadas, utilizando-se dados disponíveis sobre o comércio exterior. Por fim, a atualização da matriz no tocante aos preços também não apresenta nenhuma dificuldade especial já que, em geral, índices de preços para os diferentes produtos são regularmente publicados. O IBGE refaz periodicamente a matriz para levar em conta este tipo de ajustamento.<sup>20/</sup>

- A desagregação da matriz de insumo-produto: a matriz de insumo-produto para o Brasil é uma matriz retangular. Sua forma típica é a seguinte:

---

<sup>20/</sup> Ver nota anterior.

Produtos	Setores				Demanda Final				Produção
	1	2	.....	n	1	2	....	k	
1 2 . . h	$X^{R_{ij}}$				$D^R_{ij}$				$X_i^P$
Valor Agregado 1 . v									
Produção	$X_j$								

A informação é apresentada desta maneira para levar em conta o fato de que determinados setores podem produzir mais de um produto assim como alguns produtos pode ser produzidos em mais de um setor. Portanto, este tipo de matriz oferece mais informações que aquelas contidas no modelo tradicional.

Porém, a metodologia sugerida requer uma matriz de coeficientes quadrada para que ela possa ser invertida.<sup>21/</sup> Torna-se, então, necessário quadrar a matriz brasileira. Para tal, precisamos da matriz de *marker-share* que tem a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} S_{11} & \dots & S_{1h} \\ S_{21} & \dots & S_{2h} \\ S_{n1} & \dots & S_{nh} \end{bmatrix}$$

onde h é o número de produtos e n é o número de setores. Um elemento  $s_{ij}$  qualquer representa a participação do setor j no mercado do produto i. Portanto, a soma dos elementos de uma coluna é sempre igual a unidade:

$$\sum_{i=1}^n S_{ij} = 1$$

<sup>21/</sup> A necessidade de quadrar a matriz existe somente quando se trabalha com a forma reduzida do modelo. A utilização de outros métodos de resolução permite perfeitamente trabalhar com a matriz retângulo

Se  $A^R$  for a matriz de coeficientes técnicos retangular, de dimensão (hxn), então a matriz quadrada de dimensão (n x n) é dada por:  $A = S A^R$

De maneira análoga, se  $D^R$  é a matriz retangular da demanda final, então a matriz correspondente no modelo quadrado é:  $D = S D^R$

A consistência contábil do modelo retangular é garantida por:  $X = S X^P$

onde  $X$  é o vetor de produção setorial e  $X^P$  é o vetor de produção por produto. Pode-se, assim, obter facilmente a informação compatível com o modelo quadrado tradicional.

Finalmente, é provável que a informação exógena sobre a estrutura tributária apresente um maior nível de detalhamento do que aquele da matriz de insumo-produto. Neste caso, deve-se ajustar a estrutura tributária ao nível de desagregação por produto da matriz. Feito isso, pode-se retornar a desagregação a nível de setores utilizando-se a matriz  $S$ .

- Coeficientes de valor agregado - Quando consideramos o imposto sobre transações (imposto em cascata - *turnover tax*), os coeficientes de valor agregado tem de ser corrigidos para introduzir explicitamente o imposto sobre as transações intermediárias. Isto pode ser visto, desenvolvendo a equação (1) para uma economia com apenas dois setores. Nesse caso, o preço do bem 1 pode ser expresso como:

$$(19) \quad p_1 = a_{11} p_1 (1+t_1) + a_{21} p_1 (1+t_2) + p_v v_1$$

Supondo-se ainda que inicialmente todos os preços são fixados à unidade<sup>22/</sup>, e resolvendo para o coeficiente de valor agregado -  $v_1$  - temos que:

$$(20) \quad v_1 = 1 - a_{11} (1+t_1) - a_{21} (1+t_2) = (1 - a_{11} - a_{21}) - (t_1 a_{11} + a_{21} t_2)$$

