



IMPACTOS DE POLÍTICAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO  
EFEITO ESTUFA SOBRE A DESIGUALDADE DE RENDA NO BRASIL

Carolina Grottera

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Planejamento Energético.

Orientadores: Amaro Olimpio Pereira Jr.  
Emilio Lèbre La Rovere

Rio de Janeiro  
Março de 2013

IMPACTOS DE POLÍTICAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO  
ESTUFA SOBRE A DESIGUALDADE DE RENDA NO BRASIL

Carolina Grottera

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

---

Prof. Amaro Olímpio Pereira Jr., D.Sc.

---

Prof. Emílio Lèbre La Rovere, D.Sc.

---

Dr. Roberto Luis Olinto Ramos, D.Sc.

---

Dra. Carolina Burle Schmidt Dubeux. D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
MARÇO DE 2013

Grottera, Carolina

Impactos de políticas de redução de emissões de gases do efeito estufa sobre a desigualdade de renda no Brasil/ Carolina Grottera – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XIV, 135 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Amaro Olimpio Pereira Jr.

Emilio Lèbre La Rovere

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2013.

Referencias Bibliográficas: p. 106-120.

1. Redução de emissões de gases do efeito estufa. 2. Desigualdade de renda. 3. Matriz de Contabilidade Social. I. Pereira Jr, Amaro Olimpio *et al* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

Dedicado a meu pai Flavio Caetano Grottera.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Amaro Olímpio Pereira Jr, sem o qual nenhuma linha desta dissertação seria possível, pela atenciosa orientação, pelo apoio e pela disponibilidade. Em muito agradeço também ao professor Emilio La Rovere, pela orientação e colaboração igualmente fundamental para esta dissertação.

Agradeço àqueles que aceitaram o convite para participar da minha banca: ao Roberto Olinto, que contribuiu imensamente durante a elaboração desta dissertação e à Carolina Dubeux, que me apoiou em minhas decisões antes mesmo do meu ingresso no PPE.

Agradeço ao IBGE pelas valiosas informações que me foram cedidas e a todos os professores do Programa de Planejamento Energético, em especial André Lucena, coordenador acadêmico do curso de mestrado, pelas contribuições.

Agradeço a todos os colegas do PPE e do LIMA por suas contribuições para esta dissertação: William Wills, Julien Lefrève, Luan Santos, Victoria Santos, Renzo Solari. Agradeço também a todos os colegas de turma do PPE, em especial Ana Carsalade, pelos muitos anos de amizade e apoio mútuo e pelas incontáveis caronas para o Fundão.

Não poderia deixar de agradecer a todos os funcionários e sua disposição: Sandrinha, Paulo, Queila, Fernando e Beatriz, do PPE, e Carmen e Elza, do LIMA.

Por fim, agradeço a toda minha família, em especial minha mãe Patricia pela compreensão e pelo apoio e a meu pai, Flavio, por tudo que me ensinou em vida, pelo exemplo e por ter despertado desde cedo em mim o interesse pelas questões sociais e ambientais.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

IMPACTOS DE POLÍTICAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA SOBRE A DESIGUALDADE DE RENDA NO BRASIL

Carolina Grottera

Março/2013

Orientadores: Amaro Olimpio Pereira Jr.

Emilio Lèbre La Rovere

Programa: Planejamento Energético

O estabelecimento de uma cobrança sobre emissões de gases causadores do efeito estufa possibilita que os agentes deparem-se com os reais custos inerentes às atividades econômicas. Na ausência da cobrança, estas atividades geram externalidades negativas, uma falha de mercado que impõe custos sobre outros indivíduos, incluindo gerações futuras. Países em desenvolvimento têm contribuído cada vez mais com as mudanças climáticas e políticas de mitigação de emissões são necessárias também nestas economias. No entanto, uma das prioridades de suas agendas políticas diz respeito à diminuição da concentração de renda e à erradicação da pobreza. Políticas climáticas devem ser implementadas portanto sem se sobrepôr a estes objetivos sociais. O presente estudo utiliza uma matriz de contabilidade social para o Brasil em 2005 para analisar o impacto sobre a distribuição de renda no Brasil da implementação de um valor cobrado sobre a tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida. Os resultados diferem tanto em função do nível de taxa estabelecido quanto em função da forma como a receita arrecadada com a medida é reinserida na economia. São simuladas duas opções: transferência direta para as famílias de baixa renda e desoneração de impostos trabalhistas. De forma complementar, são analisados os impactos sobre o PIB, os níveis de emprego e as emissões de GEE.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

IMPACTS OF GREENHOUSE EMISSIONS REDUCTION POLICIES ON INCOME  
INEQUALITY IN BRAZIL

Carolina Grottera

March/2013

Advisors: Amaro Olimpio Pereira Jr.

Emilio Lèbre La Rovere

Department: Energy Planning

Establishing a levy on greenhouse gas emissions enables agents to face the real costs that are inherent to economic activity. In the absence of charge, these activities generate a negative externality, a market failure that imposes costs on other individuals, including those of future generations. Developing countries have increasingly contributed to climate change and mitigation actions are needed in these economies as well. Nonetheless, reducing income concentration and alleviating poverty are priority goals in their political agendas. Climate policies must therefore be implemented without compromising these social goals. This study uses a Social Accounting Matrix (SAM) for the Brazilian economy in 2005 in order to analyze the impact that imposing a price on GHG emissions has on income distribution. Results differ according to the price set for the ton of CO<sub>2</sub>e emitted as well as to how the revenue generated by this measure is recycled into the economy. Two options are simulated: a lump sum transfer to low-income families and exemption from labor taxes. The impact on GDP, employment and GHG emissions are also analyzed.

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Contextualização do tema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Emissões de GEE e desigualdade de renda no Brasil .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Objetivo do trabalho.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Instrumentos de política ambiental.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Externalidades e o nível ótimo de poluição.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Custo Marginal de Controle .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Custo Marginal de Abatimento .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Instrumentos de política ambiental.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1 Instrumentos de comando-e-controle .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.2 Instrumentos econômicos .....</b>	<b>17</b>
2.4.2.1.1 Taxas versus padrões .....	20
<b>2.4.2.2 Sistemas <i>cap-and-trade</i> ou certificados negociáveis de poluição .....</b>	<b>22</b>
2.4.2.2.1 Vantagens dos certificados negociáveis de poluição .....	23
<b>2.5 Instrumentos econômicos de mitigação de emissões de GEE .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.1 Mercados de carbono .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.2 Taxas de carbono .....</b>	<b>28</b>
2.5.2.1 Regressividade das taxas de carbono e a questão distributiva .....	30
2.5.2.2 O dividendo duplo .....	33
<b>2.5.3 A hipótese de equivalência entre taxas de carbono e sistemas <i>cap-and-trade</i> .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.4 Taxas de carbono e seus efeitos distributivos em países em desenvolvimento.....</b>	<b>36</b>
<b>3. Fundamentos de Matriz Insumo-Produto, Matriz Insumo-Produto Ambiental e Matriz de Contabilidade Social .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Matriz Insumo-Produto .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.1 O modelo de insumo-produto.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.1.1 Multiplicadores na análise insumo-produto .....</b>	<b>43</b>
3.1.1.1.1 Matriz de insumo-produto fechada.....	43
3.1.1.1.2 Multiplicadores de produto.....	45
3.1.1.1.3 Multiplicadores de renda e emprego .....	46
3.1.1.1.4 Multiplicadores do tipo I e II.....	47
<b>3.1.2 A construção da Matriz Insumo-Produto para o Brasil no ano de 2005.....</b>	<b>48</b>
3.1.2.1 Fontes de dados .....	49
3.1.2.2 Agregação dos setores da Matriz Insumo-Produto .....	51
<b>3.1.3 Relações contábeis das MIP e cálculo do coeficientes técnicos .....</b>	<b>53</b>



<b>3.2 Matriz Insumo-Produto Ambiental .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.1 Matriz Insumo-Produto Ambiental para o Brasil em 2005.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Matriz de Contabilidade Social (SAM).....</b>	<b>59</b>
<b>3.3.1 Multiplicadores da Matriz de Contabilidade Social .....</b>	<b>63</b>
<b>3.3.1.1 Decomposição dos multiplicadores da matriz de contabilidade social.....</b>	<b>65</b>
<b>3.3.2 A construção da Matriz de Contabilidade Social de 2005 .....</b>	<b>68</b>
<b>3.3.2.1 Ajustes complementares .....</b>	<b>71</b>
<b>3.3.2.2 A desagregação das famílias por classes de rendimento .....</b>	<b>73</b>
3.3.2.2.1 Desagregação dos dispêndios do setor das famílias na SAM.....	75
3.3.2.2.2 Desagregação dos rendimentos do setor das famílias na SAM.....	78
3.3.2.2.3 Desagregação da poupança do setor das famílias na SAM .....	78
<b>4. Simulações, Resultados e Discussão .....</b>	<b>80</b>
<b>4.1 Análise das emissões totais de gases do efeito estufa nas atividades econômicas .....</b>	<b>80</b>
As emissões totais de GEE dos setores produtivos da economia brasileira são compostas pelos requisitos diretos e indiretos de carbono das mesmas, que são calculados a partir da matriz insumo-produto tal qual descrito na seção 3.2.1 .....	80
<b>4.2 Simulações .....</b>	<b>84</b>
<b>4.2.1 O modelo de multiplicadores da SAM para o Brasil em 2005 .....</b>	<b>84</b>
<b>4.2.2 Simulação da imposição da taxa de carbono no modelo.....</b>	<b>87</b>
4.2.2.1 Impacto da taxa de carbono sobre o Valor Adicionado (PIB) .....	89
4.2.2.2 Impacto da taxa de carbono sobre o nível de emprego na economia .....	89
4.2.2.3 Impacto da taxa de carbono sobre o nível de emissões de GEE na economia.....	90
4.2.2.4 Impacto da taxa de carbono sobre a desigualdade de renda da economia .....	90
4.2.2.4.1 Medidas de desigualdade de renda: a curva de Lorenz e o coeficiente de Gini.....	90
<b>4.2.3 A reciclagem da receita arrecadada com a taxa de carbono .....</b>	<b>92</b>
<b>4.3 Resultados e Discussão .....</b>	<b>93</b>
<b>4.3.1 Valor da taxa de carbono a R\$25.....</b>	<b>94</b>
<b>4.3.2 Valor da taxa de carbono a R\$50.....</b>	<b>96</b>
<b>4.4 Opções de redução de emissões de GEE a baixo custo .....</b>	<b>98</b>
<b>5. Conclusões e recomendações futuras .....</b>	<b>101</b>
<b>5.1 Principais conclusões .....</b>	<b>101</b>
<b>5.2 Limitações do estudo .....</b>	<b>103</b>
<b>5.3 Desenvolvimentos futuros .....</b>	<b>104</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo I - Agregação dos setores das Contas Nacionais nos setores utilizados na SAM</b>	<b>121</b>

<b>Anexo II - Tabela 2309 da POF 2002-2003 - Despesa monetária e não monetária média mensal familiar - valor e distribuição - por classes de rendimento monetário e não monetário mensal familiar e tipos de despesa .....</b>	<b>124</b>
<b>Anexo III - Tabela 418 da POF 2002-2003 - Aquisição (monetária) alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual por grupos e subgrupos de produtos e classes de recebimento mensal familiar.....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo IV - Tabela 2315 da POF 2002-2003 - Rendimento monetário e não monetário médio mensal familiar - valor e distribuição - por classes de rendimento monetário e não monetário mensal familiar e origem dos rendimentos .....</b>	<b>128</b>
<b>Anexo V - Transferências correntes diversas recebidas e pagas pela administração pública em 2008.....</b>	<b>129</b>
<b>Anexo VI - Matriz insumo-produto para o Brasil em 2005 incrementada com o total de emissões de gases de efeito estufa por setor produtivo .....</b>	<b>130</b>
<b>Anexo VII - Matriz de Contabilidade Social para o Brasil em 2005.....</b>	<b>131</b>
<b>Anexo VIII - Matriz de coeficientes técnicos da SAM para o Brasil em 2005 .....</b>	<b>132</b>
<b>Anexo IX - Matriz de Leontief da SAM para o Brasil em 2005 .....</b>	<b>133</b>
<b>Anexo X - Curvas de Lorenz.....</b>	<b>134</b>
<b>Anexo X.1 - Curva de Lorenz para taxa de carbono a R\$25/tCO<sub>2</sub>e.....</b>	<b>134</b>
<b>Anexo X.2 - Curva de Lorenz para taxa de carbono a R\$50/tCO<sub>2</sub>e.....</b>	<b>135</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Distribuição dos países no mundo segundo a renda <i>per capita</i> e a renda média dos 20% mais pobres.....	5
<b>Figura 2</b> - O nível ótimo de poluição.....	12
<b>Figura 3</b> - Curva de Custo Marginal de Controle (CMC).....	13
<b>Figura 4</b> - Curva de custo marginal de abatimento (CMA).....	14
<b>Figura 5</b> - Estabelecimento de padrões ambientais.....	16
<b>Figura 6</b> - Alocação eficiente de recursos através das taxas pigouvianas.....	20
<b>Figura 7</b> - Comparação entre padrões de poluição e taxas pigouvianas.....	21
<b>Figura 8</b> - Alocação eficiente de recursos através de sistemas <i>cap-and-trade</i> .....	23
<b>Figura 9</b> - Minimização de custos totais nos sistemas <i>cap-and-trade</i> .....	24
<b>Figura 10</b> - Custos de ajustamento nos sistemas <i>cap-and-trade</i> .....	25
<b>Figura 11</b> – Componentes das tabelas de Usos e Recursos.....	49
<b>Figura 12</b> – A matriz insumo-produto ambiental para o Brasil em 2005.....	58
<b>Figura 13</b> - Fluxo circular de renda da economia representado em uma SAM.....	61
<b>Figura 14</b> – Fluxo circular de renda da economia representado esquematicamente.....	62
<b>Figura 15</b> – Matriz de Contabilidade Social estilizada para o Brasil em 2005.....	71
<b>Figura 16</b> – Requisitos diretos e indiretos de emissões de carbono por setor de atividade.....	81
<b>Figura 17</b> – Intensidade de carbono (em Mt CO <sub>2</sub> e) por setor de atividade.....	83
<b>Figura 18</b> - Contas endógenas e exógenas na SAM construída para o Brasil em 2005....	85
Figura 19 - Curva de Lorenz.....	91
<b>Figura 20</b> - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$25.....	95
<b>Figura 21</b> - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$50.....	97
<b>Figura 22</b> - Curvas MAC para a economia brasileira – custos abaixo de US\$ 50/tCO <sub>2</sub> e. 99	

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Gases do Efeito Estufa e valores de referência para o potencial de aquecimento global (GWP) para um horizonte de tempo de 100 anos .....	1
<b>Tabela 2</b> - Número de famílias pertencentes às classes de renda, por classe de renda, segundo a POF 2002-2003 .....	74
<b>Tabela 3</b> - Emissões de GEE estimadas para os setores produtivos da economia brasileira em 2005.....	81
<b>Tabela 4</b> - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$25 .....	94
<b>Tabela 5</b> - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$50 .....	96

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

- BMPL** – Benefício Marginal Privado Líquido
- BPC** - Benefício de Prestação Continuada
- CEI** - Contas Econômicas Integradas
- CMC** – Custo Marginal de Controle
- CCX** - Chicago Climate Exchange
- CGE** – Equilíbrio Geral Computável
- CH<sub>4</sub>** - Metano
- CMA** - Custo Marginal de Abatimento
- CME** - Custo Marginal Externo
- CMP** - Custo Marginal Privado
- CO<sub>2</sub>** - Dióxido de carbono
- CO<sub>2e</sub>** - Dióxido de carbono equivalente
- ERC** - Créditos de redução de emissões (do original em inglês '*Emissions Reduction Credits*')
- EU ETS** - *European Union Emission Trade Scheme* (Comércio de Emissões Europeu)
- GEE** - Gases do Efeito Estufa
- GWP** – Potencial de Aquecimento Global (do original em inglês 'Global Warming Potential')
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IC** - Implementação Conjunta ('*Joint Implementation*')
- ICMS** - Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
- IPCC** - Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (do original em inglês '*Intergovernmental Panel on Climate Change*')
- IPI** - Imposto sobre Produtos Industrializados
- MACC** - Curva de custo marginal de abatimento (do original em inglês '*Marginal abatement cost curves*')
- MDL** - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- MIP** - Matriz Insumo-Produto
- MMA** - Ministério do Meio Ambiente
- MME** - Ministério de Minas de Energia
- N<sub>2</sub>O** - Óxido nitroso
- OCDE** - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- Peti** – Programa de Erradicação do Trabalho Infantil
- PNMC** – Política Nacional sobre Mudança do Clima

**POF** - Pesquisa de Orçamentos Familiares

**SAM** - Matriz de Contabilidade Social (do original em inglês '*Social Accounting Matrix*')

**SM** - Salário Mínimo

**tCO<sub>2</sub>e** - Tonelada de Dióxido de Carbono equivalente

**TRU** - Tabela de Recursos e Usos

**UNFCCC** – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (do original em inglês '*United Nations Framework Convention on Climate Change*')

# 1. Introdução

## 1.1 Contextualização do tema

Há consenso de que as mudanças climáticas globais são um fenômeno real, causado pelo aumento da concentração de gases que retêm a radiação solar reemitida pela Terra na atmosfera. Quando acima dos níveis naturais, como se tem observado, esta concentração leva ao aquecimento da superfície terrestre, em um patamar acima do desejável no que diz respeito ao funcionamento dos ecossistemas.

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o principal, porém não o único gás causador do efeito estufa. A **Tabela 1** elenca os principais gases causadores do fenômeno, bem como seu potencial de aquecimento global (GWP), que consiste em uma medida que serve como base de comparação entre os gases causadores do efeito estufa e o dióxido de carbono no que tange a seus efeitos sobre a atmosfera terrestre<sup>1</sup>. Destacam-se o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) pelo seu alto grau de emissão e por conterem um GWP superior ao do CO<sub>2</sub> (UNFCCC, 2013a).

**Tabela 1** - Gases do Efeito Estufa e valores de referência para o potencial de aquecimento global (GWP) para um horizonte de tempo de 100 anos

Gás	<i>Global Warming Potential (GWP)</i>
Dióxido de Carbono	1
Metano	25
Óxido Nitroso	310
CFC12	8100
HCFC22	1500
HFC134a	420
Hexafluor de Enxofre	34

Fonte: Adaptado de UNFCCC (2013a)

---

<sup>1</sup> O GWP é utilizado para que emissões de gases do efeito estufa possam ser mensuradas em termos de 'dióxido de carbono equivalente' (CO<sub>2</sub>e).

O aumento da concentração destes gases é causado majoritariamente pelo uso antropogênico de combustíveis fósseis, por exemplo derivados de petróleo e carvão, e pela supressão e conversão de florestas em lavouras e pastos. Estima-se que as temperaturas globais médias aumentem de acordo com o nível de estabilização das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico. Para que os efeitos das mudanças climáticas não se façam extremos o suficiente a ponto de comprometer safras, infraestruturas e populações, o aumento na temperatura global média não deve ultrapassar o patamar de 2° C acima dos níveis pré-industriais. Atualmente, já se observa uma temperatura global média de 0.8° C acima destes níveis (IPCC, 2007a; IPCC, 2007b).

As tendências de crescimento das emissões de GEE apontam para um cenário futuro em que a estabilização de CO<sub>2</sub> na atmosfera se encontraria em níveis muito acima do considerado seguro, tornando ações de adaptação às mudanças climáticas necessárias em todas as regiões do mundo. No entanto, as possibilidades de mitigação são inúmeras, abrangendo todos os setores da economia, como energia, uso do solo, indústria, resíduos, entre outros (IPCC, 2007c).

De acordo com Stern (2007), as mudanças climáticas constituem a maior falha de mercado e a mais abrangente que se conhece. Isto decorre do fato de que seus impactos se fazem sentir de diversas formas e em diversos níveis, mas afetam a todos, independente da origem das emissões.

Nesse sentido, faz-se necessário reunir esforços de todas as nações para atuar conjuntamente no combate aos efeitos das mudanças climáticas, seja por meio da mitigação de emissões de GEE, adaptação, transferência de recursos ou de tecnologia. Para tanto, foi instaurada em 1992 a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e, em 1997, assinado o Protocolo de Kyoto. Esta iniciativa tornou, pela primeira vez, formal o compromisso de redução de emissões de GEE dos países desenvolvidos, pertencentes ao chamado Anexo I. O ano-base instituído foi 1990 e as nações deveriam, durante o período de 2008 a 2012, reduzir suas emissões em uma média de 5.2% com relação ao ano de referência contando com três mecanismos de flexibilização: Implementação Conjunta, Comércio Internacional de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (UNFCCC, 2013b). Entretanto, o sucesso de um tratado climático global para minimizar os efeitos das mudanças climáticas depende em muito da adesão dos maiores emissores de GEE. Os Estados Unidos e a China<sup>2</sup> não assumiram metas mandatórias de redução de emissões no Protocolo de Kyoto, assim como outros países em desenvolvimento que contribuem significativamente com o fenômeno, dentre eles o Brasil. As metas mandatórias eram aplicáveis apenas a países desenvolvidos em função do princípio de 'responsabilidades comuns porém diferenciadas', derivado do fato de que a concentração atual de GEE na atmosfera é resultado

---

<sup>2</sup> Em 2008 os EUA e a China foram responsáveis por cerca de 41% das emissões mundiais de GEE (IEA, 2012).



de atividades produtivas passadas, realizadas predominantemente por países desenvolvidos. Assim, por não terem contribuído com o fenômeno na mesma medida em que os países desenvolvidos e também por não terem capacidade de arcar com os custos associados aos esforços de mitigação, os países em desenvolvimento não têm obrigação legal de reduzir suas emissões de GEE. No entanto, alguns países como China, Índia e Brasil já contribuem significativamente para o fenômeno e a tendência é de agravamento, dados seus padrões de crescimento econômico e demográfico. Estes países têm sofrido pressões cada vez maiores para se comprometerem com esforços de reduções de emissões de GEE (TIMILSINA e SHRESTA, 2002; GONZÁLEZ, 2012).

A redução de emissões de GEE em países em desenvolvimento envolve algumas peculiaridades. O comprometimento da atividade econômica e da competitividade (ver ALDY e PIZER, 2009 e HEIL e SENDER, 2001) soma-se a questões referentes à redução da desigualdade de renda e a erradicação da pobreza, objetivos prioritários nas agendas políticas destes países. GONZÁLEZ (2012) ressalta que políticas ambientais podem gerar diferentes impactos sobre as classes de renda, o que merece ser tratado com especial atenção, já que as classes de renda mais baixas tendem a viver em condições de pobreza extrema.

A maioria dos países em desenvolvimento altamente poluidores apresenta média renda *per capita* e altos índices de concentração de renda. RAVAILLON e HEIL (2000) sugerem que o crescimento econômico ameniza o *trade-off* entre a redução de emissões e a redução da desigualdade social. Portanto, estes países teriam capacidade de reduzir seus índices de emissões em concomitância com o combate à desigualdade e à pobreza.

É incontestável o interesse dos países em desenvolvimento em mitigar emissões de GEE, pois estima-se que os piores efeitos das mudanças climáticas se farão sentir exatamente sobre as populações mais pobres, que são mais vulneráveis a eventos climáticos extremos e têm menor capacidade de adaptação. Ademais, muitos destes países dependem de atividades agrícolas, as quais estima-se que terão sua produtividade comprometida.

SHRESTHA e PRADHAN (2010) apontam outros cobenefícios existentes na redução de emissões de CO<sub>2</sub> em países em desenvolvimento, por exemplo a redução de poluentes locais do ar, como SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, a maior segurança energética e o incentivo ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia, como gás natural, biomassa e energia nuclear.

## 1.2 Emissões de GEE e desigualdade de renda no Brasil

No caso do Brasil, seria interessante conter os efeitos das mudanças climáticas por diversos motivos. Em cenários de aquecimento global mais extremos, as perdas do bioma Amazônia comprometeriam de forma irreversível sua biodiversidade. Ademais, estima-se que os efeitos mais severos recairão sobre as regiões Norte e Nordeste, justamente as mais carentes do país, contribuindo para o agravamento das disparidades sociais (MARGULIS, DUBEUX e MARCOVITCH, 2010).

Como o crescimento econômico requer maior atividade industrial e maiores níveis de consumo de energia, estima-se que as emissões advindas de atividades não relacionadas ao desmatamento representarão uma parcela mais significativa do total de emissões nos próximos anos. Ainda assim, os estudos recentes empreendidos acerca das possibilidades de mitigação para o Brasil indicam que haveria inúmeras alternativas de baixo custo ou até mesmo de custo negativo (MCKINSEY & COMPANY, 2009; DE GOUVELLO *et al*, 2010).

Em 2009, durante a 15<sup>a</sup> Conferência das Partes das Nações Unidas (COP-15), o Brasil anunciou compromissos voluntários de redução de suas emissões de GEE. A meta apresentada consistia na redução de 36.1% a 38.9% das emissões projetadas até 2020 e foi consolidada pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). A PNMC estabelece princípios, diretrizes e instrumentos para o atingimento das metas de redução de emissões independentemente de tratados internacionais sobre o tema. Para tal, utilizam-se planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo carbono (SEROA DA MOTTA, 2011).

Em 2010 foi assinado o decreto regulamentador da PNMC, que desagrega as projeções das emissões para 2020 por setores entre mudança do uso da terra (especialmente nos biomas Amazônia e Cerrado), energia, agropecuária, processos industriais e resíduos (SEROA DA MOTTA, 2011).

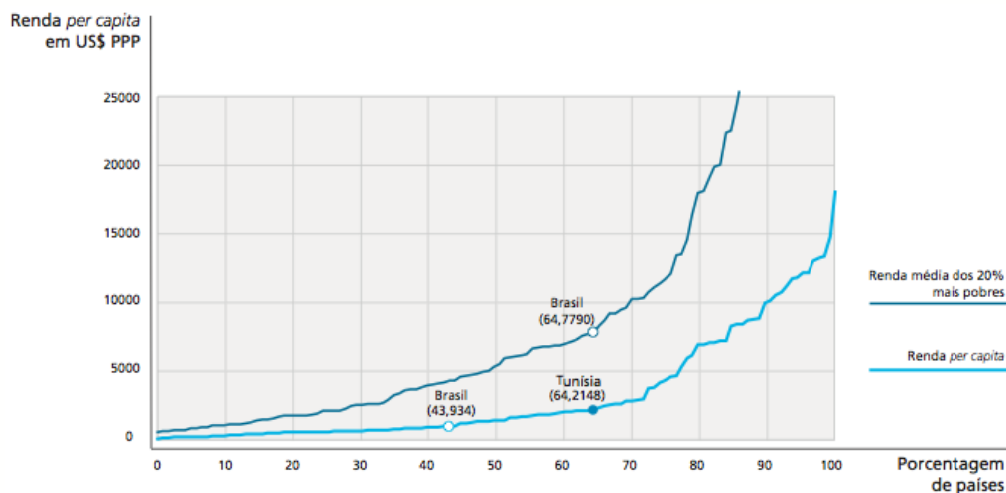
A maior parcela da redução das emissões de GEE se daria pelo combate ao desmatamento nos biomas Amazônia e Cerrado, cerca de 69%. Para a agropecuária, são propostas a recuperação de pastos, a integração lavoura-pecuária, o plantio direto e a fixação biológica de nitrogênio. No setor de energia, as medidas contemplam a maior eficiência energética, o incremento no uso de biocombustíveis, a expansão da oferta de energia por hidroelétricas e a inserção de fontes alternativas (Pequenas Centrais Hidroelétricas, bioeletricidade, energia eólica). São propostas ainda outras medidas para os setores industrial e de resíduos (MMA, 2008).

Os esforços de mitigação de emissões de GEE não devem, todavia, se sobrepôr aos objetivos de melhoria das condições de vida da população. O Brasil figura entre os países que apresentam elevados níveis de concentração de renda. Dentre 124 países para os quais há dados disponíveis acerca da desigualdade de renda, quase 95% apresentam níveis de concentração de renda menores do que o Brasil<sup>3</sup>. Em 2006, a fatia da renda total apropriada pela parcela 1% mais rica da população correspondia à mesma apropriada pelos 50% mais pobres. Além disso, os 10% mais ricos detinham mais de 40% da renda, enquanto os 40% mais pobres respondiam por menos de 10% da renda total (BARROS *et al*, 2006a).

A comparação entre os níveis de renda *per capita* e os níveis de renda média dos 20% mais pobres destes países é outro indicativo de que no Brasil as classes mais ricas concentram uma parcela muito significativa da renda: enquanto 64% dos países têm renda *per capita* inferior à brasileira, somente 43% têm renda *per capita* de seus 20% mais pobres menor que a brasileira, como ilustrado na Figura 1.

**Figura 1 - Distribuição**  
**20% mais pobres**

*per capita*



Fonte: BARROS *et al* (2006a)

Entretanto, o Brasil tem apresentado uma queda contínua e acelerada dos seus níveis de concentração de renda. Entre 2001 e 2004, a desigualdade de renda familiar *per capita* atingiu o

<sup>3</sup> Dados de 2006 (ver BARROS *et al*, 2006a).

menor nível observado desde a década de 1970, contribuindo inclusive para uma expressiva redução da pobreza e da extrema pobreza no país. O coeficiente de Gini, que é a medida de desigualdade de renda mais utilizada, diminuiu 4% no período, passando de 0.593 para 0.569, uma redução observada em menos de 25% dos países para os quais se tem dados na década de 1990. A renda média dos 10% mais pobres da população cresceu a uma taxa média de 7% a.a., enquanto a renda média do país diminuiu a uma taxa de 1% a.a.. Ademais, a renda média dos 20% mais pobres da população cresceu cerca de 20 pontos percentuais acima da observada para os 20% mais ricos. Estima-se que aproximadamente 5 milhões de pessoas tenham sido retiradas da condição de extrema pobreza. Para que isto ocorresse sem alteração dos níveis de distribuição de renda, seria necessário um crescimento econômico de 6% a.a.. (BARROS *et al*, 2006a). Os estudos acerca da recente queda na concentração de renda no Brasil sugerem que a mesma foi motivada por diversos determinantes, o que favorece sua continuidade.

A renda familiar pode advir de três origens: o trabalho, as transferências recebidas e o rendimento dos ativos, como aluguéis, juros e dividendos. Parte da desigualdade de renda entre famílias resulta do acesso desigual a essas três fontes, por exemplo, os rendimentos dos ativos beneficiam, de forma geral, apenas as famílias das classes de renda mais altas.

LANGONI (1973), que representa um dos primeiros trabalhos acerca da desigualdade de renda no Brasil, sugere que a mesma é determinada predominantemente pelos níveis de investimento em capital humano. Dessa forma, o aumento na desigualdade observado na década de 1960 teria ocorrido em função de uma maior demanda por mão-de-obra qualificada sem que houvesse um crescimento também na oferta.

De fato, as discrepâncias na renda do trabalho têm grande potencial para contribuir para a desigualdade de renda, especialmente em função da alta participação da renda do trabalho na renda total das famílias<sup>4</sup> e das diferenças de remuneração existentes entre trabalhadores em função de seu grau de qualificação (além de outros fatores, por exemplo discriminação racial). Entre 2001 e 2004, a diferença na remuneração do trabalho declinou de forma acentuada, contribuindo de forma significativa para a redução na desigualdade.

Entretanto, outro forte motivo para a queda na concentração de renda no país nas últimas décadas está relacionado a mudanças na distribuição da renda não derivada do trabalho e reside no papel das transferências do governo para as famílias. Observou-se um aumento da participação da renda não derivada do trabalho em quase 2 pontos percentuais, causado principalmente pelas transferências públicas (BARROS *et al*, 2006b).

---

<sup>4</sup> Aproximadamente 76% da renda das famílias tem origem no trabalho (Fonte: BARROS *et al*, 2006a).

O impacto das transferências sobre a desigualdade é determinado por três fatores (BARROS *et al*, 2006a): (a) a magnitude dos benefícios oferecidos; (b) o grau de cobertura; (c) o grau de concentração do atendimento nas classes de renda mais baixa.

As principais fontes de transferências do governo, que representam 90% das transferências totais, são as pensões e aposentadorias públicas, o Benefício de Prestação Continuada (BPC)<sup>5</sup> e os benefícios do Bolsa Família e outros programas similares (Peti, Bolsa-Escola, entre outros). Tanto o BPC quanto o Bolsa-Família não estão vinculados a contribuições prévias, diferentemente das aposentadorias.

Entre 2001 e 2004, houve aumento dos volumes dispendidos com todas estas modalidades. Junto com as pensões e aposentadorias, o BPC foi responsável por um aumento no gasto público de R\$10 bilhões. Já o Bolsa-Família teve seu volume dobrado de R\$2 bilhões para R\$4 bilhões.

No caso do Bolsa-Família, assim como no BPC, não houve aumento do valor repassado. A contribuição do programa para a queda da concentração de renda é função do aumento da cobertura, cerca de 10 pontos percentuais, além de focar nas classes mais desfavorecidas<sup>6</sup>. Em 2005, o número de beneficiários do programa chegava a 6,5 milhões, enquanto em 2001 eram apenas 2,6 milhões (BARROS *et al*, 2006b). Já no caso das aposentadorias e pensões, houve pouco aumento da cobertura, mas um aumento real significativo dos valores repassados, já que são indexadas ao salário mínimo, para o qual houve aumento real no período (BARROS *et al*, 2006a).

Apesar da recente queda na desigualdade de renda observada para os últimos anos no Brasil, o país ainda ostenta a posição de um dos mais desiguais do mundo. A diminuição da concentração de renda e a redução da pobreza são prioridades na agenda política brasileira, e

---

<sup>5</sup> O Benefício de Prestação Continuada (BPC) é um benefício da Política de Assistência Social, que integra a Proteção Social Básica no âmbito do Sistema Único de Assistência Social – SUAS e para acessá-lo não é necessário ter contribuído com a Previdência Social. É um benefício individual, não vitalício e intransferível, que assegura a transferência mensal de 1 (um) salário mínimo ao idoso, com 65 (sessenta e cinco) anos ou mais, e à pessoa com deficiência, de qualquer idade, com impedimentos de longo prazo, de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. Em ambos os casos, devem comprovar não possuir meios de garantir o próprio sustento, nem tê-lo provido por sua família. A renda mensal familiar *per capita* deve ser inferior a  $\frac{1}{4}$  (um quarto) do salário mínimo vigente. A abrangência do BPC é menor do que a do Bolsa-Família, mas o valor da transferência é consideravelmente maior (1 Salário Mínimo) (Fonte: BARROS *et al*, 2006b).

<sup>6</sup> Note-se que o valor do benefício concedido pelo Bolsa-Família é muito inferior ao do BPC e das pensões e aposentadorias.

quaisquer políticas de outra natureza, seja econômica, fiscal, tecnológica, ambiental devem buscar alinhar seus objetivos aos destas políticas sociais.

### 1.3 Objetivo do trabalho

À medida em que se consolidam os esforços de mitigação de emissões de GEE no Brasil, emerge a discussão sobre que efeitos eles gerariam sobre a distribuição de renda no país. Estes aspectos necessitam ainda ser cuidadosamente analisados, já que se entende que a conciliação dos objetivos de ambas as políticas é altamente desejável.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um modelo que permita analisar os impactos de políticas de mitigação de emissões de GEE sobre a distribuição de renda brasileira. Analisa-se, de forma complementar os efeitos sobre o nível de produto, emprego e emissões.

A mitigação pode ser alcançada por meio de metas de redução de emissões ou pela implementação de instrumentos econômicos, dentre os quais destacam-se a taxa de carbono e os sistemas *cap-and-trade*. A receita auferida com a taxa sobre emissões, por sua vez, pode ser reciclada de diversas formas, como por transferência direta às famílias das classes de renda mais baixa ou pela desoneração dos impostos que recaem sobre o trabalho.

É testada a hipótese de que tanto o nível da taxa de carbono quanto a forma como a receita arrecadada é reinserida na economia afetam os níveis de desigualdade, PIB, emprego e emissões de formas distintas. Destaca-se como contribuição deste estudo a ênfase na questão da desigualdade de renda<sup>7</sup>, que, como já mencionado, é um dos objetivos prioritários da agenda política brasileira.

A metodologia adotada envolve a elaboração de uma matriz de contabilidade social (SAM) para o Brasil cujo ano-base é 2005. Os setores produtivos são divididos em 8 (Agropecuário, Florestas, Industrial, Energia - Outros, Energia Elétrica, Transporte, Serviços e Resíduos) e as famílias desagregadas em 10 diferentes classes de renda de acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar do IBGE de 2002-2003. A estrutura da SAM conta ainda com três fatores (trabalho, capital e terra), outras entidades (governo, empresas e resto do mundo), além da conta de acumulação de

---

<sup>7</sup> Entende-se que há aspectos mais abrangentes do que o nível de renda, como bem-estar, desenvolvimento humano ou mesmo felicidade. Utiliza-se a renda familiar pois a mesma é a mais facilmente mensurável, além de ser um dos principais determinantes dos demais (ver BARROS *et al*, 2006a).

capital e poupança. A matriz é incrementada ainda com o total de emissões de GEE para cada setor (BRASIL, 2010; LA ROVERE *et al*, 2013) de modo que permite a simulação de uma taxa de carbono e a avaliação de seus efeitos sobre as famílias, a depender do tipo de reciclagem da taxa escolhido.

PERMAN *et al* (2003) destacam que para os formuladores de políticas, não é suficiente conhecer a natureza e a direção dos impactos de certas medidas. Uma análise quantitativa é fundamental e, dessa forma, também o são os modelos que simulam interações entre a economia e o meio ambiente. Eles permitem identificar as políticas mais indicadas para se cumprir determinados objetivos, assim como aquelas que devem ser evitadas. Fazem-se úteis, portanto, os modelos de equilíbrio geral computável (CGE), já que representam de forma consistente estas relações. A opção de se utilizar uma SAM se justifica pelo fato de que a mesma serve como insumo para o desenvolvimento de um modelo de equilíbrio geral computável (CGE) voltado para o estudo do tema proposto, passo seguinte no prosseguimento desta pesquisa.

Esta dissertação é composta por cinco capítulos, incluindo a introdução. No capítulo 2 são descritos os principais instrumentos de política ambiental existentes, com ênfase nos instrumentos utilizados com vistas a se atingir os objetivos das políticas climáticas: as taxas de carbono e os sistemas *cap-and-trade*. É realizada ainda uma breve revisão bibliográfica acerca da implementação de taxas de carbono em países em desenvolvimento. No capítulo 3, são apresentados os fundamentos da análise de insumo-produto, como matriz insumo-produto, matriz insumo-produto ambiental e matriz de contabilidade social. É descrito também neste capítulo como estas matrizes foram construídas para o presente trabalho. No capítulo 4 são descritos e aplicados os procedimentos metodológicos adotados para responder aos objetivos desta dissertação, bem como apresentados e discutidos os resultados encontrados. Por fim, o capítulo 5 apresenta as principais conclusões deste estudo, além das limitações inerentes ao modelo. De forma complementar, são elencadas algumas recomendações para trabalhos futuros.

## **2. Instrumentos de política ambiental**

### **2.1 Externalidades e o nível ótimo de poluição**

A teoria neoclássica centra sua análise no problema da alocação ótima de recursos. Para ela, o sistema de mercado determina o equilíbrio único e estável, atingido em condições de concorrência perfeita, em que um sistema de preços assegura a compatibilidade dos comportamentos dos agentes econômicos, dado que eles busquem maximizar seu bem-estar e o façam de maneira racional. O equilíbrio é eficiente no sentido de Pareto, uma situação em que não é possível melhorar o bem-estar de um indivíduo sem piorar o de outro. O ótimo de Pareto corresponde a um bem-estar coletivo, definido a partir da combinação dos interesses individuais.

As escolhas individuais neste modelo são independentes, ou seja, não interferem umas nas outras. Quando a atividade de um agente (produtor ou consumidor) gera um custo ou benefício para outro agente não envolvido no processo, geram-se externalidades, que podem constituir falhas de mercado e reduzir o bem-estar do agente econômico. Para que uma atividade econômica gere uma externalidade negativa (ou um custo externo), é necessário que haja perda de bem-estar de um agente não-envolvido na mesma e que esta perda de bem-estar não seja compensada (PEARCE e TURNER, 1989).

Tais falhas de mercado ocorrem na maior parte dos problemas relacionados à economia do meio ambiente, pois os recursos naturais não têm propriedade definida. Com isso, ninguém zela diretamente por eles e o sistema de preços deixa de organizar a economia de forma socialmente ótima, havendo, assim, uma diferenciação entre custos privados e sociais.

O exemplo clássico é o ar de uma cidade, um recurso natural que é usufruído por todos e, ao mesmo tempo, não é propriedade de ninguém. Quando uma fábrica de produção de cimento, por exemplo, polui o ar, uma série de efeitos incide sobre as pessoas que vivem na cidade na qual a fábrica está instalada (inclusive outros produtores), fazendo com que estes venham a incorrer em custos, seja para se protegerem da poluição, seja por sofrerem seus efeitos adversos. Como a fábrica está tomando uma decisão (poluir o ar) que afeta o bem-estar de outros agentes da economia sem que estes sejam compensados, então sua atividade produtiva está provocando uma externalidade.

Devido à existência destas falhas de mercado, na prática o livre mercado não é capaz de alcançar o máximo bem-estar social. Para tal, seriam necessárias condições muito específicas, que



não ocorrem naturalmente. Por exemplo, seria necessário que todos os bens e serviços produzidos e consumidos fossem transacionados em mercados perfeitamente competitivos, com informação perfeita e direitos de propriedade adequadamente estabelecidos. Seria preciso também que todos os bens fossem privados, isto é, que não houvesse bens públicos e, principalmente, que não houvesse externalidades (PERMAN *et al*, 2003).

A não-existência de poluição (e a não-geração de externalidades) só seria possível caso a atividade poluente não ocorresse, pois as leis da Termodinâmica definem que não existe produção sem poluição. No entanto, esta não é uma solução ótima em termos de bem-estar social pois a atividade, por exemplo consumo do bem produzido, também gera um ganho de utilidade aos agentes. Existe, portanto, um nível ótimo de poluição, no qual o bem-estar gerado por um certo nível de atividade equivale à perda de bem-estar gerada pela poluição causada pelo mesmo (PEARCE E TURNER, 1989).

O produtor incorre em custos de produção e recebe benefícios na forma de receita. A diferença entre os custos e benefícios é o chamado Benefício Privado Líquido. Na Figura 2, tem-se o Benefício Marginal Privado Líquido (BMPL), isto é, o benefício adicional obtido com a produção de uma unidade de produto. Tendo liberdade para produzir ao nível que desejar, o produtor opta por  $Q_{\pi}$ , pois este é o ponto em que seu benefício total é o maior possível. Por outro lado, cada unidade extra de produção gera um Custo Marginal Externo (CME), demonstrado na figura pela curva CME<sup>8</sup>. Como ambas as curvas denotam custos marginais ou benefícios marginais líquidos da produção (BMPL), tem-se que:

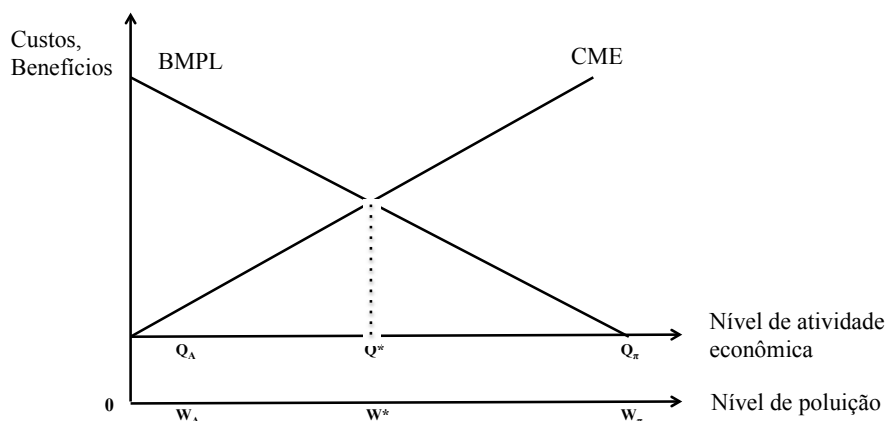
- a área abaixo da curva BMPL é o benefício total obtido pelo produtor privado e
- a área abaixo da curva CME é o custo externo total incorrido pela sociedade

Dessa forma, o objetivo da sociedade como um todo deve ser maximizar a diferença entre a soma dos benefícios e a soma dos custos. O nível ótimo de poluição é portanto aquele em que Benefício Marginal Privado Líquido iguala-se ao Custo Marginal Externo, havendo a internalização dos custos da poluição gerada. Este ponto é representado na figura por  $W^*$  (PEARCE e TURNER, 1989).

---

<sup>8</sup> Considera-se que o meio ambiente possui alguma capacidade de assimilação da poluição. Assume-se também que o nível de poluição é diretamente proporcional ao nível de atividade econômica. Logo, a curva de Custo Marginal Externo teria início em um nível positivo ( $Q_A$ ), e não nulo, de atividade econômica. Mas para fins de simplificação, considera-se a curva de Custo Marginal Externo como tendo início na origem, admitindo que este ponto leva em conta a capacidade de assimilação do meio.

**Figura 2 - O nível ótimo de poluição**



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

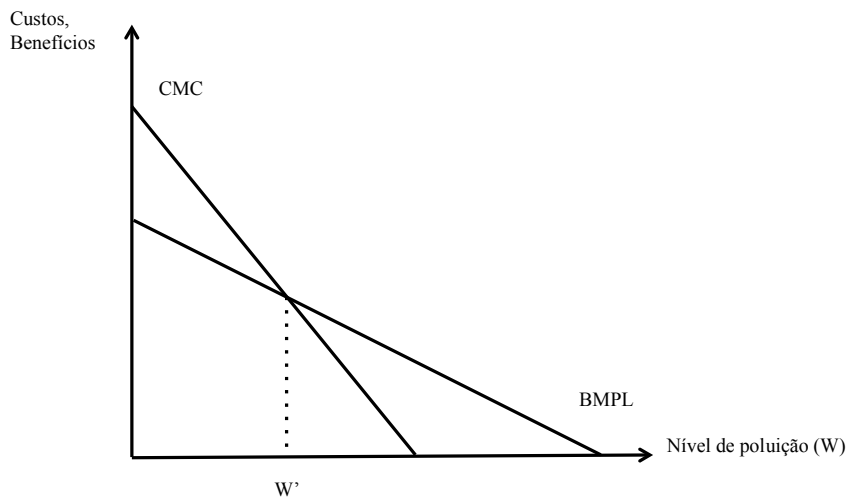
Ressalta-se que esta análise é válida na existência de um mercado perfeitamente competitivo. Dificilmente o mercado será capaz de atingir o nível ótimo de poluição livremente. Há inúmeras críticas ao Teorema de Coase, segundo o qual o nível ótimo de poluição é atingido por meio da interação entre os agentes poluidor e sofredor até que não haja mais possibilidade de barganha. A existência de custos de transação, a ausência de concorrência perfeita, a indefinição de direitos de propriedade, entre outros, são alguns fatores que dificultam o atingimento do nível ótimo de poluição pelo mercado, tornando a intervenção necessária (PERMAN *et al*, 2003). A existência de diversas partes afetadas também dificulta a barganha, além da chamada 'externalidade irrevogável' (BITHAS, 2011), sofridas por gerações futuras e, portanto, incapazes de negociar.

## 2.2 Custo Marginal de Controle

Para reduzir a externalidade gerada por sua atividade, o produtor tem a opção de reduzir seu nível de atividade ou implementar mecanismos de controle de poluição em sua atividade, isto é, abater a poluição. Para tal, ele pode instalar equipamentos de controle da poluição, como filtros, ou alterar seus processos produtivos porém ambas as opções acarretam em custos.

O Custo Marginal de Controle é representado pela curva CMC na Figura 3, como uma reta de inclinação negativa<sup>9</sup>. O CMC representa o custo adicional incorrido pelo produtor ao reduzir o nível de poluição por meio de despesas com controle da poluição. Quanto menor o custo marginal de controle, maior o nível de poluição. Dessa forma, a figura denota que, caso o CMC seja maior que BMLP, o produtor optará por reduzir seu nível de produção (até  $W'$ ). Caso contrário, ele incorrerá nos custos de controle. Para fins de simplificação, considera-se que o CMC é sempre maior que o BMLP. No caso de a única forma de a firma reduzir seus níveis de poluição ser via redução da produção, considera-se que a curva de CMC é a própria curva de BMLP (PEARCE e TURNER, 1989).

**Figura 3 - Curva de Custo Marginal de Controle (CMC)**



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

PERMAN *et al* (2003) enfatizam que para que haja redução da poluição ao mínimo custo é necessário que o CMC seja equalizado entre os poluidores. A solução de mínimo custo geralmente envolverá diferentes esforços de abatimento entre os produtores (pois dependerá de suas curvas de controle. Os poluidores com menor custo de controle reduzirão mais sua produção do que aqueles com altos custos). Portanto, quanto maior for a diferença entre as curvas de controle dos produtores, maior será a diferença entre a solução de mínimo custo e outras alternativas).

O produtor optará por reduzir a poluição que gera, seja via redução de sua atividade, seja via abatimento, apenas caso seja obrigado. Na ausência de regulação, a produção e, portanto, a poluição associada serão excessivas com relação ao ótimo social. Faz-se necessária a intervenção

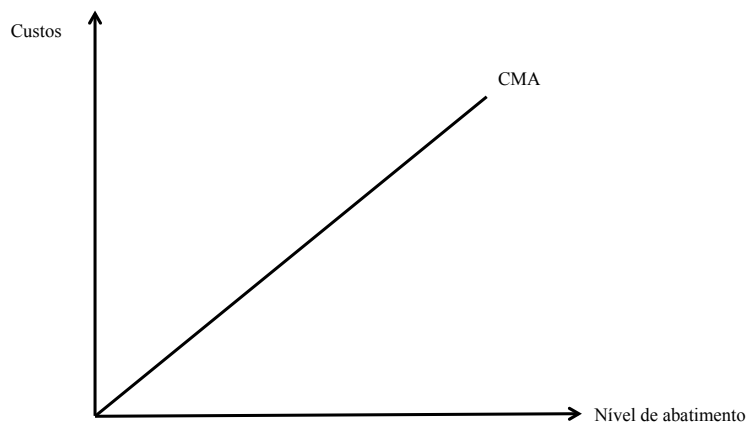
<sup>9</sup> Esta é uma simplificação: geralmente esta curva tem formato curvilíneo ou em 'escada'.

para que se chegue à solução ótima, ou pelo menos o mais próximo possível dela. Pra tal, são utilizados os chamados instrumentos de política ambiental.

### 2.3 Custo Marginal de Abatimento

Quando forçado a reduzir seu nível de poluição, o produtor incorre em custos, já mencionados acima. As primeiras ‘unidades de poluição’ que o produtor optará por abater serão justamente aquelas que apresentarem os menores custos para tal. Ou seja, o produtor se depara com uma curva de custo marginal de abatimento crescente (CMA na Figura 4). À medida em que cresce o nível de redução da poluição requerido, maior serão os custos marginais das últimas ‘unidades de poluição’ a serem abatidas.