O coeficiente  $v_1$  pode, então, ser interpretado como sendo o coeficiente de valor agregado líquido de impostos, que é igual ao coeficiente bruto  $(1-a_{11}-a_{21})$  menos a tributação dos insumos  $(t_1 a_{11} + a_{21} t_2)$ . Generalizando e reescrevendo em forma matricial, a equação (19) pode ser reescrita como:

$$(21) \quad V_1 = V_b - P'TA$$

onde  $V_1$  e  $V_b$  são, respectivamente, os vetores de coeficientes agregados líquido e brutos; Observe-se que agora  $P$  é um vetor unitário no qual os insumos intermediários estão avaliados a preços de mercado enquanto que as transações sobre bens finais não incluem os impostos.

---

<sup>22/</sup> Como estamos trabalhando com valores, é usual supor que no equilíbrio inicial, todos os preços são fixados à unidade.

### 4.1.3. Estrutura Tributária

A extrema complexidade da estrutura da tributação indireta no Brasil torna particularmente árdua a tarefa de estimar os elementos da matriz T que contém as alíquotas de imposto indireto. A diversificação excessiva, tanto dos impostos como das alíquotas a eles associadas, aliada ao excesso de regulamentações e isenções cria distorções importantes entre as alíquotas legais e as alíquotas efetivamente pagas. Os impactos indiretos daí decorrentes podem inclusive modificar a natureza dos tributos, transformando impostos sobre o valor adicionado em impostos em cascatas.

Frente a estes problemas, a construção da matriz T deve se basear em uma análise cuidadosa das particularidades do sistema tributário brasileiro. Esta tarefa exige o estudo detalhado deste sistema, inclusive no tocante às questões de regulamentação. Deve-se, assim, proceder à compatibilização das informações publicadas na tabela da matriz de insumo-produto com informações complementares nos anuários fiscais, em estudos existentes ou em qualquer outra fonte disponível. Como os setores definidos na matriz de insumo-produto estão sujeitos a um grande número de alíquotas diferentes, é preciso, a partir das informações disponíveis, então, calcular alíquotas médias ou um imposto representativo para cada um dos setores. No tocante às isenções, deve-se também explicitar o procedimento através do qual elas serão tratadas.

Recentemente, o Fundo Monetário Internacional, em um estudo sobre a reforma tributária, procedeu à uma avaliação da tributação indireta no Brasil. Este estudo contém informações detalhadas sobre o sistema de impostos indiretos e pode servir de base para o cálculo da matriz T.<sup>23</sup>

Por fim, resta incluir a estimação do vetor de alíquotas de imposto de renda - vetor  $\varphi$  - para completar as informações sobre o sistema tributário.

### 4.1.4. Estrutura do consumo e da distribuição de renda

A estimação da estrutura do consumo por classe de renda, tal como definida na matriz D, combina a estrutura setorial do consumo que aparece na matriz de insumo-produto com dados de pesquisas de orçamento familiar. Estas pesquisas fornecem informações detalhadas sobre o consumo por classe de renda e servem assim para ventilar o vetor de consumo da matriz de insumo-produto entre os grupos de consumidores. É necessário, porém, compatibilizar estes dois tipos de dados, já que eles são obtidos a partir de fontes e metodologias diferentes.

Para tal, é necessário realocar os grupos de despesa das pesquisas de orçamento de acordo com o sistema de classificação da matriz de insumo-produto de 1980. Como o vetor

---

<sup>23/</sup> FMI, Brasil: Uma Agenda para a Reforma Tributária, Relatório n° 8147-BR, volume II - Avaliação dos Impostos Indiretos no Brasil.

de consumo da matriz de insumo-produto está calculado a preços básicos<sup>24/</sup> - excluindo margem de comércio e impostos - e as pesquisas de orçamento familiar são estimadas a preços de mercado, é necessário colocar estas informações em uma base comum. Nesse caso, isto implica converter o vetor de consumo para preços de mercado. É preciso pois, incluir os impostos na estrutura de consumo setorial da matriz de insumo-produto e incorporar as margens comerciais. Atualmente esta tarefa é bastante simplificada pelo fato de a matriz de 1980 apresentar separadamente tabelas para a margem de distribuição e para os impostos líquidos.<sup>25/</sup>

Uma vez gerado o vetor de consumo da matriz a preços de mercado, pode-se obter facilmente a matriz de consumo por classe de renda utilizando-se os coeficientes da matriz D, - proporções da renda do consumidor j gasta com a aquisição do bem i - calculados a partir das pesquisas de orçamento.