**Figura 4 - Curva de custo marginal de abatimento (CMA)**



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

### 2.4 Instrumentos de política ambiental

Existem dois tipos principais de instrumentos de política ambiental, que serão apresentados em detalhe a seguir: instrumentos de comando-e-controle e instrumentos econômicos.

### 2.4.1 Instrumentos de comando-e-controle

São também chamados de instrumentos de regulação direta, pois tratam-se de normas, padrões e procedimentos estabelecidos pelo poder público sob pena de multas e sanções. Os principais instrumentos de comando-e-controle e algumas de suas características são elencados a seguir (PERMAN *et al*, 2003):

- **Obrigatoriedade de utilização de determinados insumos ou banimento de outros;**
- **Controle de tecnologias** – Obrigatoriedade de utilização de determinados métodos ou padrões. Geralmente não é custo-efetivo pois não necessariamente o que é determinado pelo governo seria a opção da firma no caso de abatimento;
- **Cotas ou proibições de produção** – Estabelecimento de um quantidade máxima a ser produzida;
- **Licenças de emissão** - Estabelecimento de um quantidade máxima de poluição a ser emitida. Dificilmente a agência reguladora conhecerá a curva de abatimento de cada firma. Há um problema de assimetria de informação: as firmas não têm incentivo para informar seus custos de abatimento de forma não-viesada;
- **Controle de localização** – Estabelecimento de localizações aceitáveis para a atividade poluente (não aplicável ao caso de GEE).

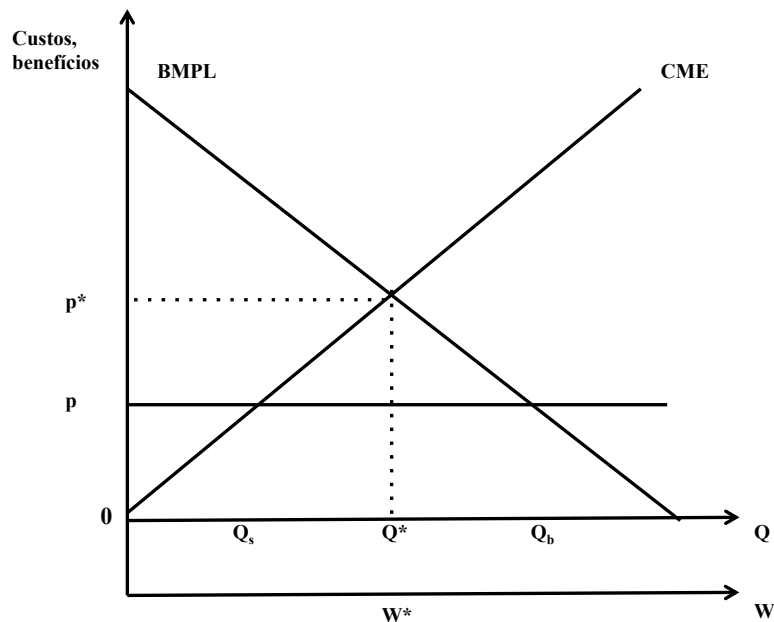
Como pode ser observado acima, a maioria dos instrumentos de comando-e-controle incluem o estabelecimento de padrões, mas existem algumas limitações que dificultam sua eficiência. Por exemplo, o estabelecimento de padrões requer a existência de uma instituição que monitore os poluidores e que seja capaz de aplicar uma punição em caso de desrespeito, implicando altos custos de implementação. Questões envolvendo a incerteza com relação ao Custo Marginal Externo e Benefício Marginal Privado Líquido e o valor adequado da multa<sup>10</sup> são outros exemplos.

---

<sup>10</sup> A penalidade não necessariamente corresponde a uma multa, podendo se dar na forma de cancelamento de licenças, por exemplo.

Se o valor da multa estabelecida for baixo, o produtor terá incentivo para desrespeitar o padrão. É o exemplo da Figura 5: no caso de uma multa no valor  $p$ , abaixo do valor ideal  $p^*$ , o produtor prefere desrespeitar o padrão e produzir até  $Q_b$ , já que, mesmo pagando a multa, ele obtém um BMPL positivo. Ademais, existe a possibilidade de ele não ser multado, ou seja, o real cálculo que o produtor realiza ao definir quanto produzirá (e portanto poluirá) é o valor da multa multiplicado pela probabilidade de ser efetivamente ‘pego’ pelo monitoramento.

**Figura 5 - Estabelecimento de padrões ambientais**



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

Além dos altos custos de monitoramento mencionados anteriormente, os instrumentos de comando-e-controle apresentam outras desvantagens, por exemplo, tratam todos os produtores igualmente, desconsiderando o fato de que podem ter estruturas de custo distintas. Este fato contribui para uma ineficiência dinâmica, pois os produtores com menores custos de controle não têm incentivo para reduzir seus níveis de poluição abaixo da meta estabelecida ou para investir em inovação e desenvolvimento tecnológico (LUSTOSA, CÁNEPA e YOUNG, 2003)

## 2.4.2 Instrumentos econômicos

Os instrumentos econômicos são chamados também de instrumentos de regulação indireta, pois buscam a internalização do dano ao induzirem o produtor a optar pelo nível ótimo social. Ao alterar a estrutura dos *trade-offs* que os agentes enfrentam, os instrumentos de mercado operam criando incentivos para que indivíduos ou firmas alterem seu comportamento voluntariamente. Os preços são vistos como custos de oportunidade que alteram as decisões das firmas maximizadoras de lucro e dos agentes maximizadores de bem-estar. Os principais instrumentos econômicos são (PERMAN *et al*, 2003):

- **Taxas sobre emissão:** taxa direta com base na quantidade e/ou qualidade de um poluente (ex: taxa de poluição do ar, taxa sobre uso de fertilizantes e pesticidas, taxa de carbono);
- **Taxa sobre utilização de serviços coletivos ou sobre uso de recursos naturais** - Ex: taxa paga pelo usuário pela coleta, tratamento e disposição final de resíduos; taxa de extração de água;
- **Taxa sobre produtos poluentes** (veículos, sacolas plásticas, lixo nuclear);
- **Subsídios para abatimento de emissões e para gestão de recursos naturais** - Ex: transferência financeira com o objetivo de reduzir danos ambientais ou preservar recursos escassos;
- **Licenças de emissão negociáveis:** créditos de redução de emissões (ERC) ou sistemas *cap-and-trade*;
- **Sistemas de devolução de depósitos** - reembolso parcial ou integral na compra de um produto (ex: garrafas reutilizáveis);
- **Pagamentos realizados por quem polui ou por quem utiliza recursos naturais** - geralmente proporcional ao dano causado ou ao lucro auferido;
- **Títulos de performance** - pagamento de um depósito que é devolvido no caso de cumprimento da meta;

**- Pagamentos diretos em compensação pelo dano causado.**

Não existe um único instrumento melhor para controlar todos os tipos de poluição em todas as circunstâncias. É possível que a autoridade reguladora atribua pesos para os diferentes critérios utilizados, de acordo com seus objetivos. Por exemplo, no caso de uma substância tóxica e persistente, é provável que se atribua pouca importância à custo-efetividade, e muita importância aos efeitos de longo prazo. PERMAN *et al* (2003) sugerem alguns critérios para a escolha do instrumento a ser aplicado:

- **Custo-efetividade:** o instrumento atinge a meta ao menor custo possível?
- **Efeitos de longo prazo:** a influência do instrumento se mantém no longo prazo?
- **Eficiência dinâmica:** o instrumento cria incentivos contínuos a produtos e processos produtivos que favoreçam a redução da poluição?
- **Benefícios anciliares:** o uso do instrumento possibilita a existência de dividendos duplos?
- **Equidade:** que implicações o uso do instrumento tem sobre a distribuição de renda e o bem-estar?
- **Segurança:** em que medida o instrumento pode ser considerado confiável em seu objetivo de redução da poluição?
- **Flexibilidade:** o instrumento pode ser alterado prontamente e a baixo custo à medida em que novas informações são obtidas, as condições mudam ou as metas são alteradas?
- **Custo da utilização no caso de incerteza:** qual a dimensão das perdas de efetividade quando o instrumento é utilizado sob informação imperfeita?
- **Informações requeridas:** qual o grau de informação que o instrumento requer que a autoridade reguladora obtenha e quais os respectivos custos de aquisição?

A análise aqui presente terá como enfoque dois dos principais instrumentos econômicos de política ambiental: as taxas e os sistemas *cap-and-trade*, apresentados em detalhes a seguir.



### 2.4.2.1 Taxas

Uma das formas de aproximar o nível de atividade (e poluição) do ótimo é a aplicação de uma taxa paga pelo produtor referente ao nível de dano estimado. Este tipo de taxa é conhecido como imposto pigouviano, pois foi inicialmente proposto por PIGOU (1920).

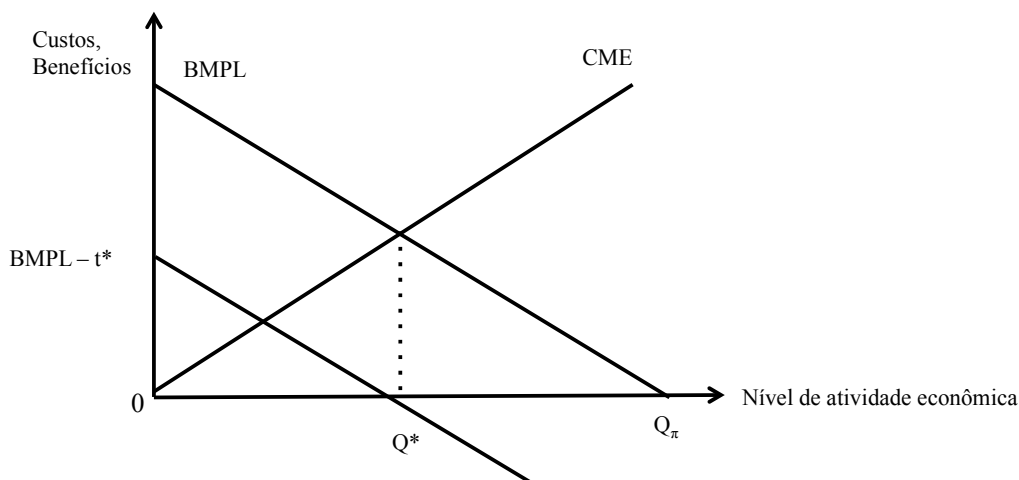
O princípio do imposto pigouviano consiste em cobrar uma taxa  $t$  sobre cada unidade de produto de forma que o benefício total do produtor diminua. A taxa ótima  $t^*$  é aquela que leva o produtor a produzir em  $Q^*$ , o ótimo social. Seu valor equivale, portanto, ao Custo Marginal Externo (CME) no ponto ótimo.

A formulação de uma taxa pigouviana dependerá de como se aborda a questão dos direitos de propriedade. O produtor deixa de auferir lucro (considerando-se que o mesmo é uma firma que visa lucro) em função do pagamento da taxa, uma vez que ele deixa de produzir em  $Q_\pi$  e produz em  $Q^*$ . Mas mesmo produzindo em  $Q^*$ , ou seja, no nível desejado socialmente, ele ainda paga a taxa pelas unidades produzidas, o que pode configurar uma injustiça se ele detiver o direito de propriedade do bem.

Outras questões permeiam a imposição de impostos pigouvianos. Apesar de serem soluções custo-efetivas e de permitirem ‘mimetizar’ o mercado ao variarem de acordo com a escassez, algumas limitações comprometem sua eficácia. A incerteza sobre a função de dano (CME) e de benefício (BMPL), o risco de taxaço além do ótimo e a natural resistência das indústrias são algumas delas (PEZZEY, 1997).

O efeito da aplicação de uma taxa também pode ser visto em termos do esforço de abatimento da firma. Podendo agir livremente, a firma produzirá  $Q_\pi$ , ou seja, optará por não abater nada. Se tiver de pagar uma taxa  $t^*$  por unidade produzida, a firma optará por abater até onde o custo de abatimento for menor do que o valor da taxa. A firma abaterá, portanto,  $Q_\pi - Q^*$ .

**Figura 6 - Alocação eficiente de recursos através das taxas pigouvianas**



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

#### 2.4.2.1.1 Taxas *versus* padrões

Para demonstrar que taxas podem ser uma solução menos custosa para controle de poluição do ponto de vista do produtor comparada a padrões, BAUMOL e OATES (1971) utilizam o exemplo de 3 firmas com curvas de custo marginal de abatimento distintas em função da tecnologia utilizada (Figura 7). A firma 1 possui o maior custo marginal de abatimento para qualquer nível de abatimento, seguida da firma 2, sendo a firma 3 aquela com menor custo marginal de abatimento. Supõe-se, adicionalmente, que  $S_1 S_2 = S_2 S_3$  e que  $S_1 + S_2 + S_3 = 3S_2$ .

Caso fosse imposto um padrão segundo o qual cada firma deve atingir o nível  $S_2$  de abatimento, a firma 1 encontraria-se no ponto A, a firma no ponto B e a firma 3 no ponto C, e o padrão de abatimento total seria de  $3S_2$ .

Alternativamente, se fosse estabelecida uma taxa no valor de  $t^*$ , a firma 1 optaria por abater a poluição até o ponto X, pagando a taxa após este nível. A firma 3 optaria por abater a poluição até o ponto Y, enquanto que para a firma 3 os resultados permaneceriam inalterados (ponto B). A firma 1 abate menos poluição do que  $S_2$  mas em compensação, a firma 3 abate mais do que o padrão anteriormente estabelecido.

No entanto, uma análise do custo total de abatimento comprova que a opção pela taxa é menos custosa do que o padrão do ponto de vista do produtor. O custo total da taxa é:

$$CTA_{\text{taxa}} = 0XS_1 + 0BS_2 + 0YS_3$$

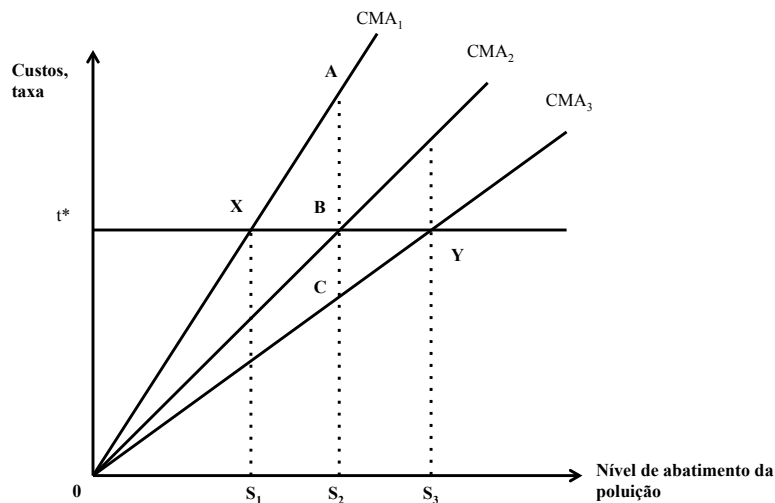
$$CTA_{\text{padrão}} = 0AS_2 + 0BS_2 + 0CS_2$$

Subtraindo o custo total da taxa do custo total do padrão, temos:

$$CTA_{\text{padrão}} - CTA_{\text{taxa}} = S_1XAS_2 - S_2CYS_3$$

Mas como  $S_1XAS_2$  é claramente maior do que  $S_2CYS_3$ , o custo total da taxa só pode ser menor do que o do padrão. Conclui-se que taxas são mais custo-efetivas que padrões.

**Figura 7 - Comparação entre padrões de poluição e taxas pigouvianas**



Fonte: Elaboração própria a partir de BAUMOL e OATES (1971)

No que tange aos incentivos para inovação tecnológica para abatimento, as taxas apresentam uma certa vantagem com relação aos padrões. No caso dos padrões, o produtor não é incentivado a buscar soluções de baixo custo para redução da poluição. No caso das taxas, como o produtor é cobrado mesmo produzindo antes de alcançar o ótimo social, ele tem incentivo para buscar reduzir seus níveis de poluição.

Tanto taxas quanto padrões possuem custos intrínsecos à sua implementação. Em ambos os casos, é necessário que seja realizado um monitoramento. No caso dos padrões, faz-se necessário um sistema de punição efetivo. No caso das taxas, um sistema de recolhimento do imposto deve ser

posto em prática. Dessa forma, não é possível definir qual solução possui custos administrativos mais baixos.

Quando há incerteza com relação à curva de Benefício Marginal Privado Líquido do produtor, é difícil definir se é preferível a utilização da taxa ou do padrão. Se a curva BMPL for mais inclinada do que a curva de Custo Marginal Externo (CME), o padrão é a melhor opção. Caso contrário, é preferível utilizar a taxa.

Existe um caso em que taxas são claramente inferiores aos padrões. Trata-se de situações em que o poluente é tão prejudicial que ele deve ser banido. Neste caso, a curva de Custo Marginal Externo é vertical, logo a aplicação de uma taxa não faz sentido, já que o valor não seria alto o suficiente para compensar a externalidade causada (PEARCE E TURNER, 1989).

#### **2.4.2.2 Sistemas *cap-and-trade* ou certificados negociáveis de poluição**

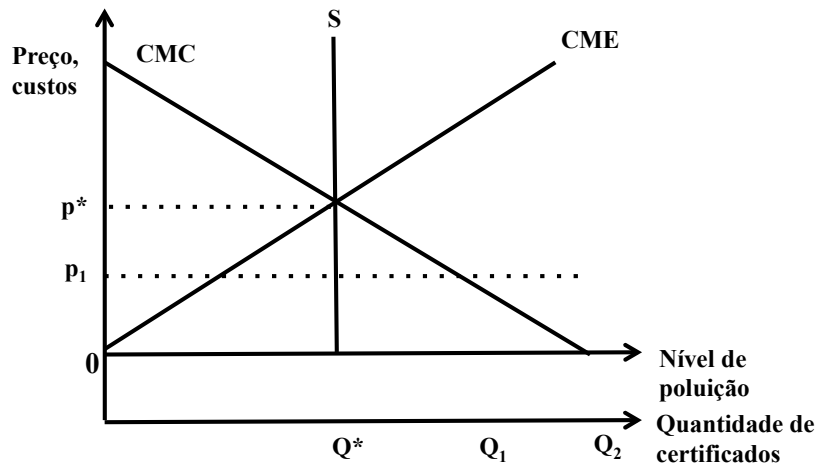
Assim como no caso do estabelecimento de um padrão de poluição (*comando-e-controle*), nos sistemas *cap-and-trade* há um limite total de poluentes que pode ser emitido no meio. No entanto, neste caso a autoridade reguladora distribui entre os produtores (poluidores) licenças de emissão de poluentes, que podem ser compradas, vendidas ou leiloadas em um mercado específico. Aqueles que produzirem aquém da cota a que têm direito podem vender estas licenças, enquanto os que desejarem produzir além do que lhes foi permitido podem obter este direito ao comprar as licenças. O esquema portanto mescla uma política de comando-e-controle, qual seja a imposição de um limite de emissões de poluentes, e instrumentos econômicos, pois os agentes são orientados por uma ótica de mercado.

A Figura 8 - Alocação eficiente de recursos através de sistemas *cap-and-trade* denota um esquema padrão de comercialização de certificados de poluição. O eixo horizontal representa o nível de poluição e a quantidade de certificados disponibilizados pela autoridade reguladora. Para fins de simplificação, admite-se que uma licença é necessária para cada 'unidade' de emissão do poluente. O padrão estabelecido é associado a  $S^*$ , que representa a quantidade de certificados distribuídos entre os produtores, insensível ao preço de mercado dos mesmos (por isso é vertical). A quantidade ótima de licenças a serem distribuídas é  $OQ^*$ , e o preço ótimo  $Op^*$ .

A curva de Custo Marginal de Controle é a própria curva de demanda por certificados da firma. Isto ocorre porque, para dado preço  $p_1$ , a firma optará por comprar  $OQ_1$  certificados, já que o

preço do certificado é mais baixo do que o custo de abatimento. A partir de  $Q_1$ , ele optará por abater sua poluição, uma vez que seu custo de abatimento é menor que o preço do certificado (PEARCE e TURNER, 1989).

**Figura 8 - Alocação eficiente de recursos através de sistemas *cap-and-trade***



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

#### 2.4.2.2.1 Vantagens dos certificados negociáveis de poluição

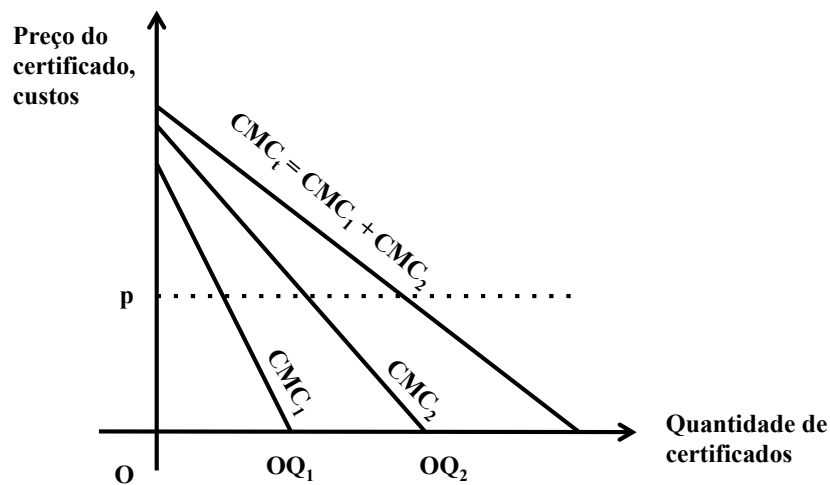
O fato dos certificados serem negociáveis em mercado apresenta alguns aspectos positivos quando comparados às taxas, dentre eles (PEARCE e TURNER, 1989):

##### a) Minimização de custos totais:

A **Figura 9 - Minimização de custos totais nos sistemas *cap-and-trade*** representa a curva de Custo de Controle para duas firmas (1 e 2) e a curva de Custo de Controle total. Esta curva é simplesmente a soma das duas curvas (considerando, para fins de simplificação, um mercado com apenas estas duas firmas). Como cada curva representa a demanda individual de cada firma, a demanda total é a soma das duas curvas (VARIAN, 1999).

Ao preço  $p$ , a firma 1 opta por comprar  $OQ_1$  certificados e a firma 2 compra  $OQ_2$  certificados. Vê-se que firmas com custos de controle mais baixos tenderão a reduzir sua poluição, enquanto aquelas com custos de controle altos optarão por comprar certificados em vez de abater poluição. Forma-se, assim, um mercado: as firmas com custos de controle baixo venderão suas licenças e as firmas com custos de controle altos comprarão licenças. A opção de negociarem os certificados permite ao mercado que se respeite o padrão estabelecido ao mínimo custo se comparado com o simples estabelecimento do padrão.

**Figura 9 - Minimização de custos totais nos sistemas *cap-and-trade***



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

### **b) Novos entrantes**

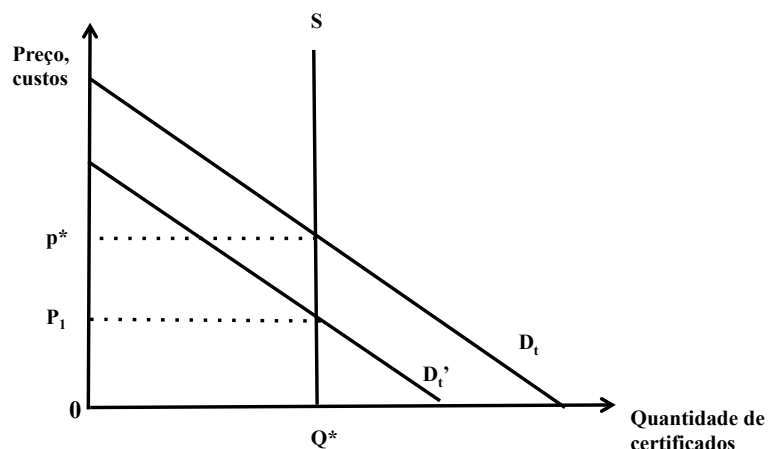
No caso de novas firmas entrarem no mercado, a curva de demanda total por certificados será deslocada para a direita e o preço do certificado subirá. Caso a autoridade reguladora deseje manter o preço original do certificado, ela poderá emitir novas licenças. Analogamente, se ela desejar tornar o padrão mais rígido, poderá comprar algumas licenças, deslocando  $S$  para a esquerda (**Figura 10 - Custos de ajustamento nos sistemas *cap-and-trade***). Vê-se que o esquema de *cap-and-trade* permite à autoridade reguladora atuar como uma espécie de banco central, controlando a quantidade de licenças, seu preço e o padrão ambiental estabelecido.

### c) Inflação e custos de ajustamento

Quando se opta por utilizar taxas pigouvianas para controle de poluição ambiental, é necessária certa cautela com relação à inflação, uma vez que esta distorce o valor real das taxas. No caso dos sistemas *cap-and-trade*, como o preço do certificado responde aos mecanismos de oferta e demanda, esta questão não se aplica. O movimento de firmas entrando e saindo do mercado tampouco afeta os níveis totais de poluição, como ocorre no caso das taxas.

Ademais, é possível que a autoridade subestime ou superestime o custo de abatimento das firmas, o que pode comprometer o atingimento do padrão considerado ótimo ou aceitável. Como no caso do *cap-and-trade* é o preço que se ajusta, e não a quantidade, não é necessário conhecer as curvas das firmas.

**Figura 10 - Custos de ajustamento nos sistemas *cap-and-trade***



Fonte: Elaboração própria a partir de PEARCE e TURNER (1989)

Por outro lado, como a taxa não apresenta um limite máximo para a redução das emissões (WEITZMAN, 1974), sua implementação pode potencialmente ultrapassar a meta de redução estabelecida, o que não ocorre nos sistemas *cap-and-trade*.

## 2.5 Instrumentos econômicos de mitigação de emissões de GEE

De acordo com MARGULIS, DUBEUX e MARCOVITCH (2010), estabelecer um preço sobre o carbono permite atingir quatro objetivos: (i) sinalizar aos consumidores quais bens e serviços têm elevado conteúdo de carbono e devem, portanto, ser evitados; (ii) induzir as firmas à substituição de insumos por opções de baixo carbono; (iii) proporcionar incentivos de mercado para a inovação e o desenvolvimento de produtos de baixo carbono; e (iv) permitir que os três mecanismos acima sejam postos em operação com o menor custo de informação possível.

A seguir, apresenta-se em detalhe os dois principais instrumentos utilizados para reduzir emissões de gases causadores do efeito estufa: os mercados de carbono formados por sistemas *cap-and-trade* e as taxas de carbono.

### 2.5.1 Mercados de carbono

De acordo com GRUBB (2009), um mercado de carbono é uma solução concebida para otimizar a alocação de capital no contexto de um mundo com restrições relativas às emissões de carbono, colocando um preço no mesmo e deixando que o mercado funcione de forma eficiente.

Em 1997, foi instaurado o Protocolo de Kyoto, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Esta iniciativa foi o marco legal que instituiu a reunião de esforços globais para a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera. O objetivo do Protocolo era estabelecer limites de emissões de GEE aos países do chamado Anexo I<sup>11</sup>. Estas nações deveriam reduzir suas emissões em uma média de 5.2% com relação ao ano de referência, 1990, no período entre 2008 e 2012. Alguns países, como os recém-integrados à

---

<sup>11</sup> O Anexo I é constituído basicamente pelos países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do antigo bloco soviético, quais sejam: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Bielo-Rússia, Bulgária, Canadá, Comunidade Européia, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia, Ucrânia e Estados Unidos.



Comunidade Europeia poderiam, inclusive, aumentar suas emissões, mas as emissões totais dos países do Anexo I deveriam ser reduzidas (UNFCCC, 2013b).

As metas de redução de emissões deveriam ser atingidas preferencialmente por meio de medidas nacionais, mas foram criados também três mecanismos de flexibilização suplementares: (1) Comércio Internacional de Emissões; (2) Implementação Conjunta (IC); (3) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (UNFCCC, 2013b).

O Comércio Internacional de Emissões possibilita aos países integrantes do Anexo I comercializarem suas cotas de emissões de GEE (UNFCCC, 2013b). O principal esquema de comércio de emissões existente é o *European Union Emission Trading Scheme (EU ETS)*, no qual 30 países transacionam seus direitos de emissão, chamados de *European Allowances*. O esquema está em vigor desde 2005, quando foi iniciada sua primeira fase. Nela, foram incluídos os maiores emissores nos setores de energia, a produção e o processamento de metais ferrosos, além das indústrias mineral (cimento, vidro e fornos de cerâmica) e de papel e celulose. A segunda fase teve início em 2008 e contou com um escopo mais abrangente, pois incluiu a indústria de aviação, permitiu o uso de reduções de emissão realizadas fora do sistema, por exemplo, MDL, além de incluir mais três países (BANCO MUNDIAL, 2012).

A segunda fase do EU ETS encerrou-se junto ao fim do período de compromisso do Protocolo de Kyoto, em 2012. A terceira fase, prevista para vigorar até 2020, deve contar com a inclusão das emissões de GEE provenientes da indústria petroquímica, produção de amônia e alumínio (BANCO MUNDIAL, 2012).

A Implementação Conjunta permite que os países pertencentes ao Anexo I implementem projetos no território de outros países Anexo I. Analogamente, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) permite que estes projetos sejam desenvolvidos em países que não integrem o Anexo I (UNFCCC, 2013b).

Os mecanismos de flexibilização previstos no Protocolo de Kyoto, visam portanto (UNFCCC, 2013b):

- estimular o desenvolvimento sustentável por meio de transferência de tecnologia e investimentos;
- permitir aos países com compromissos legais de redução de emissões atingirem suas metas de forma custo-efetiva;
- encorajar o setor privado e os países em desenvolvimento, sem compromissos legais de redução de emissões, a contribuírem com esforços de mitigação.

Além do EU ETS, destacam-se outras experiências de mercados de carbono. A hoje extinta Chicago Climate Exchange (CCX) previa a participação de forma voluntária porém regulada, ou

seja, as instituições que optavam por participar do esquema comprometiam-se a reduzir suas emissões de acordo com diretrizes específicas. Outras iniciativas de mercados de carbono incluem o *California Emissions Trading Scheme* (CA ETS), nos EUA, e o Panda Standard e o *China Green Carbon Foundation* (CGCF), na China (BANCO MUNDIAL, 2012), entre outras.

Inúmeras questões permeiam o estabelecimento e o funcionamento dos sistemas *cap-and-trade*. A forma como as licenças são distribuídas (gratuitamente, a um preço estabelecido ou por meio de leilões) determina a eficiência do sistema, além de afetar os incentivos à inovação das indústrias envolvidas e seu grau de competitividade. Uma medida possível para minimizar os efeitos negativos sobre a competitividade das atividades seria realizar ajustes nas cobranças por permissões para os setores potencialmente mais prejudicados neste sentido.

Soma-se a estas questões o chamado ‘vazamento de carbono’ (*carbon leakage*), que ocorre quando atividades carbono-intensivas deslocam-se para países de legislações ambientais menos severas com relação a emissões de GEE (HUFBAUER, CHARNOWITZ e KIM, 2009; HUFBAUER e KIM, 2009). No sentido de evitar tal fenômeno, é necessário haver esquemas de ajustes tarifários de fronteira para produtos importados de países cujos esforços de mitigação de emissões de GEE não se comparem aos empreendidos por aqueles que impõem cobranças sobre emissões de GEE.

### **2.5.2 Taxas de carbono**

Taxas de carbono constituem um preço estabelecido a ser pago por uma determinada quantidade de CO<sub>2</sub>, ou genericamente, CO<sub>2</sub>e, emitida em função de atividades antropogênicas<sup>12</sup> (RICH, 2004).

O propósito de uma taxa de carbono é internalizar as externalidades associadas às mudanças climáticas causadas de forma antropogênica. Na ausência de uma taxa de carbono, indivíduos deparam-se com preços distorcidos. Isto ocorre porque as atividades econômicas emissoras de GEE são relativamente baratas, uma vez que não levam em conta os custos impostos

---

<sup>12</sup> BARANZINI *et al* (2000) distinguem o que seriam taxas de carbono e taxas de CO<sub>2</sub>. Taxas de carbono seriam impostas sobre combustíveis fósseis em função da quantidade de carbono emitida em sua queima. Taxas de CO<sub>2</sub> seriam já especificadas de acordo com a quantidade de CO<sub>2</sub> (ou CO<sub>2</sub>e) emitida, podendo facilmente ser traduzida em uma taxa de carbono, uma vez que uma tonelada de carbono corresponde a 3.67 toneladas de CO<sub>2</sub>. No presente trabalho, utilizar-se-á a denominação ‘taxa de carbono’ para designar uma taxa sobre emissões de GEE, medidas em toneladas de CO<sub>2</sub>e.

sobre outros indivíduos, incluindo gerações futuras. A implementação de uma taxa de carbono leva os indivíduos a considerarem plenamente todas as consequências das emissões de GEE (METCALF e WEISBACH, 2009).

METCALF e WEISBACH (2009) consideram três aspectos centrais relacionados à estruturação de uma taxa de carbono: o nível da taxa (incluindo aspectos distributivos, a utilização da receita e alterações no nível da taxa), a base sobre a qual incide a taxa (incluindo possíveis créditos e mecanismos de compensação) e questões relativas a comércio internacional.

A teoria por trás da definição do nível de uma taxa de carbono é conhecida: ela deve igualar-se ao custo marginal gerado pela emissão<sup>13</sup>. ZHANG e BARANZINI (2004) determinam que a taxa deve aumentar ao longo do tempo, refletindo os custos crescentes da acumulação de CO<sub>2</sub> na atmosfera. No entanto, há uma série de dificuldades relacionadas à sua formulação. As principais questões referentes ao combate às mudanças climáticas incluem a incerteza com relação a seus efeitos e a seus custos de abatimento. O estabelecimento do nível de uma taxa de carbono, portanto, deve assegurar que o mesmo se altere à medida em que informações acerca de custos e benefícios de reduzir emissões de GEE tornam-se disponíveis. Os autores sugerem a delegação a uma agência especializada a função de estabelecer o nível da taxa de carbono. Ademais, sugerem que a utilização da receita auferida com a taxa seja neutra no que diz respeito à receita do governo e aos efeitos distributivos em termos de renda e impostos sobre a folha de pagamento.

Com relação à base sobre a qual incide a taxa, os autores sugerem que quanto maior a mesma, maiores os custos de coleta da taxa. O *trade-off* entre maiores custos de coleta e os benefícios de uma base de incidência mais larga define a base ótima para a taxa. Um imposto que incide sobre combustíveis fósseis ao nível da refinaria, por exemplo, deve contar com um crédito ou uma compensação para produtos que não sofreram ou sofrerão combustão, como aqueles destinados à produção de asfalto. Caso contrário, a taxa será demasiado ampla.

Ademais, como já mencionado para o caso dos mercados de carbono, a imposição de uma taxa pode servir de incentivo para que atividades poluidoras busquem instalar-se em países onde não haja cobrança pelas emissões de GEE.

---

<sup>13</sup> Para quando o objetivo da taxa é a maximização do bem-estar social. METCALF *et al* (2008) sugerem que caso o objetivo seja estabilizar o nível de emissões em um dado período de tempo, o nível da taxa de carbono deve igualar-se à taxa de retorno sobre o capital. Para tanto, comparam ao caso em que o governo distribui licenças de emissão. Os detentores de tais licenças, para os quais elas funcionam como ativos, as negociariam caso seu valor aumentasse a uma taxa maior do que a de outros ativos. Caso contrário, eles optam por utilizar as licenças. No equilíbrio, o preço das licenças cresce à mesma taxa de retorno que as outras forma de capital. Considera-se que esta dinâmica é válida tanto para licenças de emissão quanto para a taxa de carbono.

Estes aspectos são os mais relevantes na implementação de uma taxa de carbono em países desenvolvidos. No caso de países em desenvolvimento, outras questões podem emergir. As fontes de emissão podem variar, havendo maior relevância de emissões advindas de atividades agrícolas e de desmatamento florestal. Pode haver também dificuldades com a efetiva implementação da taxa, relacionadas a fraquezas institucionais. BRENNER *et al* (2007) apontam ainda que, devido a diferenças no que diz respeito à disparidades de renda e padrões de consumo, a teoria existente para países desenvolvidos não pode ser inteiramente replicada para países em desenvolvimento.

Dentre os países desenvolvidos, os europeus foram pioneiros na implementação de taxas de carbono. Países escandinavos adotaram taxas de carbono durante a década de 1990, mas estas contavam com bases pouco amplas e não eram uniformes em sua aplicação, havendo diferentes níveis de taxa e de incidência sobre as fontes (EKINS e BARKER, 2001 em METCALF e WEISBACH, 2009). A taxa de carbono na Noruega contempla cerca de 49% das emissões totais de GEE, mas seu impacto é comprometido por uma série de isenções advindas de questões ligadas a competitividade (STERN, 2007 em METCALF e WEISBACH, 2009).

O Reino Unido implementou em 2001 uma taxa de carbono sobre o uso industrial e comercial de energia, isentando os setores de transporte e residencial.

O IPCC (2007) reuniu 100 diferentes estudos sobre o nível ótimo de uma taxa de carbono e sugere que o mesmo seja estabelecido em US\$12 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub>e, mas ressalta que as estimativas variam entre US\$3 e US\$95 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub>e. O relatório ainda sugere que existe a possibilidade de estes custos serem subestimados, devido à dificuldade em se quantificar muitos de seus impactos.

### **2.5.2.1 Regressividade das taxas de carbono e a questão distributiva**

Um argumento comum contra instrumentos econômicos de política ambiental é de que eles geralmente desfavorecem a parcela mais pobre da população. SEROA DA MOTTA (2006) enfatiza que o cumprimento dos objetivos ambientais deve ser sempre buscado pelo instrumento que ofereça o menor custo e que, portanto, a questão da distribuição de renda entra em conflito não com a imposição do instrumento (ex: tributação), mas com o estabelecimento de metas ambientais em si.

Uma medida é considerada regressiva quando aumentos no nível de renda são acompanhados de uma oneração cada vez menor. No caso de uma tributação, a regressividade se daria no caso em que as parcelas mais ricas da população pagassem uma proporção menor de impostos comparadas às parcelas mais pobres. Analogamente, a medida seria considerada progressiva caso o contrário ocorresse, isto é, quando aumentos de renda fossem acompanhados de aumentos na carga tributária. Por fim, uma medida é considerada neutra quando a oneração é proporcional ao nível de renda de cada classe (REZENDE, 2001).

De fato, taxas de carbono geralmente possuem caráter regressivo. Como famílias pertencentes a classes de renda mais baixas gastam uma proporção maior de sua renda com energia e recursos naturais em geral do que famílias de classes de renda mais alta, a implementação de uma taxa de carbono geralmente onera as classes mais baixas mais do que aquelas mais altas. (BARANZINI, 1997; BARANZINI *et al*, 2000; CALLAN *et al*, 2009).

HASSET *et al* (2009 EM METCALF e WEISBACH, 2009) simulam uma taxa de US\$15 sobre a economia americana de modo a se analisar os efeitos diretos (referentes ao consumo de combustíveis fósseis) e os efeitos indiretos (referentes ao aumento dos preços causado pelo maior custo da energia) sobre a renda das famílias em termos de percentagem da renda anual. Verificou-se que as famílias presentes no percentil de renda mais baixa seriam as mais afetadas, enquanto as famílias mais ricas sofreriam menos com a medida.

SMITH (1992 em ZHANG e BARANZINI, 2004) analisa os efeitos distributivos sobre diferentes classes de renda de uma taxa mista de carbono e energia ao nível de \$10/barril para o Reino Unido. Seus resultados mostram que os 20% mais pobres da população são onerados em 2.4% do total gasto, enquanto os 20% mais ricos são onerados em apenas 0.8%. Resultados similares são encontrados para a economia americana em POTERBA (1991 em ZHANG e BARANZINI, 2004).

Ainda que os efeitos distributivos de taxas de carbono sejam pequenos, como sugerem alguns estudos (ver SPECK, 1999), este ainda é um argumento forte contra sua implementação, uma vez que os custos associados a outros instrumentos (por exemplo, regulação) são mais facilmente ocultados, enquanto a implementação de uma taxa de carbono é percebida mais facilmente devido ao aumento nos preços.

Segundo SPECK (1999), há duas formas de mitigar os efeitos negativos da taxa de carbono sobre a distribuição de renda. Uma opção é realizada *ex-ante*, reduzindo ou isentando da taxa certos grupos vulneráveis, como já ocorre com outras tarifas, como sobre a eletricidade. Outra alternativa se dá *ex-post*, compensando os efeitos negativos sobre determinados grupos. Com estas

medidas compensatórias, a receita gerada com pela precificação pode ser utilizada para contrabalancear os danos causados a estes grupos.

Outra alternativa seria impor a taxa apenas a partir de certo nível, garantindo que os recursos para atender às necessidades básicas da população permanecessem isentos de taxa. A partir de determinado piso, a taxa seria feita de forma progressiva (SPECK, 1999; BARANZINI *et al*, 2000)<sup>14</sup>.

A receita auferida com a taxa também poderia ser utilizada para mitigar esses efeitos indesejáveis. WEST e WILLIAMS (2004), FULLERTON e HEUTEL (2007), METCALF (2009) e GONZALEZ (2012) apontam que a forma como a receita da taxa é reutilizada na economia define se seu efeito será regressivo, progressivo ou neutro.

Uma forma de reciclagem frequentemente encontrada na literatura é via transferências do governo às famílias, como proposto em TIMILSINA e SHRESTA (2002). A receita arrecadada com a taxa é distribuída diretamente à população, podendo seguir um critério ou ser repassada igualmente a todos. As famílias pertencentes às classes mais pobres receberiam uma quantia proporcionalmente maior com relação à sua renda do que as famílias de classes de renda mais alta. No entanto, isto poderia reduzir o escopo existente para que as receitas fossem utilizadas para maximizar os ganhos de eficiência com a redução de outros impostos distorcivos, o que poderia gerar efeitos negativos sobre os níveis de inflação e emprego. Haveria, portanto, um *trade-off* entre eficiência e equidade no uso da receita da taxa: os ganhos de eficiência poderiam ser alcançados apenas sacrificando a neutralidade distribucional da medida.

Outras opções incluem utilizar a receita advinda da taxa para desonerar impostos existentes sobre o trabalho e sobre a renda, naturalmente distorcivos, ou para aprimorar o sistema de segurança social (SPECK, 1999). BARANZINI *et al* (2000) apontam que este tipo de medida conta com um peculiaridade em países em desenvolvimento. Como as parcelas mais pobres da população muitas vezes não estão incluídas nos sistemas institucional, legal e fiscal, devido à magnitude do setor informal, eles podem deixar de ser contemplados pelos esquemas de compensação.

METCALF (2009) utiliza um modelo de equilíbrio geral para analisar o efeito de uma taxa de carbono reciclando a mesma de 3 formas: via incremento do sistema de segurança social, transferência direta às famílias e desoneração de impostos trabalhistas. Seus resultados apontam que as duas primeiras alternativas possuem efeito progressivo enquanto a última tem impacto neutro sobre a distribuição de renda.

---

<sup>14</sup> BARANZINI *et al* (2000) apontam a possível existência de altos custos administrativos.

METCALF e WEISBACH (2009), todavia, indicam que ajustes distributivos não devem ser realizados por meio da formulação de uma taxa de carbono, sugerindo que ajustes em impostos diretos ou trabalhistas tendem a ser mais eficientes. Ajustes por meio da taxa de carbono comprometeriam, inclusive os benefícios ambientais por ela proporcionados, uma vez que as emissões não seriam precificadas de acordo com seus danos marginais. A melhor abordagem, portanto, seria internalizar os efeitos de emissões de GEE por meio da taxa de carbono e realizar os devidos ajustes distributivos por meio de impostos sobre renda ou sobre a folha de pagamentos.

### **2.5.2.2 O dividendo duplo**

O principal objetivo da imposição de um preço sobre o uso de recursos ambientais ou emissão de poluentes é alterar seu custo de oportunidade de forma que, os agentes, em sua tomada de decisão, atinjam o nível ótimo de produção. A diminuição da degradação ambiental constitui o objetivo primário da política ambiental, ou o primeiro dividendo da tributação ambiental.

Entretanto, essa medida gera uma receita, que pode ser utilizada para cobrir gastos anteriormente contemplados com recursos provenientes de outras fontes. Ela possibilita que se transfira a oneração sobre fatores positivos, como o capital e o trabalho, para aquilo que não é desejável, no caso a poluição e a exaustão de recursos naturais (SEROA DA MOTTA, 2006; BARANZINI *et al*, 2000). Os tributos convencionais sobre fatores, renda e valor adicionado geralmente são distorcivos e impossibilitam o mercado de maximizar seus níveis de bem-estar e alcançar o produto ótimo. Logo, uma reforma ambiental cuja receita permitisse que se reduzisse a sobrecarga sobre estes fatores geraria o chamado dividendo duplo (SEROA DA MOTTA, 2006).

PARRY (1997 em ZHANG e BARANZINI, 2004) aponta que a existência do dividendo duplo depende de dois efeitos distintos. Como uma taxa de carbono funciona de forma adicional ao sistema tributário existente, e portanto a impostos distorcivos (por exemplo sobre trabalho e capital), ela pode contribuir para a redução dos níveis de emprego e investimento. Este é um efeito relacionado à interação da taxa de carbono com outros tributos já existentes, que aumenta o custo de redução de emissões de carbono. Por outro lado, a receita advinda de uma taxa de carbono pode ser utilizada para reduzir impostos distorcivos, gerando um ganho econômico. Este efeito está relacionado à forma como se recicla a receita da taxa de carbono. O custo total de uma taxa de

carbono dependerá do peso relativo de cada um destes efeitos, tornando-se uma questão essencialmente empírica.

FERNÁNDEZ *et al* (2011) apontam a possibilidade obtenção de um dividendo duplo ao se impor uma taxa sobre o uso de energia para corrigir a externalidade causada por emissões de CO<sub>2</sub> que possibilita reduzir a oneração sobre a renda<sup>15</sup>.

HOURCADE (1996 em BARANZINI *et al*, 2000) aponta ainda a possibilidade de um dividendo duplo ambiental: a redução de emissões de GEE pode implicar em uma redução de emissões de poluentes locais.

Conclui-se que a forma como a receita auferida com a taxa é utilizada determina a existência ou não do chamado dividendo duplo, que permite que se utilize mais intensamente fatores como trabalho e capital, gerando melhorias em aspectos econômicos tais como níveis de produto e emprego. VAN HEERDEN *et al* (2006) apontam a possibilidade de se obter um ‘dividendo triplo’ (ou um dividendo duplo social), no qual a reciclagem da taxa contribui para reduzir os níveis de desigualdade.

Como a destinação da receita para fins sociais tem grande apelo político em países em desenvolvimento (SEROA DA MOTTA, 2006), o impacto de uma taxa de carbono sobre a distribuição de renda poderia ser determinante para seu grau de aceitabilidade.

STAVINS (2000) sugere, no contexto doméstico, uma combinação de instrumentos domésticos, tais como, certificados negociáveis e taxas sobre emissões. No caso dos certificados, uma distribuição de permissões gratuitas com base nas emissões históricas seria adequada para o curto prazo, seguida de uma taxa sobre emissões de carbono no longo prazo. No entanto, no que tange à nivelção dos esforços a nível internacional, a taxa poderia trazer uma série de dificuldades. A harmonização do sistema requer que as medidas sejam equivalentes para todos os países. No entanto, devido a diferentes dotações de recursos naturais, padrões de consumo e produção e posicionamento perante os impactos das mudanças climáticas, a taxa pode não ser ideal.

---

<sup>15</sup> Para um maior debate acerca da possibilidade de dividendo duplo ver BOVENBERG e GOULDER (2002).



### 2.5.3 A hipótese de equivalência entre taxas de carbono e sistemas *cap-and-trade*

O presente trabalho simula a imposição de uma cobrança pela tonelada de gases causadores do efeito estufa emitida. Este exercício assemelha-se à imposição de uma taxa de carbono na economia, o que no caso da economia brasileira seria de difícil implementação, devido à resistência a aumentos da carga tributária. Considera-se, entretanto, que os efeitos da implementação de uma taxa de carbono seriam equivalentes ao de um sistema *cap-and-trade*, este mais factível na economia brasileira. Apresenta-se a seguir alguns conceitos de programação linear capazes de corroborar esta hipótese.

Todo modelo de programação linear possui um segundo modelo correspondente, formado pelos mesmos parâmetros porém disposto de maneira distinta. É a chamada dualidade, que determina que a solução ótima de primeiro, o chamado primal, fornece informações complementares sobre o segundo, o dual (PANNE, 1975).

Por exemplo, seja o modelo primal o seguinte problema de maximização:

$$\text{Max } Z = c \cdot x \quad (\text{eq. 2.1})$$

s.a.

$$A \cdot x \leq b$$

$$x \geq 0$$

Associada a cada restrição há uma variável dual  $\pi$ . Dessa maneira, o dual do problema acima será:

$$\text{Mín } D = b' \cdot \pi \quad (\text{eq. 2.2})$$

s.a.

$$A' \cdot \pi \geq c'$$

$$\pi \geq 0$$

Considera-se que em um mercado perfeitamente competitivo, a aplicação de uma taxa de carbono equivaleria ao estabelecimento de um sistema de *cap-and-trade* no que diz respeito à solução ótima e a seus impactos, pois considera-se que existe uma dualidade entre as duas alternativas. Ressalta-se, entretanto, que esta equivalência é aceita no caso de um sistema *cap-and-trade* no qual as licenças são vendidas, e não concedidas gratuitamente.

A seguir, apresenta-se uma breve revisão da literatura acerca da implementação de taxas de carbono em países em desenvolvimento, na qual é dada especial atenção às questões relacionadas a desigualdade de renda.

#### **2.5.4 Taxas de carbono e seus efeitos distributivos em países em desenvolvimento**

Como apontado por BRENNER *et al* (2007), os resultados encontrados para este tipo de estudo em países desenvolvidos, nos quais conclui-se que taxas de carbono são majoritariamente regressivas, não devem ser generalizados para países em desenvolvimento, uma vez que há diferenças consideráveis no que diz respeito aos meios de transporte utilizados, calefação, bens industrializados consumidos e o uso de biocombustíveis. No caso do Brasil, destaca-se ainda a magnitude do setor informal e a quantidade de emissões provenientes da agropecuária e do uso do solo em geral.

BRENNER *et al* (2007) utilizam um modelo estático para simular a imposição de uma taxa de carbono sobre o uso de combustíveis fósseis na China. Seus resultados sugerem que haveria um efeito progressivo, em função dos diferentes padrões de gastos observados. Famílias de áreas urbanas, cuja renda média é consideravelmente maior do que nas áreas rurais, possuem padrões de gastos mais carbono-intensivos, pois consomem mais eletricidade e bens industrializados. Já famílias rurais gastam uma parcela maior de sua renda com alimentação, que possui uma menor intensidade de carbono. Caso a receita da taxa fosse reutilizada na forma de uma transferência direta igualitária entre todas as famílias, o efeito seria fortemente progressivo. As sete primeiras classes de gastos<sup>16</sup> pagariam menos com a taxa do que receberiam com os dividendos, enquanto o contrário ocorreria com as três últimas classes com maiores gastos.