Resta agora computar o vetor das parcelas da renda nacional recebidas pelos diferentes tipos de consumidores, S. Isto requer informações sobre a distribuição de renda entre os grupos de consumidores. Estes dados podem ser obtidos usando-se as informações da própria pesquisa de orçamento familiar conjugados com informações de outros estudos sobre a repartição da renda. Por exemplo, pode-se ajustar esta estrutura de distribuição da renda utilizando-se estimações para a curva de Lorenz que pode ser encontrada na extensa literatura sobre distribuição de renda no Brasil.<sup>26/</sup>

#### 4.1.5. Agregados das contas nacionais

A implementação do modelo requer informações sobre os principais componentes da despesa nacional - consumo, gastos públicos, despesas de investimentos, exportações e importações de bens e serviços - desagregados por setores econômicos. Esta tarefa é bastante simplificada, pelo fato de a matriz de insumo-produto ser integrada com o sistema de Contas Nacionais. Estes dados podem ser facilmente obtidos na matriz de insumo produto, tabelas 2 e 3, que mostram a demanda doméstica e as importações.<sup>27/</sup> Finalmente, a implementação do modelo requer informações sobre a produção setorial ( $X_i$ ), que também podem ser obtidas diretamente da matriz de insumo produto (tabela 2).

#### 4.1.6. Calibração do modelo

Uma vez organizada a informação acima discutida, pode-se, então, calibrar o modelo para o ano de referência utilizado. Para tal, vamos estimar o modelo nas duas

---

24/ A matriz de insumo produto fornece informações a preços básicos, isto é, não incluem impostos sobre as transações finais e a margem comercial.

25/ Ver IBGE (1989), op. cit. tabelas 4 e 5. Note-se que, para o nível de agregação equivalente àquele das contas nacionais (nível 50), o IBGE já publica a matriz de demanda final - incluindo o consumo das famílias - a preços de consumidor.

26/ Ver nota 3.

27/ IBGE(1989), op. cit...

situações consideradas: a) quando o imposto é um imposto sobre transações e b) quando se trata de um imposto sobre o valor agregado.

No primeiro caso, a informação apresentada permite estimar as variáveis endógenas -  $y$ ,  $P$ ,  $X$  e  $Q$ . O vetor de preços,  $P$  pode ser facilmente calculado através da equação (7) usando as matrizes  $A$  e  $T$  e o vetor  $V$ . O valor de  $y$  - a despesa nacional - pode ser obtido nas contas nacionais. Inserindo-se este valor na equação (8), determina-se o vetor de consumo  $Q$ .

No segundo caso - quando usamos um imposto sobre o valor agregado - para encontrar os novos valores de equilíbrio para as variáveis endógenas deve-se recalculer o vetor de preços  $P$ , através da equação (15). Em seguida, modifica-se a matriz de alíquotas  $T$  que deverá conter agora as novas alíquotas referentes ao IVA. Por fim, ajusta-se os valores para as variáveis exógenas de modo a eliminar os imposto sobre transações. Feito estes ajustamentos, resolve-se o modelo usando-se as equações (8) a (11), (15) e (16).

Resta, agora, para calcular a incidência fiscal associada a esta substituição de impostos. Para tal, devemos computar as variações da renda real dos grupos de consumidores. Isto pode ser feito, calculando-se o índice de Fisher, através da equação (17) e usando este índice para deflacionar a renda nominal gerada pelo modelo nos dois casos considerados (equação (18)) obtendo-se assim a incidência fiscal associada à substituição de impostos.