---

<sup>16</sup> Os autores optam por ordenar as famílias em função de seus gastos, e não de suas rendas, argumentando que os gastos seriam uma *proxy* mais adequada para a renda intertemporal e menos sujeita a choques transitórios.

GONZÁLEZ (2012) desenvolve um modelo de equilíbrio geral para analisar os efeitos distributivos de uma taxa de carbono entre diferentes classes de renda no México. Há duas formas de reutilização da receita: desoneração de impostos sobre manufatura<sup>17</sup> e por meio de um subsídio alimentar. A distribuição dos custos inerentes à taxa varia de acordo com a forma como a mesma é reciclada. Foram encontrados efeitos regressivos quando a taxa é reciclada desonerando impostos sobre a manufatura e de efeitos progressivos quando a mesma é utilizada para prover um subsídio alimentar às famílias. Esta alternativa também gera uma maior redução nas emissões de GEE. Isto ocorre porque a redução de impostos sobre a manufatura contribui para que haja um aumento na demanda por estes bens e serviços, emissores de GEE, reduzindo a efetividade da imposição da taxa sobre a economia. Ademais, o nível de bem-estar é maior quando se distribui o subsídio alimentar: esta medida gera uma redução menor da renda real e uma redução maior das emissões de GEE. Portanto, a alternativa que distribui os custos da taxa de carbono de forma progressiva também gera um maior nível de bem-estar. Neste caso, não há *trade-off* entre eficiência e equidade.

TIMILSINA e SHRESTA (2002) utilizam um modelo de equilíbrio geral estático para analisar os impactos ambientais e econômicos de uma taxa de carbono sobre gás, produtos do petróleo e carvão na Tailândia. O valor da taxa varia de US\$10/tC a US\$40/tC e foram contemplados dois esquemas de reciclagem: transferência direta para as famílias e utilização da receita para reduzir o nível de impostos já existentes sobre a renda, sendo que em ambos os casos a receita do governo foi mantida neutra. Conclui-se que os aspectos econômicos como níveis de bem-estar e PIB são afetados pela forma como se utiliza a receita da taxa mas os aspectos ambientais, por exemplo níveis de emissões de CO<sub>2</sub> e outros GEE, não. Para todos os níveis simulados, o custo econômico da taxa (ex: perda de bem-estar) foram menores quando a receita foi utilizada para financiar reduções em impostos sobre a renda do que por meio de transferência direta. Dos 21 setores que compõem a economia tailandesa no modelo, sendo 6 energéticos, 14 apresentaram redução do produto setorial. O estudo também verifica que a taxa acarretaria reduções de SO<sub>2</sub> mais que proporcionais às reduções de CO<sub>2</sub>.

CHEN e TIMILSINA (2012) simulam o impacto de uma taxa de carbono sobre o uso de energia e processos industriais para o Brasil entre 2010 e 2040. Consideram diferentes graus de efetividade para o Plano Nacional de Mudança do Clima, devendo estes setores compensar as reduções de desmatamento previstas que não forem concretizadas. No caso de completa efetividade do PNMC e uma taxa de carbono cuja receita fosse reciclada na forma de transferência direta para as famílias, os níveis de PIB se manteriam praticamente inalterados. Quando a mesma é utilizada

---

<sup>17</sup> Considera como manufatura quaisquer bens e serviços não-agrícolas.

para reduzir impostos sobre a força de trabalho, observa-se um duplo dividendo: há redução nas emissões de GEE e aumento do PIB. Uma terceira alternativa propõe que metade da receita seja utilizada para financiar investimentos em energia eólica e metade seja repassada às famílias. Nesse caso, haveria uma leve redução do PIB, similar ao caso em que toda a receita é repassada às famílias.

VAN HEERDEN *et al* (2006) calculam os impactos sobre o nível de emissões de GEE, PIB, emprego e pobreza na África do Sul de 4 diferentes tipos de taxa: (1) sobre emissões de GEE; (2) sobre combustíveis; (3) sobre eletricidade; e (4) sobre energia. As formas de reciclagem das taxas podem ser três: redução direta de impostos sobre trabalho e capital, redução indireta de impostos para as famílias ou redução nos preços dos alimentos. Adicionalmente, a economia sul-africana é dividida em 12 classes de renda e 4 grupos raciais. O estudo conclui que as melhores opções analisadas seriam a taxa de carbono ou a taxa sobre combustíveis, ambas quando recicladas para reduzir o preço dos alimentos, pois haveria o chamado dividendo triplo (redução de emissões de GEE, aumentos dos níveis de PIB e emprego e redução da pobreza). A taxa de carbono ainda proporcionaria uma redução maior dos níveis de emissões de GEE mas a taxa sobre combustíveis contribuiria mais para reduzir a pobreza.

Com um tipo diferente de abordagem, LIANG e WEI (2012) utilizam um modelo de equilíbrio geral recursivo dinâmico para analisar os efeitos distributivos de uma taxa de carbono sobre as disparidades existentes entre os meios urbano e rural na China. Seus resultados sugerem que a imposição de uma taxa de carbono contribuiria para aumentar as disparidades entre os meios urbano e rural, além de reduzir os níveis de bem-estar de ambas as categorias, especialmente a rural. Entretanto, caso a receita da taxa fosse utilizada para reduzir impostos indiretos ou para realizar transferências para as famílias, seria possível reduzir as disparidades entre os meios urbano e rural. A redução de impostos indiretos não é capaz de contribuir para a redução do *gap* entre famílias rurais e urbanas, mas reduz os efeitos negativos sobre o bem-estar das famílias no longo prazo. Combinada ao aumento das transferências do governo para as famílias do meio rural, este se configuraria no melhor esquema de reciclagem da receita da taxa de carbono para a China.

Outros estudos acerca de taxas de carbono em países em desenvolvimento são FISHER-VANDEN *et al* (1997), SHAH e LARSEN (1992) e JENSEN e TARR (2002) mas a literatura sobre este tópico ainda é bastante incipiente, especialmente no que diz respeito aos impactos sobre a desigualdade de renda.

Neste trabalho será analisada a adoção de taxas de carbono que possam contribuir para redução das emissões de gases de efeito estufa e para melhoria na distribuição de renda da população. Para isto, será utilizada uma matriz de contabilidade social, que pode ser considerada

uma matriz insumo-produto mais completa e permite se utilizar uma abordagem de equilíbrio geral. A análise, dessa maneira, será estática, apenas para o ano de 2005.

### **3. Fundamentos de Matriz Insumo-Produto, Matriz Insumo-Produto Ambiental e Matriz de Contabilidade Social**

#### **3.1 Matriz Insumo-Produto**

A análise insumo-produto teve início com Wassily Leontief e seu trabalho seminal intitulado ‘Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States’ (LEONTIEF, 1936), que representa os primeiros trabalhos acerca das relações intersetoriais de uma economia (FEIJÓ *et al*, 2007).

Uma matriz de insumo-produto é compreendida como uma matriz de coeficientes técnicos diretos que denota o quanto determinada atividade econômica necessita consumir das demais atividades para que possa produzir uma unidade monetária adicional. (IBGE, 2008). No modelo, a economia é constituída por setores que produzem bens e serviços (produtos) mas que, para tal, consomem bens e serviços (insumos) de outros setores. Há, portanto, fluxos monetários de produtos de um determinado setor para outro para que possam ser produzidos os bens e serviços da economia. O escopo de um modelo insumo-produto contempla um período determinado de tempo (ex: um ano) e um recorte geográfico (ex: país, região, município, etc.) (MILLER e BLAIR, 2009).

A partir desta matriz é desenvolvido o modelo de Leontief que possibilita calcular a produção de cada atividade, a partir de uma demanda final exógena (IBGE, 2008).

##### **3.1.1 O modelo de insumo-produto**

Seja  $X_i$  a produção total da atividade  $i$ . Este total pode ter como destino o consumo intermediário por outros setores da economia ou a demanda final, que geralmente é composta por exportações de bens e serviços (XP), consumo da administração pública (CG), consumo das famílias (CF), formação bruta de capital fixo (FBCF) e variação de estoques (VE).

O consumo intermediário da atividade  $i$  é composto por  $\sum z_{ij}$ , sendo  $z_{ij}$  a demanda da atividade  $j$  pelo produto da atividade  $i$ .

A demanda final da atividade  $i$  é  $F_i$ , onde

$$F_i = XP + CG + CF + FBCF + VE \quad (\text{eq. 3.1})$$

Há duas hipóteses fundamentais com relação ao sistema econômico no modelo de insumo-produto (FEIJÓ *et al*, 2007):

1) Homogeneidade: cada produto é fornecido por uma única atividade (e somente uma tecnologia é utilizada para produzir um produto);

2) Proporcionalidade: os insumos consumidos por cada atividade são uma função somente do nível de produção desta atividade.

Assim, seja uma economia com  $n$  setores e  $m$  produtos. Temos então o seguinte sistema de  $n$  equações lineares<sup>18</sup>:

$$\begin{aligned} x_1 &= z_{11} + z_{12} + \dots + z_{1m} + f_1 \\ x_2 &= z_{21} + z_{22} + \dots + z_{2m} + f_2 \\ x_n &= z_{n1} + z_{n2} + \dots + z_{nm} + f_n \end{aligned} \quad (\text{eq. 3.2})$$

que podem ser escritas na forma matricial:

$$\begin{aligned} X &= \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \\ Z &= \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \dots & z_{nm} \end{bmatrix} \\ F &= \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\text{sendo } X = Z + F \quad (\text{eq. 3.3})$$

---

<sup>18</sup> No modelo,  $n$  deve ser igual a  $m$ , de modo que seja possível a inversão de matrizes.

O coeficiente  $a_{ij}$  denota a quantidade de produto da atividade  $i$  necessária como insumo para a produção de uma unidade de produto final da atividade  $j$ , sendo:

$$a_{ij} = z_{ij} / x_j \quad (\text{eq. 3.4})$$

Logo, tem-se:

$$x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \quad (\text{eq. 3.5})$$

$$x_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + f_2$$

$$x_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + f_n$$

ou, sob a forma matricial:

$$X = A.X + F \quad (\text{eq. 3.6})$$

sendo

$$X - A.X = F$$

$$X = (I - A)^{-1}.F \quad (\text{eq. 3.7})$$

Sendo  $L = (I - A)^{-1}$ , temos:

$$X = L.F \quad (\text{eq. 3.8})$$

A matriz  $A$ , de ordem  $n \times m$ , é chamada de matriz de coeficientes técnicos diretos e a matriz  $L = (I - A)^{-1}$ , também de ordem  $n \times m$ , de matriz de coeficientes técnicos totais (diretos e indiretos) ou 'matriz de Leontief'. A análise destes coeficientes permite constatar uma das limitações da análise insumo-produto: as funções de produção inerentes ao modelos consideram retornos constantes de escala, não permitindo a substituição entre fatores de produção (PERMAN *et al*, 2003).



### **3.1.1.1 Multiplicadores na análise insumo-produto<sup>19</sup>**

A principal forma como modelos de insumo-produto são utilizados é por meio da análise dos impactos sobre a economia estudada de mudanças de curto prazo em elementos que são exógenos à mesma. Isto é realizado por meio dos multiplicadores do modelo, que permitem que se faça diversos tipos de análise. Em geral, são observados os efeitos sobre o nível de produto dos setores da economia, a renda recebida pelas famílias, a geração de empregos em cada setor e o valor adicionado criado por cada setor da economia em função destes novos níveis de produto. Alguns exemplos são uma alteração do gasto do governo com defesa nacional ou da demanda das famílias por veículos de passeio.

#### **3.1.1.1.1 Matriz de insumo-produto fechada**

Para a plena compreensão da análise de multiplicadores dos modelos de insumo-produto, é necessário fazer a distinção entre modelos abertos e fechados.

O modelo de insumo-produto básico considera variáveis endógenas e exógenas. As exógenas não são determinadas pelo modelo e fazem parte da demanda final, que é composta pelas exportações, consumo da administração pública, consumo das famílias e investimento/variação de estoques. No entanto, esta estrutura pode ser modificada para tornar endógena alguma variável que se queira determinar pelo modelo. Esta técnica é comumente aplicada para o consumo das famílias. Parte da renda das famílias advém da remuneração da mão-de-obra oferecida por elas como insumo aos setores produtivos. O aumento na produção de um setor requer mais mão-de-obra e, o aumento na remuneração das famílias por sua vez permite que estas aumentem seus níveis de consumo, que geralmente representam uma parcela considerável da demanda final na economia<sup>20</sup>.

Um modelo é considerado fechado quando um ou mais elementos da demanda final é trazido para dentro das interrelações setoriais, isto é, é endogeneizado. Qualquer elemento da demanda final pode ser endogeneizado, mas este procedimento é mais usualmente realizado para o setor das famílias.

---

<sup>19</sup> Esta seção foi amplamente baseada em MILLER e BLAIR (2009).

<sup>20</sup> Em 2005, o consumo das famílias representava aproximadamente 51% do total da demanda final. Fonte: IBGE (2011)

Para tanto, adiciona-se uma linha  $[z_{n+1,1}, \dots, z_{n+1,n}]$  contendo a distribuição da renda do setor das famílias decorrente da remuneração por serviços de mão-de-obra e uma coluna  $\begin{bmatrix} z_{1,n+1} \\ \vdots \\ z_{n,m+1} \end{bmatrix}$  contendo a estrutura de gastos do setor das famílias distribuída entre os setores produtivos.

A equação  $X = Z.F$  é modificada para:

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + z_{i,n+1} + f_i^* \quad (\text{eq. 3.9})$$

sendo  $f_i^*$  a demanda final da economia exclusive o setor das famílias, que passa a ser representada por  $z_{i,n+1}$ .

Da manipulação advém também uma nova equação para o produto total das famílias, qual seja:

$$x_{n+1} = z_{n+1,1} + \dots + z_{n+1,j} + \dots + z_{n+1,n} + z_{n+1,n+1} + f_{n+1}^* \quad (\text{eq. 3.10})$$

Os coeficientes relativos às famílias funcionam da mesma forma que os restantes. A demanda do setor  $j$  por mão-de-obra,  $z_{n+1,j}$ , dividida pelo produto total do setor  $x_j$  equivale ao valor de serviços de mão-de-obra utilizados para produzir uma unidade monetária de produto do setor  $j$  ( $a_{n+1,j} = z_{n+1,j}/x_j$ ). Analogamente, o consumo do setor  $i$  pelas famílias,  $z_{i,n+1}$ , dividido pelo produto total das famílias,  $x_{n+1}$ , equivale ao coeficiente de consumo das famílias ( $a_{i,n+1} = z_{i,n+1}/x_{n+1}$ ) para o produto do setor  $i$ . Uma das limitações desta abordagem é o fato de que o comportamento das famílias torna-se inflexível, assim como o comportamento dos setores produtivos.

Dessa forma, temos que:

$$x_i = a_{i1}x_1 + \dots + a_{in}x_n + a_{i,n+1}x_{n+1} + f_i^* \quad (\text{eq. 3.11})$$

e

$$x_{n+1} = a_{n+1,1}x_1 + \dots + a_{n+1,m}x_n + a_{n+1,m+1}x_{n+1} + f_{n+1}^* \quad (\text{eq. 3.12})$$

Seja o vetor-linha de coeficientes de mão-de-obra ( $a_{n+1,j} = z_{n+1,j} / x_j$ )  $h_r = [a_{n+1,1}, \dots, a_{n+1,m}]$  e o vetor-coluna de coeficientes de consumo das famílias ( $a_{i,n+1} = z_{i,n+1} / x_{n+1}$ )  $h_c = \begin{bmatrix} a_{1,m+1} \\ \vdots \\ a_{n,m+1} \end{bmatrix}$ .

Seja, ainda,  $h = a_{n+1,m+1}$ . A matriz  $\bar{A}$  é a matriz de coeficientes técnicos fechadas com relação às famílias:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} A & h_c \\ h_r & h \end{bmatrix}.$$

$$\text{Sejam } \bar{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_{n+1} \end{bmatrix}$$

$$\text{e } \bar{F} = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_{*n} \\ f_{*n+1} \end{bmatrix}$$

$$\text{então } (I - \bar{A}) \bar{X} = \bar{F} \quad (\text{eq. 3.13})$$

$$\text{e } \bar{X} = (I - \bar{A})^{-1} \bar{F} = \bar{L} \bar{F} \quad (\text{eq. 3.14})$$

$$\text{onde } \bar{L} = (I - \bar{A})^{-1} \quad (\text{eq. 3.15})$$

### 3.1.1.1.2 Multiplicadores de produto

Sendo  $X = L.F$ ,  $\Delta X = L.\Delta F$ , o efeito total de uma alteração na demanda final de um dos setores de atividade da economia é dado pela soma das colunas de  $\Delta X$ .

Por exemplo, suponhamos uma economia com 2 setores de atividade na qual

---

<sup>21</sup> Algumas dificuldades podem advir da utilização de modelos de insumo-produto fechados. Nestes modelos há um maior número de incógnitas do que de equações, gerando problemas de indeterminação, especialmente quando se trabalha com modelos de equilíbrio geral computável.

$$A = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.25 \\ 0.20 & 0.05 \end{bmatrix} \text{ e } L = \begin{bmatrix} 1.254 & 0.330 \\ 0.264 & 1.122 \end{bmatrix}.$$

$\Delta F = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$  significa um aumento de uma unidade monetária na demanda final do setor 1.

$$\Delta X = \begin{bmatrix} 1.254 & 0.330 \\ 0.264 & 1.122 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.254 \\ 0.264 \end{bmatrix}$$

Isto significa que é requerido do setor 1 o adicional de \$1.254, sendo \$1 correspondente ao aumento inicial (chamado efeito inicial) e \$0.254 correspondente a demandas intra ou interindústrias. O aumento de \$0.264 na produção do setor 2 corresponde exclusivamente a demandas intra ou interindústrias.

O multiplicador de produção do setor 1  $m(1)$  é, portanto a razão entre a soma da coluna correspondente ao setor e o aumento em sua demanda final:

$$m(1) = \$1.518/\$1 = 1.518, \text{ um número adimensional.}$$

Em termos gerais, o multiplicador do setor  $j$  é  $m(o)_j = \sum_{i=1}^n l_{ij}$ , onde  $l_{ij}$  são os elementos da matriz  $L$ . Este tipo de multiplicador, no entanto, capta apenas os efeitos diretos e indiretos de uma alteração na demanda final e por isso são chamados de multiplicadores simples.

Quando se trabalha com uma matriz fechada com relação a um dos setores da demanda final, é possível captar os efeitos diretos, indiretos e induzidos<sup>22</sup> de uma alteração na demanda final. Estes multiplicadores são chamados, neste caso, de multiplicadores totais.

### 3.1.1.1.3 Multiplicadores de renda e emprego

Em geral, a análise de insumo-produto procura avaliar impactos econômicos da nova demanda final sobre o nível de emprego, renda das famílias, entre outros, e não apenas sobre o nível de produto setorial. O impacto de alterações na demanda final sobre as famílias pode ser avaliado

---

<sup>22</sup> Os efeitos induzidos são captados quando se torna o consumo das famílias (ou outra variável exógena) endógeno. Neste caso, são determinados no modelo os efeitos induzidos pelo consumo das famílias.

de acordo com a renda gerada, ou seja, em termos monetários, ou com a quantidade de empregos correspondente, isto é, em termos físicos.

É possível aferir impactos de alterações na demanda final da economia de forma semelhante à análise de produto setorial, ao reescrever os coeficientes da matriz  $L$  sob a forma de coeficientes de insumo do fator trabalho (ex: salários recebidos por unidade de produto), que podem ser representados pelo vetor-linha  $[a_{n+1,1}, \dots, a_{n+1,m}]$ . Seja  $h' = [z_{n+1,1}, \dots, z_{n+1,m}]$ , então  $h'_c = h'x^{-1}$  representa a linha de coeficientes de insumos das famílias (como detentoras do fator trabalho). Em termos monetários, estes são os elementos  $[a_{n+1,1}, \dots, a_{n+1,m}]$  utilizados para fechar o modelo com relação às famílias, indicando a renda recebida por elas por uma unidade monetária de produto setorial.

Em um modelo com apenas dois setores,  $\Delta F = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ , a matriz de impacto sobre o produto setorial  $L$  é ponderada de forma a incorporar os impactos no nível de renda das famílias, passando, portanto, a ser escrita como

$$L_{hh} = \begin{bmatrix} l_{11} \cdot a_{n+1,1} \\ l_{21} \cdot a_{n+1,2} \end{bmatrix}$$

$$\text{Em termos gerais, } m(h)_j = \sum_{i=1}^n a_{n+1,i} l_{ij} \quad (\text{eq. 3.16})$$

O exemplo acima ilustra o caso de multiplicadores de renda das famílias, mas pode ser utilizado também para se analisar a quantidade de empregos gerada ou a quantidade de gases causadores do efeito estufa emitidos. Ademais, esta análise pode ser realizada tanto para exemplos em que as famílias são exógenas ao modelo, captando apenas os efeitos diretos e indiretos, quanto para matrizes fechadas com relação às famílias, quando é possível captar os efeitos totais sobre a economia.

#### 3.1.1.1.4 Multiplicadores do tipo I e II

Na análise de produto setorial, o efeito inicial de um aumento de uma unidade monetária de produto no setor  $j$  corresponde exatamente ao aumento na produção do setor. Este novo nível de

produto, entretanto, representa também um aumento de  $a_{n+1,j}$  na remuneração dos trabalhadores do setor  $j$ . Dessa forma,  $a_{n+1,j}$  pode ser considerado o efeito inicial de renda de uma nova demanda final para o setor  $j$ .

O chamado multiplicador de renda do tipo I é, portanto, um outro tipo de multiplicador simples, uma vez que incorpora efeitos diretos e indiretos de um modelo aberto. Ele é constituído por um numerador que contém o multiplicador de renda simples e um denominador que contém o efeito inicial da renda sobre o trabalho, ou seja:

$$m(h)_j^I = \frac{\sum_{i=1}^n a_{n+1,i} l_{ij}}{a_{n+1,j}} = \frac{m(h)I_j}{a_{n+1,j}} \quad (\text{eq. 3.17})$$

Quando este cálculo é realizado para um modelo fechado com relação às famílias, o multiplicador passa a ser chamado de multiplicador de renda do tipo II, capaz de captar, além dos efeitos diretos e indiretos, os efeitos induzidos, que incorporam o aumento no gasto das famílias decorrente do aumento no seu nível de renda.

Multiplicadores do tipo I geralmente subestimam os impactos econômicos, uma vez que o setor das famílias é exógeno ao modelo e sua atividade não é adequadamente incorporada. Multiplicadores do tipo II, por sua vez, tendem a uma superestimação, pois trabalham com hipóteses rígidas relacionadas à renda do trabalho e ao perfil de gastos do consumidor, no caso, as famílias. OOSTERHAVEN, PIEK e STELDER (1986, em MILLER e BLAIR, 2009) sugerem que estes multiplicadores, do tipo I e II, funcionam como limite superior e inferior dos verdadeiros efeitos indiretos de uma alteração na demanda final.

### 3.1.2 A construção da Matriz Insumo-Produto para o Brasil no ano de 2005

A matriz de insumo-produto nacional é apresentada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para cada cinco anos. A última versão fornecida tem 2005 como ano base e apresenta a economia brasileira dividida em 55 atividades produtivas e 110 produtos.

Em função de objetivos específicos, no presente trabalho optou-se por construir uma matriz de insumo-produto própria, com apenas 8 setores produtivos. No entanto, as diretrizes utilizadas são as mesmas da matriz de insumo-produto nacional fornecida pelo IBGE (2008). Outras

referências complementares são MILLER e BLAIR (2009), GRIJÓ e BÊRNI (2006), GUILHOTO (2004) E ONU (1999).

### 3.1.2.1 Fontes de dados

Os dados básicos necessários para a construção da matriz de insumo-produto são encontrados em duas tabelas distintas fornecidas pelo IBGE (2008): a tabela de Usos e Recursos (TRU) e a Tabela de Produção. A TRU apresenta as informações sobre a estrutura de produção da economia brasileira, a origem setorial da renda e sua repartição primária entre remunerações (salários e contribuições sociais), excedente operacional bruto, rendimento misto bruto e impostos e subsídios.

**Figura 11 – Componentes das tabelas de Usos e Recursos**

	Produtos Nacionais	Atividades	Demanda Final	Valor da Produção
Produtos Nacionais		Un	Fn	q
Produtos Importados		Um	Fm	
Atividades	V		E	g
Impostos		Tp	Te	
Valor Adicionado		y'		
Valor da Produção	q'	g'		

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008)

A **Figura 11** ilustra os componentes das tabelas de Usos e Recursos, sendo (IBGE, 2008):

**V** - matriz de produção, apresenta para cada atividade o valor da produção de cada um dos produtos;

**q** - vetor com o valor bruto da produção total por produto;

**Un** - matriz de consumo intermediário nacional, apresenta para cada atividade o valor

dos produtos de origem interna consumidos;

**Um** - matriz de consumo intermediário importado, apresenta para cada atividade o valor dos produtos de origem externa consumidos;

**Fn** - matriz da demanda final por produtos nacionais, apresenta o valor dos produtos de origem interna consumidos pelas categorias da demanda final (consumo final das administrações públicas, consumo final das instituições sem fins de lucro a serviço das famílias, consumo final das famílias, exportações, formação bruta de capital fixo e variação de estoques);

**Fm** - matriz da demanda final por produtos importados, apresenta o valor dos produtos de origem externa consumidos pelas categorias da demanda final;

**E** - matriz da demanda final por atividade, representa a parcela do valor da produção de uma atividade destinada à demanda final. Estes dados não são observados, são calculados a partir de  $F_n$ ;

**Tp** - matriz dos valores dos impostos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre bens e serviços absorvidos (insumos) pelas atividades produtivas;

**Te** - matriz dos valores dos impostos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre bens e serviços absorvidos pela demanda final;

**g** - vetor coluna com o valor bruto da produção total por atividade;

**y** - vetor coluna com o valor adicionado total gerado pelas atividades produtivas. É considerado como um vetor por medida de simplificação; na prática é uma matriz por atividade com o valor adicionado a custo de fatores e a preços básicos, as remunerações (salários e contribuições sociais), o excedente bruto operacional (obtido por saldo) e os impostos e subsídios incidentes sobre as atividades.