## 5. COMENTÁRIOS FINAIS

A metodologia proposta permite avaliar quantitativamente os impactos associados à modificações na estrutura tributária. Esta abordagem é particularmente apropriada para analisar os efeitos distributivos - incidência fiscal - associados à substituição entre diferentes tipos de imposto. O modelo proposto pode facilmente mensurar a incidência fiscal - variação percentual na renda real de cada grupo de consumidores - porque ele gera preços e quantidades para cada grupo de renda sob cada um dos impostos considerados. Ademais, o modelo proposto permite calcular as alíquotas efetivas e a arrecadação do governo associada à diferentes estruturas de impostos.

Adicionalmente, a metodologia proposta tem a vantagem de ser facilmente operacionalizada. Trata-se de um modelo linear cuja resolução pode se fazer através de técnicas de otimização linear incorporadas em muitos dos *softwares* atualmente disponíveis. Sua implementação foi amplamente discutida. Uma vez implementado, ele pode facilmente utilizado por diferentes categorias de usuários.

Por fim, vale salientar que o modelo proposto pode ser modificado para incluir vários aspectos que poderão contribuir para um estudo mais completo das questões de incidência fiscal no Brasil. Assim, por exemplo, é possível desagregar o valor adicionado para permitir a incorporação de outros fatores de produção primários. O tipo de

desagregação mais comumente usado inclui especificações separadas para o capital e o trabalho. Isto permitiria um tratamento mais adequado do imposto de renda que passaria a ser diferenciado entre pessoas físicas e pessoas jurídicas. Além disso, poderíamos desagregar a matriz T especificando separadamente matrizes para cada um dos componentes da despesa. Este procedimento permitiria estudar com mais detalhe a incidência dos diferentes tipos de imposto. Finalmente, o modelo apresentado pode ser regionalizado para considerar os efeitos da incidência sobre as macros regiões brasileiras - Norte/Nordeste e Centro/Sul.

## ANEXO I EXEMPLO DE REFERÊNCIA

No que se segue, apresentaremos um exemplo simples para ilustrar a metodologia proposta. Para facilitar a resolução, adotaremos as seguintes hipóteses: (i) considera-se unicamente impostos indiretos; (ii) supõe-se que a propensão marginal e média,  $c$ , é constante e igual para todos os grupos de consumidores. Então, quando o imposto considerado incide sobre transações, o modelo apresentado pode se rescrever como:

$$(A-1) \quad P' = P' (I + T) A + P_v V'$$

onde todas as variáveis já foram previamente definidas. O consumo das famílias é dado por:

$$(A-2) \quad R (I + T) Q = DS_{cy}$$

Como a receita total é igual a despesa total, podemos substituir as equações (9) e (10) do modelo pela equação de despesa nacional expressa pela equação abaixo:

$$(A-3) \quad y = P' (I + T)(Q + G + I + E - M)$$

Temos, então, um modelo em três equações - (A-1) a (A-3) - e três variáveis -  $P$ ,  $Q$  e  $y$ . O vetor  $P$  é dado pela equação (A-1); substituindo este resultado nas equações (A-2) e (A-3) podemos resolver estas duas equações para  $Q$  e  $y$ . Primeiro, eliminamos  $Q$  na equação (A-3) usando (A-2) e resolvendo então a equação (A-3) para  $y$ . Isto nos dá o seguinte sistema:

$$(A-4) \quad P' = V'[I - (I + T)A]^{-1}$$

$$(A-5) \quad Q = c/(1-c)[(I + T)^{-1} R^{-1} DSP'(I + T)(G + I + E - M)]$$

$$(A-6) \quad y = 1/(1-c)[P'(I + T)(G + I + E - M)]$$

Podemos, agora, calcular o valor de  $P$ ,  $Q$  e  $y$  através de inversões matriciais simples. No caso em que o imposto incide apenas sobre o valor agregado, a equação (A-4) torna-se, então:

$$(A-7) \quad P' = V'[I - A]^{-1}$$

Agora, os preços são determinados unicamente pela matriz inversa de Leontief; a solução para  $Q$ ,  $P$  e  $y$  é dada pelas equações (A-5) a (A-7).