Os valores das tabelas de Usos e Recursos são apresentados em preços básicos, que não incluem margens de comércio e de transporte por produto ou impostos sobre produtos. Esta opção produz um maior grau de homogeneidade entre os valores, uma vez que estes componentes geralmente estão sujeitos a variações não relacionadas com o processo de produção (IBGE, 2008).



Alguns dados complementares da tabela de Usos e Recursos foram extraídos de GUILHOTO e SESSO FILHO (2010), dentre os quais as importações de bens e serviços de cada setor e o valor pago por eles em uma série de impostos (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS); Imposto sobre Produtos Industrializados e ISS (IPI/ISS); Outros Impostos Indiretos Líquidos (OILL); e Imposto de Importação (IIMP)).

### **3.1.2.2 Agregação dos setores da Matriz Insumo-Produto**

Para atender aos objetivos do trabalho, foi necessário agregar os 110 produtos e 56 setores iniciais<sup>23</sup> em uma matriz quadrada de 8 setores (8x8). De acordo com MILLER e BLAIR (2009), a abordagem ‘produto-por-setor’ permite que se leve em conta o fato de que um setor pode produzir diferentes produtos. Além do produto principal, podem ser produzidos produtos secundários e subprodutos. Ademais, a organização dos dados desta forma possibilita um maior grau de compatibilização com as contas nacionais em geral. No entanto, devido à ausência de dados para análise das emissões, o presente trabalho apresenta os dados agregados em oito diferentes setores, quais sejam: Agropecuário, Florestas, Energia - Outros, Industrial, Energia Elétrica, Transporte, Serviços e Resíduos. A agregação teve como objetivo permitir a compatibilização dos fluxos monetários referentes às contas nacionais com os dados de emissões de gases do efeito estufa disponíveis em LA ROVERE *et al* (2013) e no Inventário de Emissões da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2010).

O setor ‘Agropecuário’ compreende os produtos provenientes da agricultura e da pecuária.

O setor ‘Florestas’ abrange os produtos da exploração florestal e da silvicultura.

O setor ‘Energia - Outros’ inclui fontes primárias e secundárias de energia com exceção de eletricidade, que foi tratada como um setor à parte. O gás de cidade está contemplado no setor ‘Energia - Outros’ e representa uma parcela do setor original da MIP ‘Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana’.

---

<sup>23</sup> A tabela de Usos e Recursos utilizada contém 56 setores, pois inclui o setor ‘Serviços Domésticos’, que não consta na matriz de insumo-produto do IBGE.

O setor 'Industrial' compreende todas as atividades da indústria brasileira, dentre elas a mineração, manufatura, indústria de transformação, beneficiamento de alimentos e bebidas, têxtil, papel e celulose, cimento, químicos, entre outras.

O setor 'Energia Elétrica' é composto pelas atividades relacionadas à geração, distribuição e transmissão de energia elétrica no país. Estes dados representam uma parcela do setor original das Contas Nacionais 'Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana', o mesmo utilizado para se obter os dados para o gás de cidade.

O setor 'Transporte' abrange as atividades relacionadas ao transporte de passageiros e de carga.

O setor 'Serviços' é composto por todas as atividades relacionadas a serviços de construção, comércio, aluguel, educação, saúde, serviços financeiros, entre outros.

Por fim, o setor 'Resíduos' é composto das atividades relacionadas a esgoto e limpeza urbana e, assim como o setor 'Energia Elétrica', representa uma parcela do setor 'Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana' das Contas Nacionais.

A compatibilização encontra-se no Anexo I e foi realizada tanto para a tabela de Usos e Recursos quanto para a matriz de Produção transposta. A necessidade de se transpor a matriz reside no fato de que a matriz de Produção original contém os setores nas linhas e os produtos nas colunas, enquanto que o inverso ocorre na tabela de Usos e Recursos.

De acordo com tabela de Usos e Recursos, as atividades relativas à agricultura e à pecuária (setor 'Agropecuário' na SAM desenvolvida para este trabalho) representam cerca de 94,7% do setor 'Agricultura, silvicultura, exploração florestal', enquanto aquelas referentes à silvicultura e exploração florestal ('Florestas') representam 5,3%.

De acordo com o IBGE (comunicação pessoal), analogamente ao que ocorre com o setor de 'Agricultura, silvicultura, exploração florestal', a energia elétrica (setor 'Energia Elétrica') representa aproximadamente 74,2% do setor 'Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana' nas Contas Nacionais. Cerca de 7,4% são referente ao gás de cidade, alocados no setor 'Energia - Outros', e 18,4% são referentes a esgoto e limpeza urbana, que representam o setor 'Resíduos'. Estas proporções foram utilizadas durante a agregação dos produtos e setores descrita acima.

Outros elementos que compõem as linhas da MIP tais como importações, impostos, remunerações, excedente operacional bruto, etc. (submatriz y') encontravam-se disponíveis anteriormente à obtenção da MIP na tabela de Usos e Recursos. Após a agregação setorial já descrita, foram apenas transcritos para a MIP.

### 3.1.3 Relações contábeis das MIP e cálculo do coeficientes técnicos

Considerando  $i=\{\text{produtos}\}$  e  $j=\{\text{atividades}\}$ , tem-se:

#### Valor da produção por produto:

$$q = U_n \cdot i + F_n$$

onde

$$q_i = \sum_j u_{ij} + F_{ni} \quad (\text{eq. 3.18})$$

$$q = V' \cdot i$$

onde

$$q_i = \sum_j v'_{ji} \quad (\text{eq. 3.19})$$

#### Valor da produção por atividade:

$$g = V \cdot i \quad (\text{eq. 3.20})$$

onde

$$g_j = \sum_i v_{ij}$$

#### Valor da produção total:

$$\sum_i q_i = \sum_j g_j \quad (\text{eq. 3.21})$$

Foi utilizada a hipótese da ‘Tecnologia do Setor’, segundo a qual a tecnologia é intrínseca às atividades, ou seja, tecnologia para a produção dos produtos é própria da atividade que os

produz. Logo, as informações disponíveis são sobre as estruturas de insumo de cada atividade. As estruturas de insumos dos produtos são calculadas pela média ponderada das estruturas das atividades que os produzem, considerando como peso a participação de cada atividade na produção do produto (IBGE, 2008).

A partir da matriz de produção, obtém-se a submatriz de *market-share* (constante) D, onde:

$$D = V.(q)^{-1} \quad (\text{eq. 3.22})$$

Sendo

V = Matriz de produção

q = Valor da Produção

Analogamente, a partir da matriz de Usos e Recursos, obtém-se a submatriz de coeficientes técnicos produto por atividade B, onde:

$$B = U.(g)^{-1} \quad (\text{eq. 3.23})$$

Sendo

U = Matriz de Usos e Recursos

g = Valor da Produção

Substituindo a equação (3.23) em (3.18), tem-se:

$$q = Bn.<g>.i + Fn$$

$$q = Bn.g + Fn \quad (\text{eq. 3.24})$$

Multiplicando ambos os lados da equação (3.22) pelo vetor i, obtém-se:

$$V.i = D.<q>^{-1}.i$$

$$g = D.q \quad (\text{eq. 3.25})$$

E, substituindo (8) em (7)

$$q = Bn.D.q + Fn \quad (\text{eq. 3.26})$$

A equação (3.26) pode ser escrita como um modelo de insumo-produto relacionando os produtos:

$$q = (I - Bn.D)^{-1}.Fn \quad (\text{eq. 3.27})$$

Por outro lado, substituindo a equação (3.24) em (3.25), obtém-se uma equação para o modelo de insumo-produto para as atividades.

A multiplicação de A pelo valor da produção total de cada setor origina a matriz de insumo-produto no formato setor-por-setor (ver IBGE, 2008; MILLER e BLAIR, 2009).

$$\begin{aligned} g &= D.(Bn.g + Fn) \\ g &= D.Bn.g + D.Fn \\ g &= (I-D.Bn)^{-1}.(D.Fn) \end{aligned} \quad (\text{eq. 3.28})$$

A equação (3.28) representa o sistema de Leontief que relaciona o valor da produção por atividade à demanda final.

A multiplicação da submatriz D pela submatriz B gera a matriz A, que representa a matriz de coeficientes técnicos para a tecnologia setor-por-setor.

( $A = D.B$ ), que é mais adequada para as análises de relações intersetoriais.

A matriz produto-por-produto ( $A = B.D$ ), por sua vez, é recomendada para se analisar relações tecnológicas.

Com relação à demanda final para a tecnologia setor-por-setor, utiliza-se uma abordagem similar, já que

D.Fn = Demanda Final por atividade

### 3.2 Matriz Insumo-Produto Ambiental

Na década de 70, Leontief ampliou o arcabouço do modelo insumo-produto de forma a introduzir a variável ambiental em sua análise. Em LEONTIEF (1970), conclui-se que existe uma interdependência técnica entre a utilização de insumos e a geração de poluição similar àquela existente na dinâmica intersetorial.

Segundo MILLER e BLAIR (2009), modelos de insumo-produto generalizados são formados pela inserção de colunas ou linhas extras capazes de refletir a geração de poluição e/ou atividades de abatimento. Este incremento se reflete também na matriz de coeficientes técnicos, permitindo que se analise o impacto de políticas sobre níveis de emprego, poluição, despesas, entre outros.

Mão-de-obra, consumo de energia e geração de poluição podem ser considerados fatores que atuam como insumos ou produtos no processo de atividade interindustrial. Os dois primeiros geralmente são fatores utilizados como insumo, enquanto a poluição é um produto do processo de produção. De forma geral, eles são considerados como fluxos que entram ou saem do ecossistema no qual a atividade ocorre.

É possível estabelecer um conjunto de insumos ecológicos, como água, terra ou ar, representados pela matriz  $M = [m_{kj}]$ , que denota a quantidade de insumo  $k$  necessária à produção total do setor econômico  $j$ .

Analogamente, estabelece-se uma matriz  $N = [n_{lj}]$ , de produtos ecológicos, que corresponde à quantidade de produto (poluente)  $l$  gerado pela produção total do setor econômico  $j$ . Ressalta-se que ambas as submatrizes  $M$  e  $N$  são descritas em unidades físicas, como litros de água ou toneladas de dióxido de carbono.

Os coeficientes de impacto direto são calculados de forma similar à matriz  $Z$  (consumo intermediário). Assim como  $A = Z \cdot x^{-1}$ , as matrizes de coeficientes diretos de insumos e produtos ecológicos são definidas como  $R = M \cdot x^{-1}$  e  $Q = N' \cdot x^{-1}$ , respectivamente ( $N'$  é a transposta da matriz de produtos ecológicos). Os elementos de  $R = [r_{kj}]$  determinam a quantidade do insumo  $k$  requerida para a produção de uma unidade monetária do produto da indústria  $j$ . Os elementos de  $Q = [q_{lj}]$  por sua vez, determinam a quantidade de produto (poluente)  $l$  gerada na produção de uma unidade monetária do produto da indústria  $j$ .

Os coeficientes de impacto total, isto é, os coeficientes de insumo e produto ambiental como funções da demanda final podem se escritos como  $R^* = R(I - A)^{-1}$  e  $Q^* = Q(I - A)^{-1}$ , respectivamente. Os elementos de  $R = [r_{ij}]$  representam a quantidade de insumo  $i$  requerida direta e

indiretamente para se produzir uma unidade monetária do produto da indústria  $j$  em termos de demanda final. Analogamente, os elementos de  $Q^* = [q_{ij}]$  representam a quantidade de produto  $i$  gerada pela produção de  $j$  direta e indiretamente em termos de demanda final.

Algumas aplicações de matrizes insumo-produto ambientais contemplam os efeitos da redução de emissões de GEE como em PROOPS *et al* (1993), KRATENA e SCHLEICHER (1999) e LENZEN, PADE e MUNKSGAARD (2004) e os custos sociais da produção e eliminação de poluição ambiental como em STEENGE (2004).

### 3.2.1 Matriz Insumo-Produto Ambiental para o Brasil em 2005

A matriz insumo-produto para o ano de 2005 utilizada neste trabalho foi incrementada de acordo com a metodologia proposta por MILLER e BLAIR (2009).

Foi incorporada à matriz insumo-produto de 2005 para o Brasil uma submatriz de produto ecológico, que consiste em um vetor-coluna de tamanho  $8 \times 1$  à direita da demanda total que representa a quantidade de dióxido de carbono equivalente (em megatoneladas) associada a cada um dos setores de atividade da MIP. Destaca-se que foram consideradas como *proxy* para poluição ambiental as emissões de GEE em  $CO_2e$ , extraídas de LA ROVERE *et al* (2013) e de BRASIL (2010).

Para calcular os requisitos diretos de emissão de GEE foi realizada inicialmente a multiplicação da matriz transposta de emissões por setor produtivo ( $N'$ ) por uma matriz  $8 \times 8$  cuja diagonal principal contém o inverso do valor da produção total de cada setor ( $x^{-1}$ ).

$$Q = N' \cdot \hat{x}^{-1} \quad (\text{eq. 3.29})$$

A multiplicação de  $Q$  por uma matriz  $8 \times 8$  cuja diagonal principal contém a demanda final de cada setor produtivo ( $\widehat{DF}$ ) oferece os requisitos diretos de emissões de GEE de cada setor.

$$\text{Requisitos diretos} = Q \cdot \widehat{DF} \quad (\text{eq. 3.30})$$

Os requisitos totais de emissões de GEE de cada setor produtivo foram calculados a partir da multiplicação de  $Q$  pela matriz de Leontief  $L = (I-A)^{-1}$ :

$$\text{Requisitos totais} = Q \cdot L \quad (\text{eq. 3.31})$$

Os requisitos indiretos de emissões de GEE de cada setor produtivo foram calculados a partir da diferença entre os requisitos totais e os requisitos diretos.

$$\text{Requisitos indiretos} = \text{Requisitos totais} - \text{Requisitos diretos} = Q \cdot (L - \widehat{DF}) \quad (\text{eq. 3.32})$$

Por fim, calculou-se a intensidade de carbono de cada setor produtivo a partir da razão entre os requisitos totais de emissão de GEE e o Valor Adicionado Bruto extraído da MIP.

$$\text{Intensidade de carbono (Mt CO}_2\text{e/R\$1000)} = \text{Requisitos totais (Mt CO}_2\text{e)} / \text{VA (x R\$1000)} \quad (\text{eq. 3.33})$$

**Figura 12 – A matriz insumo-produto ambiental para o Brasil em 2005**

	Agropecuário	Florestas	Energia Industrial Outros	En. Elétrica	Transporte	Serviços	Resíduos	Demanda Final	Produção Total	Emissões GEE
Agropecuário	<p>Consumo Intermediário (R\$ 1000)</p> <p>DF (R\$ 1000)      Y (R\$ 1000)      E (mT CO<sub>2</sub>e)</p>									
Florestas										
Energia - Outros										
Industrial										
En. Elétrica										
Transporte										
Serviços										
Resíduos										

Fonte: Elaboração própria



### 3.3 Matriz de Contabilidade Social (SAM)

Como um dos objetivos do trabalho é verificar como reciclar a receita arrecadada com a cobrança pelas emissões de carbono, é necessário uma matriz mais completa que a MIP. A SAM desempenha bem este papel, pelo fato de completar a MIP com dados das Contas Econômicas Integradas, tais como a renda dos fatores (capital, trabalho, terra) e das entidades (famílias, governo, empresas, resto do mundo).

Os primeiros trabalhos envolvendo matrizes de contabilidade social datam do início da década de 60 e são atribuídos a Richard Stone (ver STONE *et al*, 1962 e STONE, 1997). Além de aplicações relacionadas a indicadores ambientais e sociais (ALARCÓN, VAN HEEMST e DE JONG, 2000 em MILLER e BLAIR, 2009) e desenvolvimento regional (PYATT e ROUND, 1977 em MILLER e BLAIR, 2009), matrizes de contabilidade social têm sido utilizadas para analisar questões relativas a pobreza e desigualdade de renda em países em desenvolvimento. Os primeiros trabalhos existentes neste sentido foram realizados para o Sri Lanka (PYATT e ROUND, 1979), Botswana (HAYDEN e ROUND, 1982), Coreia do Sul (DEFOURNY e THORBECKE, 1984) e Indonésia (THORBECKE *et al*, 1992).

ROUND (2003) destaca que MIYAZAWA (1976) propunha uma análise semelhante ao arcabouço das SAM em uma tentativa de utilizar um multiplicador keynesiano para renda e consumo em matrizes insumo-produto.

A definição de uma Matriz de Contabilidade Social de acordo com TOURINHO *et al* (2006) é: ‘um registro em forma matricial de todas as transações de uma economia em um dado período de tempo, usualmente o seu ano de referência. Ela apresenta de modo completo, desagregado e consistente os fluxos de renda e de bens de uma economia, e mostra claramente a interdependência existente entre as diversas entidades envolvidas no funcionamento do sistema econômico. Faz isso descrevendo como os bens e fatores se transformam ao passar da produção aos mercados, às instituições e aos agentes da economia, registrando simultaneamente o fluxo circular da renda entre todas essas entidades.’ Segundo os autores, a SAM difere da MIP exatamente por se tratar de uma versão estendida da mesma, incluindo setores, produtos, instituições, fatores e agentes, e não apenas os dois primeiros.

MOREIRA e URANI (1994) definem a matriz de contabilidade social como sendo ‘um mapa estilizado dos fluxos de renda que caracterizam os componentes de uma economia ao longo de um determinado período de tempo’. Segundo os autores, ‘A SAM difere da Matriz de Insumo-

Produto (MIP) pelo fato de demonstrar com mais detalhe o encaminhamento do fluxo de recursos gerados nos setores produtivos e destinados ao consumo e ao investimento’.

THORBECKE (1998) conceitua a SAM como ‘um sistema de dados compreensivo, desagregado, consistente, que captura a interdependência existente dentro do sistema econômico’. ROUND (2003) também caracteriza a SAM como compreensiva, no sentido de que ela retrata todas as atividades econômicas contidas no sistema (produção, consumo, acumulação e distribuição), além de flexível, já que o nível de desagregação das informações e a ênfase dada a cada entidade da matriz podem variar de acordo com os objetivos de cada estudo. A SAM é considerada uma ferramenta muito útil para se analisar os efeitos de políticas públicas, especialmente a partir da análise de multiplicadores.

MILLER e BLAIR (2009) atribuem à matriz de contabilidade social a capacidade de incorporar as transações e transferências entre instituições relacionadas à distribuição de renda na economia. Ela permite o delineamento das características do mercado de trabalho e políticas públicas, como taxações e transferências ligadas ao bem-estar, assim como outras alocações de renda.

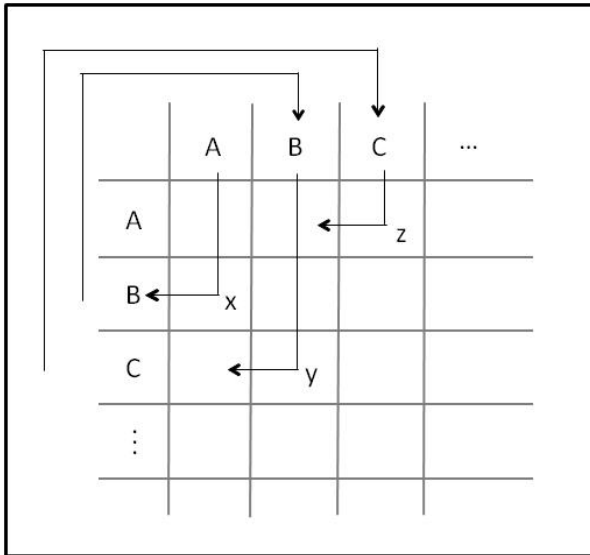
ROBINSON *et al.* (1999) em TOURINHO *et al.* (2006) determinam que uma SAM visa conciliar o sistema tradicional de organização da base de dados macroeconômicos com as informações relativas às relações setoriais descritas pelas matrizes insumo-produto. O fluxo de produtos descrito pelas MIPs é compatível com o fluxo de renda entre instituições, fatores e agentes da economia. No sistema econômico, a venda de um bem ou serviço de um setor corresponde à sua compra por outro. No sistema de contas nacionais tradicional (ver IBGE, 2011), estas transações são representadas pelo sistema de partidas dobradas. Já no caso das SAM, por se apresentarem sob a forma matricial, cada valor aparece apenas uma vez.

De modo geral, a SAM é uma matriz quadrada na qual as transações são representadas da seguinte maneira: a entidade presente na coluna realiza o pagamento por um bem ou serviço à entidade presente na linha. As entidades presente em uma SAM geralmente são, nesta ordem: atividades, produtos, fatores (capital e trabalho) e agentes (famílias, empresas, governo e resto do mundo) (TOURINHO *et al.*, 2006).

Na Figura 13, a entidade A realiza um pagamento à entidade B, representado pela célula  $x$ . Há um fluxo no sentido contrário de bens, serviços ou fatores adquiridos com estes recursos. A entidade B utiliza esta renda para adquirir bens, serviços ou fatores da entidade C, transação representada pela célula  $y$ , que, por sua vez, realiza um pagamento para a entidade A (célula  $z$ ). A estrutura da SAM representa com clareza o fluxo circular de renda (ver **Figura 14**) do sistema econômico, no qual a renda é equivalente ao dispêndio. Este princípio é válido tanto para a

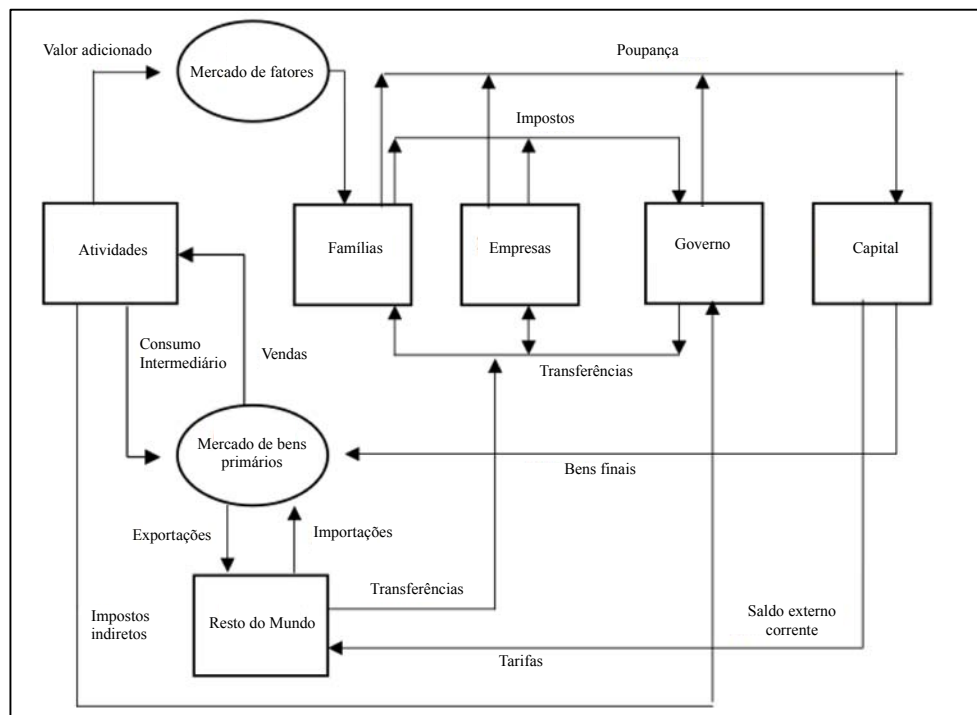
economia como um todo quanto para as entidades individualmente. Portanto, o total dos gastos de uma entidade, representado pela soma na coluna, é equivalente ao total de suas receitas, ou seja, a soma na linha.

**Figura 13 - Fluxo circular de renda da economia representado em uma SAM**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 14 – Fluxo circular de renda da economia representado esquematicamente**



Fonte: Elaboração própria a partir de ROUND (2003)

Não existe um padrão de classificação ou desagregação definido para a construção de uma matriz de contabilidade social. A formulação dependerá da disponibilidade de dados e dos objetivos específicos de cada estudo. De acordo com THORBECKE (1998), uma SAM construída para se estudar a distribuição de renda, como é o caso do presente trabalho, deve contar com um bom detalhamento das contas das famílias.

BULMER-THOMAS (1982) em KURESKI (2009) aponta algumas limitações acerca do uso de SAM na construção de modelos:

a) como somente apresenta o estoque em determinado período, a ausência do estoque de riqueza acumulada durante determinado período no passado prejudica o modelo, que tem como finalidade determinar o consumo e o investimento;

b) quanto ao financiamento de formação de capital, nas transações econômicas existem vínculos entre famílias, empresas, bancos, o governo e o resto do mundo. As transações econômico-financeiras são reduzidas para os três fluxos líquidos na linha ‘Conta de acumulação’. Os instrumentos de poupança e as transferências de capital entre os setores são completamente

ignorados. Desse modo, os resultados dos modelos não dirão como o sistema financeiro deve adaptar-se para combinar os desenvolvimentos reais da economia;

ROUND (2003) aponta algumas limitações relacionadas às hipóteses utilizadas quando se trabalha com matrizes de contabilidade social. Por exemplo, no caso de choques positivos (aumento das exportações ou de gastos do governo), considera-se que há excesso de capacidade ociosa na economia e subutilização dos fatores de produção, havendo possibilidade de se atender à nova demanda. Caso haja, de fato, restrições à utilização dos fatores, os multiplicadores superestimarão os efeitos totais. Com os preços fixos, não há possibilidade de substituição na economia, o que, novamente, pode levar a uma superestimação.