Vamos, agora, aplicar o modelo para uma economia hipotética. Esta economia caracteriza-se pela existência de dois setores e dois tipos de consumidores. Nela, a matriz

dos coeficientes técnicos, A e a matriz diagonal de alíquotas de imposto são dadas por:

$$A = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 \\ 0.2 & 0.25 \end{bmatrix} \quad T = \begin{bmatrix} 0.05 & 0 \\ 0 & 0.10 \end{bmatrix}$$

Utilizando a equação (21), podemos calcular os coeficientes líquidos de valor agregado. O vetor V é, então:

$$V = \begin{bmatrix} 0.57 \\ 0.725 \end{bmatrix}$$

A estrutura da demanda final - a preços de mercado - é dada pela seguinte matriz:

$$D = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.45 \\ 0.2 & 0.55 \end{bmatrix}$$

A distribuição da renda entre os dois tipos de consumidores (vetor S) é dada por:

$$S = \begin{bmatrix} 0.27273 \\ 0.72727 \end{bmatrix}$$

Finalmente, os dados da contabilidade nacional combinados com as informações provenientes da matriz de insumo produto permitem desagregar os componentes da despesa nacional por setores. Para simplificar, vamos considerar apenas dois componentes: consumo (Q) e outras despesas (E) - que incluem investimentos, despesa do governo e exportações líquidas. A tabela (A-1) mostra estes valores hipotéticos para nossa economia:

Tabela A-1  
Despesa Nacional por Categoria de Despesa e Setor de Atividades

Setores	Despesa Nacional		
	Consumo	Outras Despesas	Total - Despesa Nacional - y -
Setor 1	600	200	800
Setor 2	500	500	1000
Total	1100	700	1800

Dispomos, agora, de todas as informações necessárias à implementação do modelo. Em primeiro lugar, vamos resolver o modelo para o caso em que o imposto incide sobre transações (imposto em cascata - *turnover tax*); esta situação será considerada o caso base.

Os resultados foram obtidos usando-se o *Software EXCEL*.<sup>28/</sup> Os resultados são apresentados na tabela (A-2).

Tabela A-2  
Preços, Consumo e Renda por Setores a Custo de Fatores e a Preços de Mercado:  
Modelo com Imposto sobre Transações

Setores	Preços		Consumo		Renda	
	Básicos	Mercado	Básicos	Mercado	Básicos	Mercado
Setor 1	1,0	1,05	571,43	600,01	761,91	800,01
Setor 2	1,0	1,10	454,54	499,99	909,09	999,99
Total	-	-	1025,29	1100,00	1671,00	1800,00

Observe-se que o modelo foi calibrado de modo a reproduzir os valores observados para os agregados da contabilidade nacional (tabela A-1).

Passaremos agora à resolução do modelo para o caso em que o imposto incide sobre o valor agregado. Para encontrar o novos valores de equilíbrio para as variáveis endógenas - P, Q e y - eliminaremos o imposto sobre transações no modelo acima referido: isto implica recalcular os preços produtores, substituir a matriz T que contém as alíquotas de imposto e eliminar o imposto de transação sobre a variável exógena, E. A matriz T e o novo vetor da variável exógena, E tornam-se, então:

$$T = \begin{bmatrix} 0,10 & 0 \\ 0 & 0,20 \end{bmatrix} \quad E = \begin{bmatrix} 190,48 \\ 454,45 \end{bmatrix}$$

Feitos estes ajustamentos, podemos utilizar as equações (A-2), (A-3) e (A-7) para recomputar o modelo. Os resultados estão expostos na tabela (A-3):

---

<sup>28/</sup> Pode-se, também, utilizar qualquer planilha equivalente (como o Quatro Pro, por exemplo), bastando para isto que estas planilhas permitam efetuar operações básicas com matrizes. Ademais, este tipo de planilha pode inclusive ser usada para resolver o modelo completo descrito na seção 3: no Excel, por exemplo, a função *solver* pode ser usada para resolver o modelo completo.

Tabela A-3  
Preços, Consumo e Renda por Setores a Custo de Fatores e a Preços de Mercado:  
Modelo com Imposto sobre o Valor Agregado

Setores	Preços		Consumo		Renda	
	Básicos	Mercado	Básicos	Mercado	Básicos	Mercado
Setor 1	1,00	1,0496	593,86	623,31	784,35	823,23
Setor 2	1,00	1,1600	447,78	519,42	902,32	1046,70
Setor 3	-	-	1025,29	1142,73	1686,67	1869,93

Podemos passar agora ao cálculo da incidência associada a esta substituição de impostos. Isto pode ser feito através da comparação da renda real auferida pelos diferentes grupos de renda, nas duas situações. Para tal, devemos calcular inicialmente o índice de Fisher que servirá como deflator para a renda nominal gerada no modelo. Este cálculo requer a estimação do consumo - em quantidade - nos dois casos considerados. Os valores para esta variável, por setor e por grupo de renda, estão expostos na tabela abaixo:

Tabela A-4  
Consumo por Setor de Atividades e por Grupo de Renda - Quantidade

Setores	Consumo Setorial por Grupo de de Renda					
	Grupo 1		Grupo 2		Consumo Total	
	A	B	A	B	A	B
Setor 1	228,57	237,55	342,86	356,32	571,43	593,87
Setor 2	54,55	53,73	399,99	394,04	454,55	447,77
Total	283,12	291,28	742,85	750,36	1025,97	1034,13

A: imposto sobre transações; B: IVA

Utilizando os resultados da tabela (A-4) conjugados com os preços gerados nas tabelas (A-2) e (A-3) podemos calcular o índice de Fisher, para os dois tipos de consumidores, usando a equação (7). Finalmente, utilizando a equação (8), podemos calcular as variações da renda real - a incidência - associadas à substituição de um imposto sobre transações sobre um imposto sobre o valor agregado. Estes resultados estão expostos na tabela (A-5):

Tabela A-5  
Índices de Fisher e Variações na Renda Real por grupo de renda

Grupo de Renda	Índice de Fisher	Variação da Renda Real - % -
Grupo 1	1,0136	2,82
Grupo 2	1,0291	0,91

Vê-se, então, que a substituição de um imposto sobre transações de 5% e 10% respectivamente sobre os setores 1 e 2 por um imposto sobre o valor agregado de 10% e 20% sobre os mesmos setores se traduz em um aumento da renda real na economia. Observe-se que o consumidor do grupo 1 obteve aumento maior de renda real. Nesta economia hipotética, isto implica uma redução da disparidades de renda. Este resultado não é surpreendente quando se observa a matriz dos coeficientes tecnológicos, A e a matriz D para esta economia hipotética. O consumidor do tipo 2 gasta uma maior parte do seu orçamento com o bem 2. Ora, este setor caracteriza-se por uma estrutura de custos na qual o valor agregado tem uma clara predominância o que faz com este setor seja relativamente mais penalizado pela introdução do IVA.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron, H. (1968) The Differential Price Effect of a Value Added Tax. National Tax Journal 21:162-175.
- Auerbach, A. L., and Kotlikoff, L. (1987) Dynamic Fiscal Policy. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ahmad, E. and Stern, N. (1987) "Alternative Source of Government Revenues: Illustrations from India. 1979-1980." In Newbery, D. and Stern, N. eds., The Theory of Taxation in Developing Countries. Oxford University Press.
- Andic, F. (1977) Poverty and Tax Incidence in West Malaysia. Public Finance 5:329-350.
- Ballard, C. L. and Gouder, L. (1985) Consumption Taxes, Foresight, and Welfare: A Computational General Equilibrium Analysis. In Pigott, J. and Whalley, J. eds., New Developments in Applied General Equilibrium Analysis. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ballard, C.L., Fullerton, J., Shoven, J. B. and J. Whalley (1985) A General Equilibrium Model for Tax Policy Evaluation. Chicago: University of Chicago Press.