Ademais, mesmo as contas exógenas ao modelo são afetadas em alguma medida além daquela referente ao choque inicial. Por exemplo, os gastos do governo podem ser alterados em função de um choque na balança comercial, mas, ao se tratar o governo como uma conta exógena ao modelo, não é possível captar este tipo de sensibilidade.

### 3.3.1 Multiplicadores da Matriz de Contabilidade Social

A análise de multiplicadores em matrizes de contabilidade social assemelha-se àquela realizada em modelos de insumo-produto. Como as matrizes de contabilidade social têm como objetivo incorporar as transações realizadas entre todos os agentes do sistema econômico, faz-se necessário admitir algumas entidades como exógenas e trazer outras para dentro do modelo. ROUND (2003) observa que em geral, o governo, o resto do mundo e a conta de acumulação de capital são tidos como exógenos quando se trabalha com multiplicadores de matrizes de contabilidade social, enquanto as famílias são endogeneizadas. Isto ocorre porque os gastos do governo geralmente são determinados de acordo com os objetivos de políticas públicas e não é possível ter controle sobre o setor externo. Como o modelo não conta com recursos dinâmicos, o investimento só pode ser determinado exogenamente. Empresas podem ser tratadas de forma endógena ou exógena, a depender dos objetivos do estudo.

$$\text{Seja } \bar{G} = \begin{bmatrix} \bar{Z} & F \\ W & B \end{bmatrix}$$

onde  $F$  é a matriz de gastos finais (índices da coluna representam indústrias e índices da linha representam setores da demanda final),  $W$  é a matriz de renda gerada exogenamente (índices da coluna representam categorias de renda exógenas e índices da linha representam indústrias) e  $B$  é a matriz de alocação de renda nos gastos finais (índices da coluna representam categorias de renda exógenas e índices da linha representam categorias de consumo final). As colunas de  $F$  são as únicas categorias escolhidas para serem tratadas como exógenas, tais como gastos do governo e exportações. As linhas de  $W$ , analogamente, também são tratadas de forma exógena e podem incluir subsídios do governo e importações.

A submatriz  $\bar{Z}$ , portanto, compreende não apenas as relações intersetoriais naturalmente endógenas, mas também quaisquer variáveis da demanda final que sejam escolhidas para serem tratadas dessa forma. Ela pode ser especificada, portanto, de forma a distinguir as transações intersetoriais e aquelas relacionadas a categorias de demanda final e valor adicionado.

Portanto,  $\bar{Z}$  pode ser escrito da seguinte forma:

$$\bar{Z} = \begin{bmatrix} Z & 0 & \bar{C} \\ \bar{V} & 0 & 0 \\ 0 & \bar{Y} & \bar{H} \end{bmatrix}$$

onde  $\bar{C}$  é a matriz que contém os elementos da demanda final tratados de forma endógena,  $\bar{V}$  é a matriz que contém os elementos do valor adicionado tratados de forma endógena,  $\bar{Y}$  é a matriz que contém as transações que distribuem renda ao valor adicionado tratadas de forma endógena e  $\bar{H}$  é a matriz que contém as transações que distribuem renda para os setores da demanda final tratadas de forma endógena.

A matriz de coeficientes da SAM é  $S = \bar{Z}x^{-1}$ , onde:

$$S = \begin{bmatrix} A & 0 & C \\ V & 0 & 0 \\ 0 & Y & H \end{bmatrix}$$

sendo  $A$  a matriz de coeficientes técnicos intersetoriais,  $C$  a matriz de coeficientes de demanda final endógenos,  $V$  a matriz de insumos endógenos do valor adicionado,  $Y$  a matriz de coeficientes endógenos que distribuem renda às categorias do valor adicionado e  $H$  a matriz de coeficientes endógenos que distribuem renda às famílias.

Sendo o vetor  $\bar{x} = \begin{bmatrix} x \\ v \\ y \end{bmatrix}$ , onde  $x$  é o total do produto intersetorial,  $v$  é o total dos insumos de valor adicionado e  $y$  é o total da renda das famílias, o modelo básico da SAM pode ser escrito da seguinte forma:

$$\bar{x} = S \bar{x} + \bar{F} \quad (\text{eq. 3.34})$$

no qual  $\bar{F} = \begin{bmatrix} f \\ w \\ h \end{bmatrix}$  e  $f$  é o vetor que contém as categorias da demanda final tratadas de forma exógena,  $w$  é o vetor que contém os insumos do valor adicionados tratados de forma exógena e  $h$  é o vetor que contém as categorias de renda das famílias tratadas de forma exógena.

Podemos reescrever o modelo como  $\bar{x} = (I - S)^{-1} \bar{F}$  e definir  $M = (I - S)^{-1}$ , quando fica clara a semelhança com a matriz  $L = (I - A)^{-1}$ , utilizada na análise de insumo-produto, a chamada matriz de Leontief.

### 3.3.1.1 Decomposição dos multiplicadores da matriz de contabilidade social

Para exemplificar a decomposição dos multiplicadores da SAM, será utilizado um modelo mais simples do que o apresentado anteriormente, qual seja:

$S = \begin{bmatrix} A & C \\ H & 0 \end{bmatrix}$ , no qual  $A$  é a matriz de coeficientes técnicos intersetoriais,  $C$  é a matriz de coeficientes endógenos de demanda final e  $H$  é a matriz de coeficientes que alocam a renda das famílias para as categorias do valor adicionado.

A matriz  $S$  pode ser definida como a soma de duas matrizes, sejam elas  $Q + R$ :

$$Q = \begin{bmatrix} A & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ e } R = \begin{bmatrix} 0 & C \\ H & 0 \end{bmatrix}$$

e portanto o modelo básico da SAM pode ser reescrito como:

$$\bar{x} = Q\bar{x} + R\bar{x} + \bar{F} \quad (\text{eq. 3.35})$$

$$\text{Como } \bar{x} - Q\bar{x} = R\bar{x} + \bar{F} \quad \text{ou} \quad \bar{x} = (I - Q)^{-1}R\bar{x} + (I - Q)^{-1}\bar{F} \quad (\text{eq. 3.36})$$

Definimos  $T = (I - Q)^{-1}R$  de modo que

$$\bar{x} = T\bar{x} + (I - Q)^{-1}\bar{F} \quad (\text{eq. 3.37})$$

Multiplicando esta equação por  $T$ , temos:

$$T\bar{x} = T^2\bar{x} + T(I - Q)^{-1}\bar{F} = T(T\bar{x}) + T(I - Q)^{-1}\bar{F} \quad (\text{eq. 3.38})$$

Como  $T\bar{x} = \bar{x} - (I - Q)^{-1}\bar{F}$ , então

$$\bar{x} = T[\bar{x} - (I - Q)^{-1}\bar{F}] + (I - Q)^{-1}\bar{F}$$

$$\bar{x} = (I - T)^{-1}(I + T)(I - Q)^{-1}\bar{F}$$

ou simplesmente

$$\bar{x} = M_3M_2M_1F \quad (\text{eq. 3.39})$$

onde

$$M_1 = (I - Q)^{-1}$$

$$M_2 = (I + T) \text{ e}$$

$$M_3 = (I - T^2)^{-1}$$

$$M_1 = (I - Q)^{-1} = \begin{bmatrix} (I - A) & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix}^{-1} \quad (\text{eq. 3.40})$$

Esta matriz define os chamados efeitos diretos dos multiplicadores, uma vez que incluem os multiplicadores de produto de Leontief e representam os efeitos de um choque externo em uma conta (ex: conta dos setores produtivos) sobre esta mesma conta (ROUND, 2003).

$$M_2 = I + T = I + (I - Q)^{-1}R = \begin{bmatrix} I & (I - A)^{-1}C \\ H & I \end{bmatrix} \quad (\text{eq. 3.41})$$



Esta matriz é usualmente considerada a matriz de multiplicadores indiretos, pois ela registra como efeitos de alterações exógenas são transmitidos às famílias. Esta matriz não incorpora os efeitos retroativos do aumento ou diminuição da renda das famílias sobre seus níveis de consumo.

$$M_3 = (I - T^2)^{-1} = (I - [(I - Q)^{-1}R]^2)^{-1}$$

ou

$$M_3 = \begin{bmatrix} [I - (I - A)^{-1}CH]^{-1} & 0 \\ 0 & [I - H(I - A)^{-1}C]^{-1} \end{bmatrix} \quad (\text{eq. 3.42})$$

Esta matriz é considerada a matriz que contém os coeficientes dos efeitos induzidos sobre a economia, uma vez que ela capta os *feedbacks* inerentes a alterações na demanda final. Por exemplo, o aumento das exportações de *commodities*, que constitui uma demanda exógena, acarreta em um aumento da demanda interindustrial. A este aumento necessário para satisfazer a nova demanda final soma-se um aumento na renda das famílias que, por sua vez, consomem mais, e contribuem para a novos aumentos na demanda final de *commodities*.

ROUND (2003) destaca o fato de que a magnitude dos diferentes multiplicadores pode variar bastante. Por exemplo, os efeitos multiplicadores de interações intersetoriais (atividade-atividade) podem ser pequenos comparados ao efeitos de interações entre os setores produtivos e a renda dos fatores, renda das famílias e suas demandas por produtos. Ademais, estas interações podem variar também dentro do próprio sistema econômico (havendo, por exemplo, multiplicadores diferentes para famílias rurais e urbanas).

DEFOURNY e THORBECKE (1984) em ROUND (2003) propõem uma decomposição alternativa que constitui uma análise estrutural dos diversos trajetos que um choque exógeno na economia percorre até que se façam sentir seus efeitos nas contas endógenas. Os autores utilizam como exemplo um choque positivo na demanda por produtos têxteis e seus impactos sobre a renda de um grupo de pequenos agricultores. Estes impactos podem advir de meios diretos, (como pela contratação de trabalhadores destas famílias para trabalhar no setor têxtil) ou indiretos (como por uma maior demanda por produtos agrícolas resultante da maior renda dos trabalhadores empregados no setor têxtil). O aumento de uma unidade de produto do setor têxtil sobre a renda dos pequenos agricultores é computada (por meio da matriz de multiplicadores  $x_f = M_3M_2M_1F$ ) como sendo 0.05. Deste total, 35% é estimado por ser pela contratação de trabalhadores vindos destas famílias, 10%

referente a meios indiretos, como uma maior demanda por produtos agrícolas, e os 55% restantes advêm de uma variedade de outras origens indiretas.

THORBECKE e JUNG (1996) realizam uma decomposição de multiplicadores da SAM que captura as interações e mecanismos pelos quais a produção de um setor contribui para a redução da pobreza. O impacto total de uma alteração na demanda final depende de como essa renda é repassada para as famílias de cada grupo (ex: trabalhadores rurais não-qualificados) e da sensibilidade das medidas de redução de pobreza aplicadas a estes ganhos de renda. No estudo, realizado para a Indonésia, os autores concluem que os setores agrícola e de serviços contribuem mais para a redução da pobreza do que o setor industrial.

Em uma aplicação para a economia brasileira, FOCHEZATTO (2011) utiliza uma SAM para analisar como o aumento no consumo das famílias mais pobres afeta a distribuição de renda no Brasil. Para tal, simula um choque distributivo por meio do qual é permitido às famílias mais pobres aumentarem seus níveis de consumo. Tal choque altera a estrutura da demanda final e conseqüentemente dos setores produtivos, que possuem diferentes disposições de remuneração dos fatores de produção. O trabalho considera três dimensões de distribuição: a primária, na qual renda é distribuída dos setores produtivos para os fatores de produção; a secundária, na qual os fatores remuneram as famílias; e por fim aquela que reflete o consumo das famílias, isto é, a distribuição das famílias para os setores produtivos.

Seus resultados não permitem afirmar que o aumento do consumo dessas famílias gera um padrão mais equitativo de distribuição de renda, ou seja, não garante que se estabeleça padrão distributivo de renda sustentável via fluxo circular da renda no sistema econômico.

### **3.3.2 A construção da Matriz de Contabilidade Social de 2005**

A transformação da MIP em SAM, segundo SANTANA (2004, em KURESKI, 2009), ‘envolve a compatibilização das instituições (definidas por elementos da demanda final: consumo das famílias, consumo do governo e formação bruta de capital fixo) com o valor adicionado (salários, lucro e impostos líquidos), de modo que se obtenha uma matriz quadrada. Isso é feito mediante a adição de linhas e colunas às contas das MIPs, para formar blocos de instituições.’

A SAM construída para o Brasil em 2005 contém os seguintes itens: atividades (A), produtos (P), fatores (F), famílias (HH), empresas (EMP), governo (GOV), resto do mundo (ROW) e conta de acumulação de capital (CAP). As informações existentes na MIP foram complementadas

com dados retirados das Contas Econômicas Integradas (CEI) do IBGE, que sintetizam o comportamento dos agentes econômicos.

As linhas referentes aos setores (Agropecuário, Florestas, Energia - Outros, Industrial, Energia Elétrica, Transporte, Serviços e Resíduos) contêm a receita total de cada um, composta pelas vendas de insumos intermediários e os componentes da demanda final, formada pelo consumo das famílias, consumo das empresas, consumo do governo, consumo do resto do mundo (exportações), a formação bruta de capital fixo e a variação de estoques.

A linha ‘Trabalho’ contém informações referentes aos dispêndios de cada setor produtivo e do resto do mundo com remunerações do fator trabalho, quais sejam salários e contribuições sociais efetivas e imputadas.

A linha ‘Capital’ contém o excedente operacional bruto e o rendimento misto bruto, extraídos da matriz insumo-produto. O excedente operacional bruto é considerado uma *proxy* do lucro bruto e equivale à parcela de renda das empresas que inclui lucro líquido do exercício antes da provisão do imposto de renda, saldo das despesas e receitas não operacionais e financeiras, distribuições no exercício (participações nos lucros, retiradas e gratificações dos administradores), impostos (exclusive imposto de renda), taxas, multas e demais contribuições parafiscais, doações, contribuições, despesas com prêmios de seguros, resultados em participações societárias, depreciação e despesas com royalties. Já o rendimento misto bruto consiste nos ganhos recebidos pelos proprietários de empresas não constituídas em sociedade, pertencentes às famílias, sejam eles trabalhadores por conta própria ou empregadores informais. Considera-se este rendimento como misto por não ser possível atribuir a origem do rendimento como sendo do trabalho ou do capital (FEIJÓ *et al*, 2007).

Estão incluídas na linha ‘Capital’ também informações provenientes das CEI referentes aos dispêndios das famílias, empresas, governo e resto do mundo com juros, os dispêndios das empresas e do resto do mundo com dividendos e retiradas e os dispêndios das famílias, empresas e governo com rendimentos de propriedade atribuído a detentores de apólices de seguros.

A linha ‘Terra’ contém os dispêndios das famílias e empresas com o uso da terra.

A linha ‘Famílias’ contém as remunerações pelas famílias da renda do fator trabalho (salários e contribuições sociais) e do fator capital (juros, dividendos e retiradas e rendimento de propriedade atribuído a detentores de apólices de seguros). Também estão incluídas nesta linha as transferências diretas entre famílias, as transferências das empresas para as famílias (benefícios sociais com constituição de fundos, transferências sociais em espécie, indenizações de seguros não-vida e ajustamento pela variação das participações líquidas das famílias nos fundos de pensões, FGTS e PIS/PASEP) e as transferências do governo para as famílias (benefícios de seguridade

social em numerário, benefícios sociais com constituição de fundos, benefícios sociais sem constituição de fundos, benefícios de assistência social em numerário, transferências sociais em espécie, indenizações de seguros não-vida e ajustamento pela variação das participações líquidas das famílias nos fundos de pensões, FGTS e PIS/PASEP).

A linha ‘Empresas’<sup>24</sup> denota os recebimentos pelas empresas da remuneração do fator capital (juros, dividendos e retiradas e rendimento de propriedade atribuído a detentores de apólices de seguros), as transferências diretas das famílias para as empresas (indenizações de seguros não-vida e contribuições sociais), as transferências diretas entre empresas (prêmios líquidos e indenizações de seguros não-vida), as transferências diretas do governo para as empresas (prêmios líquidos de seguro não-vida e relação do governo com o Banco Central) e as transferências diretas do resto do mundo para as empresas.

As linhas da instituição ‘Governo’ contêm a receita obtida pelo governo com a arrecadação de impostos sobre produtos, sobre a produção e sobre a renda e patrimônio e os subsídios pagos pelo governo (em valor negativo). Ademais, estão contabilizados as remunerações recebidas pelos fatores ‘Capital’ (juros, dividendos e retiradas e rendimento de propriedade atribuído a detentores de apólices de seguros) e ‘Terra’, as transferências diretas das famílias para o governo (contribuições sociais efetivas dos empregadores, empregados e dos não-assalariados e contribuições sociais imputadas), as transferências diretas recebidas das empresas (indenizações de seguros não-vida, relação do Governo com o Banco Central e outras), as transferências entre governos e as transferências diretas recebidas do resto do mundo (‘Cooperação internacional’).

A linha ‘Resto do Mundo’ contém os recebimentos de divisas pelo resto do mundo provenientes da venda de insumos intermediários para os setores produtivos (importações), a remuneração pelos fatores ‘Trabalho’ (salários) e ‘Capital’ (juros e dividendos e retiradas), além do consumo final das famílias, das empresas e do governo. Nesta linha estão contabilizados também as transferências diretas recebidas do governo brasileiro (‘Cooperação internacional’), além da formação bruta de capital fixo e a variação de estoques.

Por fim, a linha ‘Acumulação de Capital/Poupança’ contém a poupança dos diversos setores institucionais, quais sejam: famílias, empresas, governo e resto do mundo. O uso dos recursos presentes nesta conta representa o investimento, ou seja, a aquisição de bens de capital, que é denotada pelas colunas ‘Formação bruta de capital fixo’ e ‘Variação de estoque’.

---

<sup>24</sup> O setor institucional ‘Empresas’ compreende a agregação dos setores ‘Empresas financeiras’, ‘Empresas não-financeiras’ e ‘Instituições sem fins de lucro a serviço das famílias’ das Contas Econômicas Integradas (IBGE, 2011).

A SAM para o Brasil em 2005 é apresentada portanto na seguinte forma:

**Figura 15– Matriz de Contabilidade Social estilizada para o Brasil em 2005**

	Setores produtivos	Fatores	Famílias	Empresas	Governo	Resto do Mundo	Conta de acumulação de capital/ poupança
Setores produtivos	Consumo Intermediário		Consumo das famílias	Consumo das empresas	Consumo do governo	Exportações	Formação Bruta de Capital Fixo e Variação de Estoques
Fatores	Valor Adicionado			Remuneração dos fatores domésticos			
Famílias		Remuneração dos fatores às famílias	Transferências interfamiliares	Transferências das empresas às famílias	Transferências do governo às famílias		
Empresas		Remuneração dos fatores às empresas	Transferências das famílias às empresas	Transferências das empresas às empresas	Transferências do governo às empresas		
Governo	Tributos sobre faturamento, vendas, importações e valor adicionado	Tributos sobre fatores	Tributos sobre renda das famílias	Tributos sobre lucro das empresas		Transferências do RoW ao governo	
Resto do Mundo	Importações	Remuneração dos fatores ao RoW	Consumo externo das famílias	Transferências das empresas ao RoW	Transferências do governo ao RoW		Investimento do RoW
Conta de acumulação de capital/ poupança			Poupança das famílias	Poupança das empresas	Poupança do governo	Poupança do RoW	

Fonte: Elaboração própria

### 3.3.2.1 Ajustes complementares

A transposição das contribuições sociais das CEI para a SAM foi realizada de acordo com a descrição encontrada em FEIJÓ *et al* (2007), como segue:

‘As Contribuições Sociais (por exemplo, as contribuições à previdência pública e privada) registradas nessa conta – Distribuição Secundária de Renda - referem-se às contribuições das famílias para as administrações públicas e para as empresas financeiras, como pagamentos a esquemas de seguro social com objetivo de fazer provisão para benefícios sociais a serem pagos no futuro. Não inclui as contribuições sociais feitas pelos empregadores para seus empregados, que são

registradas na conta de distribuição primária de renda, na rubrica de remunerações dos empregados.’

As contribuições sociais discriminadas na conta de ‘Alocação de Renda Primária’ estão portanto contabilizadas como remunerações dos setores produtivos ao fator ‘Trabalho’, que por sua vez, remunera as famílias. Logo, esta rubrica foi de fato extraída da MIP.

Já as contribuições sociais discriminadas na conta de ‘Distribuição Secundária de Renda’ não se encontravam contabilizadas na MIP, uma vez que consistem em fluxos entre as famílias e governos e empresas. Estas informações foram portanto extraídas das CEI e representadas como fluxos diretos entre os setores institucionais.

Nem todas as informações presentes nas CEI estão discriminadas a ponto de permitir sua simples transposição para a SAM. A linha ‘Transferências correntes diversas’ denota o quanto foi pago e recebido por cada setor institucional em transferências correntes mas não é possível identificar os fluxos entre cada um dos setores institucionais (por exemplo, não é possível saber quanto as famílias transferiram diretamente para o governo). Esta limitação impede o balanceamento da SAM, no qual o total das linhas deve igualar-se à soma das colunas.

Com o objetivo de driblar esta dificuldade, optou-se por obter os fluxos de transferências diretas entre os setores institucionais por meio de diferença. Esta foi a solução encontrada também por TOURINHO *et al* (2006) para se identificar o valor das transferências do governo para as famílias na construção de uma matriz de contabilidade social para o Brasil em 2003.

Para realizar o rateio das transferências diretas recebidas pelas famílias foram utilizados dados da Pesquisa de Orçamento Familiar do IBGE (POF 2002-2003). De acordo com a tabela de rendimentos (ver Anexo IV), das transferências diretas recebidas pelas famílias (linhas ‘Transferência – aposentadoria, pensão da previdência pública’, ‘Transferência - aposentadoria, pensão da previdência privada’, ‘Transferência - bolsa de estudo’, ‘Transferência - pensão alimentícia, mesada ou doação’ e ‘Transferência - transferência transitória’<sup>25</sup>), cerca de 80% são oriundos do governo, 10% de empresas e 10% de transferências interfamiliares.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Heranças e outras transferências patrimoniais, prêmios restituídos e indenizações pagas por seguradoras, ganhos de jogos, salário-família, auxílio- natalidade, auxílio-doença (previdência pública ou privada), programas sociais, seguro-desemprego, auxílio-maternidade, acidente de trabalho (previdência pública), auxílio-funeral e outras transferências similares. Fonte: IBGE (2004).

<sup>26</sup> Considerou-se, para fins de simplificação, que o total de bolsas de estudo pagas às famílias é proveniente do governo e que o total das transferências transitórias pagas às famílias é proveniente de empresas privadas.

Por meio de comunicação pessoal com o IBGE, foi disponibilizada uma relação com os percentuais referentes a cada tipo de transferência (da linha ‘Transferências Correntes Diversas’) pagas e recebidas pelo governo em 2008 (Ver Anexo V). Estes mesmos percentuais foram aplicados para o ano de 2005 para os pagamentos e recebimentos do governo presentes na referida linha. No entanto, este procedimento não foi suficiente para que houvesse o adequado balanceamento da SAM. Portanto, a célula referente às transferências das empresas para o governo foi obtida parcialmente por diferença. Analogamente, as transferências do resto do mundo foram obtidas por diferença, permitindo que a soma de todas as linhas igualasse-se à das colunas, como imprescindível em uma SAM. Para fins de simplificação, considerou-se que não há transferências diretas do resto do mundo para as famílias. Ainda que esta hipótese não seja considerada verossímil, ela não prejudica os resultados do presente trabalho, uma vez que se trata de um montante pouco relevante e que não se relaciona diretamente com os objetivos do estudo.

### **3.3.2.2 A desagregação das famílias por classes de rendimento**

Normalmente, a SAM e MIP são utilizadas para analisar impactos macroeconômicos, em termos de geração de emprego e renda, de determinadas políticas. No caso desta dissertação, serão analisados também os impactos na distribuição de renda. Para isso, é necessário desagregar o setor das famílias em dez faixas de renda. Para tanto, foram utilizadas informações da Pesquisa de Orçamento Familiar 2002-2003, divulgada pelo IBGE (2004). Para um maior detalhamento acerca da desagregação do setor de famílias nas contas nacionais, ver STONE (1985).

Optou-se por utilizar a POF referente ao período de 2002-2003 em detrimento da pesquisa mais recente, realizada para o período de 2008-2009 (IBGE, 2010), pois se considerou que a primeira seria mais representativa da economia brasileira para o ano de 2005. Na matriz insumo-produto construída pelo IBGE para o ano de 2005, a estrutura do consumo das famílias foi desenvolvida com base na pesquisa supracitada (comunicação pessoal). Ainda que seja utilizada apenas a estrutura da distribuição das classes de rendimento da POF, é fundamental que seja mantida a máxima verossimilhança entre o ano de referência da pesquisa e o ano-base deste estudo.

A Pesquisa de Orçamento Familiar 2002-2003 do IBGE foi realizada entre julho de 2002 e junho de 2003 para uma amostra probabilística de 48.470 domicílios em todo o território nacional. De acordo com o IBGE (2004), a POF ‘visa mensurar as estruturas de consumo, dos gastos e dos

rendimentos das famílias e possibilita traçar um perfil das condições de vida da população brasileira a partir da análise de seus orçamentos domésticos. Além das informações referentes à estrutura orçamentária, várias características associadas às despesas e rendimentos dos domicílios e famílias são investigadas, viabilizando o desenvolvimento de estudos sobre a composição dos gastos das famílias segundo as classes de rendimentos, as disparidades regionais e nas áreas urbanas e rurais, a extensão do endividamento familiar, a difusão e o volume das transferências entre as diferentes classes de renda e a dimensão do mercado consumidor para grupos de produtos e serviços’.