- Bird, R. and de Wulf, L. H. (1978) Taxation and Income Distribution in Latin America: A Critical Review of Empirical Studies. International Monetary Fund Staff Papers: 639-682.
- Break, G. F (1974) The Incidence and Economics Effects of Taxation. In National Committee of Public Finance ed., The Economics of Public Finance. Washington: The Bookings Institution.
- Broke, A., Kendrick, D. and Meeraus, A. (1988) Gams: a User's Guide. The Scientific Press, USA.
- Camargo, J. M. e Giambiagi, F. eds., (1991) Distribuição de Renda no Brasil. Paz e Terra: Rio de Janeiro.
- Debreu, G. and Herstein, I.N. (1953) Non-Negative Square Matrix. Econométrica, 21.
- Devarajan, S., Fullerton, D. and Musgrave, R. (1978) Estimating the Distribution of Tax-Burdens: A Comparison of Different Approaches. Discussion Paper n° 640: Harvard Institute of Economic Research, Harvard University.
- Fundo Monetário Internacional (1991) Avaliação dos Impostos Indiretos no Brasil. In Brasil: Uma Agenda para Reforma Tributária, relatório n° 8147-Br, volume II.
- Haberger, A.C. (1964) Taxation, Resource Allocation and Welfare: The Role of Direct and Indirect Taxes in the Federal Revenue System. Princeton University Press, Princeton.
- Hatta, T. (1986) "Welfare Effects of Changing Commodity Tax Rates Toward Uniformity." Journal of Public Economics 29:99-112.
- IBGE (1989) Matriz de Insumo-Produto para o Brasil - 1980. Séries Relatórios Metodológicos, (7). IBGE. Rio de Janeiro.
- Langoni, C.G. (1973) Distribuição de Renda e Desenvolvimento Econômico no Brasil. Ed. Expressão e Cultura: Rio de Janeiro.
- Mackenzie, G. A. (1991) Estimating the Base of the Value Added Tax in Developing Countries: The Problem of Exemptions. IMF Working Papers 91/21, International Monetary Fund.
- Mieszkowski, P. M. (1969) Tax Incidence Theory: The Effects of Taxes on the Distribution of Income Journal of Economic Literature, 7:1103-1124.

- Musgrave, R. A (1959) The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy. McGraw-Hill.
- Oliveira, J. T. (1976) Tax on Industrialized Products: A Case Study of Value-Added Taxation. Ph.D. Dissertation, Purdue University, Ann Arbor, Michigan.
- Peachman, J. and Okner, B. A. (1974) Who Bears the Tax Burden? Studies of Government Finance. Washington: Brookings Institution.
- Ramos, L. (1993) A Distribuição de Rendimentos no Brasil: 1976/85. IPEA/INPES, Rio de Janeiro.
- Sahota, G. S. (1971) The Distribution of Tax Burden among Different Education Classes in Brazil: Economic Development and Cultural Change, 19:438-460.
- De Sousa, M.C.S. (1995) Revenue Neutral Tax Reform in Brazil. Area Studies, 6:3-28.
- \_\_\_\_\_ (1993) Reforma Tarifária no Brasil: Uma Abordagem de *Second Best*. Revista Brasileira de Economia 47:3-31.
- Sanson, J.R. (1980) Incidence of the Substitution of a Value Added Tax: The case of Brazil. Ph.D. Dissertation, Vanderbilt University. Nashville, EUA.
- Samuelson, P.A. and Swamy, P. (1974) Invariant Economic Index Numbers and Canonical Duality: A Surv