As classes de rendimento são determinadas a partir do número de salários mínimos (SM)<sup>27</sup> recebidos pela unidade de consumo, como segue:

Até 2 SM<sup>28</sup>; Mais de 2 a 3 SM; Mais de 3 a 5 SM; Mais de 5 a 6 SM; Mais de 6 a 8 SM; Mais de 8 a 10 SM; Mais de 10 a 15 SM; Mais de 15 a 20 SM; Mais de 20 a 30 SM; e Mais de 30 SM.

O número de famílias estimados em cada classe de renda encontra-se na tabela a seguir:

**Tabela 2** - Número de famílias pertencentes às classes de renda, por classe de renda, segundo a POF 2002-2003

<b>Classe de Rendimento</b>	<b>Número de famílias na classe</b>
Até 2 SM	7.949.351
Mais de 2 a 3 SM	6.747.421
Mais de 3 a 5 SM	10.181.484
Mais de 5 a 6 SM	3.528.908
Mais de 6 a 8 SM	5.086.643
Mais de 8 a 10 SM	3.349.073
Mais de 10 a 15 SM	4.571.410
Mais de 15 a 20 SM	2.416.195
Mais de 20 a 30 SM	2.236.892
Mais de 30 SM	2.467.262

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2004)

<sup>27</sup> Considerou-se o valor de R\$ 200,00 (duzentos reais) vigente em 15 de janeiro de 2003, data referencial da pesquisa.

<sup>28</sup> Inclui as famílias sem rendimento.



A desagregação foi realizada da seguinte forma:

$$\mu_{c,i} = (Q_{c,i} * F_c) / \Sigma (Q_{c,i} * F_c) \quad (\text{eq. 3.43})$$

Onde:

$\mu_{c,i}$  representa a participação da classe  $c$  no total de dispêndio/rendimento com o item  $i$  em termos percentuais

$Q_{c,i}$  representa o total dispendido ou recebido por família na classe  $c$  com o item  $i$

$F_c$  representa o número de famílias pertencentes à classe  $c$

e  $\Sigma (Q_{c,i} * F_c)$  representa o somatório do total dispendido ou recebido por todas as famílias da economia com o item  $i$

Os itens desagregados, que representam uma ou mais células da SAM, foram o consumo das famílias (componente da demanda final) de cada um dos setores produtivos, impostos pagos ao governo, contribuições sociais pagas ao governo ou às empresas, as transferências das famílias para as empresas, importações, salários, as remunerações recebidas pelas famílias do fator ‘Capital’, investimentos das famílias, transferências do governo para as famílias, transferências das empresas para as famílias, transferências entre famílias e poupança das famílias.

#### **3.3.2.2.1 Desagregação dos dispêndios do setor das famílias na SAM**

As despesas de consumo final das famílias foram compatibilizadas com os setores produtivos e outras células da SAM. A tabela de despesas (ver Anexo II) e a tabela de Aquisição (monetária) alimentar domiciliar *per capita* anual’ (ver Anexo III) da POF foram utilizadas para realizar a desagregação dos dispêndios, isto é, das células presente na coluna do setor famílias na SAM.

Foram consideradas despesas referentes ao setor ‘Agropecuário’ aquelas efetuadas em produtos agrícolas que não tenham passado por nenhum processo de beneficiamento, como cereais e leguminosas, hortaliças e frutas. Estas informações foram retiradas da tabela de ‘Aquisição (monetária) alimentar domiciliar *per capita* anual’ (ver Anexo III).

As despesas com o setor 'Energia - Outros' foram relacionadas aos dispêndios com as rubricas ‘Gás doméstico’, ‘Gasolina - veículo próprio’ e ‘Álcool - veículo próprio’, extraídos da tabela de despesas.

As despesas relacionadas ao setor ‘Industrial’ são as referentes a bens de consumo duráveis e não-duráveis, como eletrodomésticos, veículos, vestuário, produtos de higiene pessoal, remédios, entre outros. Cabe ressaltar que estão incluídos nesta categoria os produtos da indústria de bens e alimentos, extraídos da tabela de ‘Aquisição (monetária) alimentar domiciliar *per capita* anual’. Considera-se que qualquer produto agropecuário que tenha passado por um processo de beneficiamento pertence ao setor ‘Industrial’.

O setor ‘Energia Elétrica’ foi desagregado com o gasto mensal das famílias com a rubrica ‘Energia elétrica’ da tabela de despesas.

Para o setor ‘Transporte’ foi utilizada a rubrica ‘Transporte urbano’ da tabela de despesas, referente a gastos com ônibus, táxi, metrô, trem, barca e transporte alternativo. Cabe ressaltar que o setor ‘Transporte’ refere-se tanto a transporte de carga quanto de passageiros. No entanto, a desagregação é realizada apenas para o consumo final das famílias, um componente da demanda final, que só abrange o transporte de passageiros. Portanto, a utilização desta rubrica é adequada.

A desagregação do setor ‘Serviços’ foi realizada a partir de diversas rubricas da tabela de despesas, que contemplam taxas de serviço, despesas com saúde e educação, serviços pessoais, gastos com previdência privada, aluguel, entre outros.

Por fim, o setor ‘Resíduos’ foi desagregado de acordo com o gasto mensal com água e esgoto.

Não há nas despesas da POF um item que se relacione diretamente com os produtos do setor ‘Florestas’<sup>29</sup>. Como este setor é derivado do produto ‘Produtos da exploração florestal e da silvicultura’ das Contas Nacionais (IBGE, 2011) e, portanto, da atividade ‘Agricultura, silvicultura, exploração florestal’, optou-se por aplicar para ele os mesmo coeficientes encontrados para o setor ‘Agropecuário’.

---

<sup>29</sup> Para a definição dos produtos relacionados a ‘Silvicultura, Exploração Florestal e Serviços Relacionados’, consultar a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (IBGE, 2007).

A rubrica ‘Impostos’<sup>30</sup> da tabela de despesas foi utilizada para desagregar os impostos pagos pelas famílias diretamente ao governo, que são predominantemente impostos sobre renda e propriedade. A mesma rubrica foi utilizada para desagregar a renda da terra paga pelas famílias ao governo. Optou-se por utilizar o total das despesas de consumo com os bens e serviços relacionados aos setores produtivos para desagregar os impostos sobre produtos, impostos sobre circulação de mercadorias, outros ILL (Imposto de Renda Sobre o Lucro Líquido) e imposto de importação, já que estes encontram-se embutidos no valor final dos bens e serviços pagos pelas famílias.

O total do consumo das famílias com os bens e serviços relacionados aos setores produtivos foi utilizado também para desagregar o consumo final das famílias com bens e serviços importados, extraído da MIP.

As células referentes às transferências diretas das famílias para as empresas contêm os prêmios líquidos de seguro não vida e as contribuições sociais pagas diretamente às empresas. A rubrica ‘Outras’, pertencente à sessão ‘Outras despesas correntes’ da tabela de despesas contêm os gastos das famílias com seguros<sup>31</sup> e portanto foi utilizada para desagregar as transferências relativas ao prêmios líquidos de seguro não-vida. A rubrica ‘Contribuições Trabalhistas’, também da tabela de despesas da POF, foi utilizada para desagregar as despesas das famílias com contribuições sociais, sejam pagas diretamente às empresas ou ao governo.

As transferências efetuadas das famílias para outras famílias foram desagregadas a partir da rubrica ‘Pensões, mesadas e doações’ da tabela de despesas. Para obter o quanto cada classe de renda paga para cada classe de renda as mesmas proporções foram aplicadas sobre o total pago por cada classe de renda ao total das famílias.

O total repassado pelas famílias para o fator ‘Capital’ foi desagregado a partir da rubrica ‘Aumento do Ativo’ da tabela de despesas, que pode ser traduzido como um aumento do patrimônio familiar e compreende aquisição de imóvel, reforma de imóvel e outros investimentos<sup>32</sup>.

---

<sup>30</sup> De acordo com o IBGE (2004), esta rubrica corresponde às despesas com imposto sobre propriedade de imóveis, imposto de renda, imposto sobre serviços, imposto sobre propriedade de veículos e emplacamento de veículo.

<sup>31</sup> Na rubrica ‘Outras’ estão agregadas despesas como, por exemplo, seguro de vida, pagamento de asilo e demais despesas de mesma natureza. Fonte: IBGE (2004)

<sup>32</sup> Títulos de capitalização, títulos de clube, aquisição de terrenos para jazigo e outras aquisições similares. Fonte: IBGE (2004)

### **3.3.2.2.2 Desagregação dos rendimentos do setor das famílias na SAM**

A tabela de rendimentos (ver Anexo IV) da POF foi utilizada para realizar a desagregação dos rendimentos, isto é, das células presente na linha do setor famílias na SAM.

A rubrica ‘Rendimento do trabalho – empregado’ foi utilizada para desagregar os salários recebidos pelas famílias (remunerações do fator ‘Trabalho’). As rubricas ‘Rendimento do trabalho – empregador’ e ‘Rendimento do trabalho - conta própria’ são relativas ao excedente operacional bruto e rendimento misto bruto que, por ausência de dados suficientes, não podem ser desagregados.

As remunerações do fator ‘Capital’ para as famílias foram desagregadas a partir do total dos rendimentos médios mensais recebidos pelas famílias com as rubricas ‘Rendimento de aluguel’<sup>33</sup> e ‘Outros rendimentos’<sup>34</sup> da tabela de rendimentos.

As transferências diretas do governo para as famílias foram desagregadas a partir da soma das rubricas ‘Transferência - aposentadoria, pensão da previdência pública’ e ‘Transferência - bolsa de estudo’ da tabela de rendimentos.

Analogamente, as transferências diretas das empresas para as famílias foram desagregadas a partir da soma das rubricas ‘Transferência - aposentadoria, pensão da previdência privada’ e ‘Transferência - transferência transitória’ da tabela de rendimentos.

As transferências recebidas pelas famílias de outras famílias foram desagregadas a partir da rubrica ‘Transferência - pensão alimentícia, mesada ou doação’ da tabela de rendimentos.

### **3.3.2.2.3 Desagregação da poupança do setor das famílias na SAM**

Por fim, a poupança das famílias também foi obtida por meio de diferença. A partir da diferença entre o total dos rendimentos (rubrica ‘Rendimento total’ da tabela de rendimentos - Anexo IV) e o total de despesas (rubrica ‘Despesa total’ da tabela de despesas - Anexo II), observa-se que apenas as três classes mais ricas (Mais de 15 a 20 SM; Mais de 20 a 30 SM e Mais de 30

---

<sup>33</sup> Aluguel de bens imóveis e aluguel de bens móveis. Fonte: IBGE (2004)

<sup>34</sup> Vendas esporádicas, Empréstimos, Aplicações de capital e Outros. Fonte: IBGE (2004)

SM) obtiveram rendimentos superiores às suas despesas<sup>35</sup>. Portanto, o total da poupança das famílias da SAM foi rateado proporcionalmente, de modo que as sete classes de renda mais baixa apresentassem níveis de poupança negativos e as três classes de renda mais alta apresentassem níveis de poupança positivos.

---

<sup>35</sup> NA POF de 2002-2003, os 85,3% das famílias com os menores rendimentos tinham, em média, despesas superiores ao que recebiam mensalmente. Já em 2008-2009, eram os 68,4% com os menores rendimentos estavam nessa situação.  
Fonte: IBGE (2010b)

## **4. Simulações, Resultados e Discussão**

Apresenta-se neste capítulo os resultados obtidos para as hipóteses testadas no presente trabalho. As hipóteses determinam que o estabelecimento de uma taxa sobre emissões de GEE afeta os níveis de produto, emprego e emissões de GEE dos setores da economia em diferentes escalas, além do nível de desigualdade de renda, medido pelo coeficiente de Gini. Os determinantes para tal fato são basicamente a intensidade de carbono (Mt CO<sub>2</sub>eq/1000 R\$) de cada setor produtivo e a relação existente entre os diversos componentes da economia, sejam setores produtivos, fatores ou agentes, que pode ser examinada a partir da análise dos multiplicadores da matriz de contabilidade social construída.

Apresenta-se de forma complementar a hipótese de que as diferentes formas de se reciclar a receita arrecadada pelo governo com a medida também geram resultados diversos sobre os níveis de produto, emprego, emissões de GEE e de desigualdade de renda.

A taxa imposta sobre cada setor é calculada em função de sua intensidade de carbono, detalhada na seção 4.1.

### **4.1 Análise das emissões totais de gases do efeito estufa nas atividades econômicas**

As emissões totais de GEE dos setores produtivos da economia brasileira são compostas pelos requisitos diretos e indiretos de carbono das mesmas, que são calculados a partir da matriz insumo-produto tal qual descrito na seção 3.2.1.

A matriz insumo-produto construída para o Brasil em 2005 foi incrementada com o total de emissões de GEE estimado para os oito setores produtivos da economia brasileira de acordo com os dados extraídos de LA ROVERE *et al* (2013) e de BRASIL (2010) (ver Anexo VI), como demonstrado na Tabela 3.

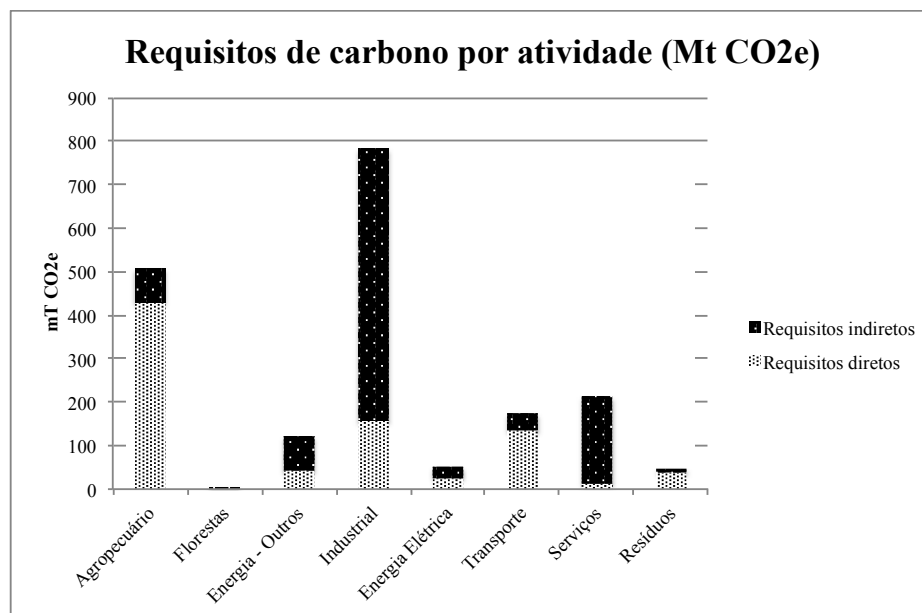
**Tabela 3** - Emissões de GEE estimadas para os setores produtivos da economia brasileira em 2005<sup>36</sup>

Setor	Emissões (em mTCO2e)
Agropecuário	431
Florestas	1329
Energia - Outros	42
Industrial	157
Energia Elétrica	28
Transporte	135
Serviços	13
Resíduos	41

Fonte: Elaboração própria a partir de LA ROVERE *et al* (2013) e BRASIL (2010).

O cálculo dos requisitos diretos e indiretos de emissões dos setores produtivos da economia, realizado a partir da matriz insumo-produto ambiental para o Brasil em 2005, permite conhecer o perfil de emissões associado a cada atividade.

**Figura 16 – Requisitos diretos e indiretos de emissões de carbono por setor de atividade**



Fonte: Elaboração própria

O setor 'Agropecuário' apresenta um nível considerável de requisitos diretos, associados especialmente ao uso da terra para pastagens e agricultura, do metano emitido na pecuária e do uso de fertilizantes, bem superior ao de requisitos indiretos, vinculados à utilização de energia nestas atividades

O setor 'Industrial', por sua vez, apresenta um nível baixo de requisitos diretos e um nível bastante alto de requisitos indiretos. Estes resultados estão parcialmente associados ao fato de que este setor compreende a indústria de transformação, manufaturas, beneficiamento de alimentos, entre outros, responsáveis pelas emissões indiretas. Ademais, o setor também engloba atividades industriais poluidoras, como a produção de cimento, que contribui para os requisitos diretos do setor.

Como a matriz elétrica brasileira é constituída fundamentalmente por energia renovável advinda da hidroeletricidade, os requisitos tanto diretos como indiretos do setor 'Energia Elétrica' são muito baixos.

O setor 'Serviços' utiliza essencialmente insumos provenientes de outros setores para gerar produto e por isso apresenta alto grau de requisitos indiretos, mas praticamente não requer emissões diretas em suas atividades.

As emissões diretas relativas ao setor 'Florestas' foram de 1.329 MtCO<sub>2</sub>e. No entanto, como se trata de emissões provenientes de atividades essencialmente ilegais, as mesmas dificilmente podem ser incluídas em políticas econômicas de mitigação de emissões<sup>37</sup>. Para fins da matriz insumo-produto ambiental, portanto, essas emissões foram consideradas nulas. O setor 'Florestas' é onerado portanto apenas em função de suas emissões indiretas, que são pouco significativas.

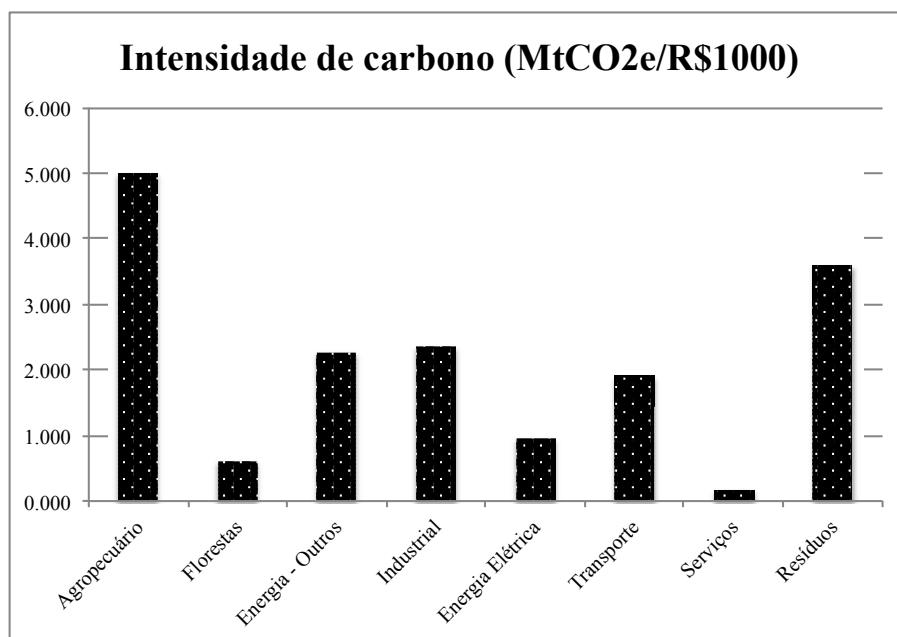
A intensidade de carbono dos setores corresponde ao conteúdo de CO<sub>2</sub>e embutido em uma unidade monetária de produto de cada setor. Seu cálculo nos fornece resultados interessantes, porque este coeficiente varia bastante para os diferentes setores, além de nos fornecer um indicativo de em quanto os mesmos seriam onerados no caso da implementação de uma cobrança pela tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida.

---

<sup>37</sup> Existem políticas econômicas eficazes para combater o desmatamento ilegal, como o pagamento por serviços ambientais e políticas de crédito agrícola (ver ASSUNÇÃO *et al.*, 2013). No entanto, estas políticas não se aplicam ao modelo utilizado.



**Figura 17 – Intensidade de carbono (em Mt CO<sub>2</sub>e) por setor de atividade**



Fonte: Elaboração própria

Os setores 'Agropecuário' e 'Resíduos' são aqueles que apresentam as maiores intensidades de carbono, em níveis muito mais altos do que os observados nos outros setores. Isto se explica pelo fato de que estas atividades, além de serem altamente poluentes, possuem baixo valor agregado. O oposto ocorre com o setor 'Serviços', que apesar de possuir requisitos totais de emissões consideráveis, apresenta alto valor agregado, o que contribui para reduzir seu coeficiente.

## 4.2 Simulações

A partir da SAM construída para o Brasil em 2005, foi simulada a imposição de uma taxa sobre a tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida pelos setores produtivos. Os valores arbitrados foram de R\$25 por tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida e de R\$50 por tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida<sup>38</sup>.

Cabe ressaltar que as emissões atribuídas ao setor produtivo 'Florestas' são majoritariamente provenientes de atividades ilícitas relacionadas ao desmatamento e à supressão de florestas. A cobrança compulsória de pagamento pela tonelada de CO<sub>2</sub>e emitida seria, neste caso, inócua, pois o monitoramento e verificação são comprometidos *a priori*. Entende-se que no caso do desmatamento ilegal a redução de emissões deve ser buscada por meio de instrumentos de comando-e-controle, que procuram garantir a aplicabilidade das normas. Por este motivo, optou-se por não onerar as emissões diretas referentes a este setor<sup>39</sup>.

### 4.2.1 O modelo de multiplicadores da SAM para o Brasil em 2005

A utilização de multiplicadores na análise de insumo-produto requer que se defina quais variáveis são determinadas pelo modelo e quais variáveis são exógenas a ele. É comum 'fechar' o modelo com relação às famílias, um componente que inicialmente pertence à Demanda Final, e aos fatores por elas detidos, de forma a se permitir que sua renda seja tratada como uma variável determinada endogenamente. Dessa forma, foram consideradas como endógenas as contas relativas aos 8 setores produtivos, às 10 diferentes classes de renda das famílias e aos fatores Capital e Trabalho. Optou-se por tratar estes fatores como endógenos pois se considera que os mesmos são detidos pelas famílias, como em TOURINHO *et al* (2006). Como na SAM apenas o governo é remunerado pelo fator Terra, optou-se por tratar este fator como exógeno.

São consideradas, portanto, contas exógenas ao modelo o fator Terra, as empresas, o governo, o resto do mundo e a conta de acumulação de capital e poupança.

---

<sup>38</sup> Foram simulados diferentes níveis de taxa. Observou-se que, para taxas maiores que R\$50, não havia muita diferença nos resultados, além de haver uma redução das emissões de GEE menos que proporcional às perdas de PIB e de geração de emprego.

<sup>39</sup> As atividades de silvicultura e exploração florestal, que são lícitas, possuem balanço negativo de emissões de CO<sub>2</sub> (PUENTES, 2010). Optou-se por considerar estes valores como nulos, já que são insignificantes se comparados às emissões provenientes do desmatamento e supressão de florestas.

O modelo descrito a seguir foi inicialmente apresentado por THORBECKE (2000)<sup>40</sup> para o cálculo do efeito de uma alteração no vetor das variáveis exógenas sobre o vetor de variáveis endógenas. Gera-se um novo equilíbrio, isto é uma nova SAM, que atende à condição de equivalência entre o total de dispêndios e o total de receitas. Este modelo é o mesmo utilizado também em TOURINHO *et al* (2006).

Seja a SAM dividida nas seguintes submatrizes:

**Figura 18 - Contas endógenas e exógenas na SAM construída para o Brasil em 2005**

		Dispêndios				
		Endógenos	Soma	Exógenos	Soma	Total
Receitas	Endógenas	N	n	X	x	$y_n$
	Exógenas	L	l	R	r	$y_x$
	Total	$y'_n$		$y'_x$		

Fonte: Elaboração própria a partir de THORBECKE (2000)

sendo:

**N** a matriz de transações entre as contas endógenas (representa os pagamentos e recebimentos entre setores, fatores Capital e Trabalho, famílias);

**n** o vetor-coluna onde cada elemento representa a soma da linha correspondente da matriz **N**;

**X** a matriz de transações entre as contas exógenas e endógenas (pagamentos do fator Terra, empresas, governo, resto do mundo e poupança para setores, fatores Capital e Trabalho e famílias);

<sup>40</sup> Há outras metodologias que podem ser utilizadas para a análise de insumo-produto com desagregação por classes de renda. Ver por exemplo MIYAZAWA (1976).

$x$  o vetor-coluna onde cada elemento representa a soma da linha correspondente da matriz  $X$ ;

$L$  a matriz de transações entre as contas endógenas e exógenas (pagamentos de setores, fatores Capital e Trabalho e famílias para fator Terra, empresas, governo, resto do mundo e poupança);

$l$  o vetor-coluna onde cada elemento representa a soma da linha correspondente da matriz  $L$ ;

$R$  a matriz de transações entre contas exógenas (pagamentos e recebimentos entre fator Terra, empresas, governo, resto do mundo e poupança);

$r$  o vetor-coluna onde cada elemento representa a soma da linha correspondente da matriz  $R$ ;

$y_n$  o vetor-coluna das receitas das contas endógenas;

$y'_n$  o vetor-linha dos gastos das contas endógenas;

$Y_n$  a matriz diagonal de receitas das contas endógenas;

$y_x$  o vetor-coluna das receitas das contas exógenas;

$y'_x$  o vetor-linha dos gastos das contas exógenas.

Tem-se que:

$$y_n = n + x \quad (\text{eq. 4.1})$$

$$y_x = l + r \quad (\text{eq. 4.2})$$

A divisão dos elementos de cada coluna da matriz  $N$  pelo dispêndio total da coluna fornece a matriz  $A_n$ , que representa a propensão média a gastar com relação ao uso dos recursos das contas endógenas.

$$A_n = N / Y_n \quad \text{ou} \\ N = A_n \cdot Y_n \quad (\text{eq. 4.3})$$

Como  $n = A_n \cdot y_n$ , temos que

$$y_n = A_n \cdot y_n + x \quad (\text{eq. 4.4})$$

Resolvendo a equação acima chegamos a

$$y_n = (I - A_n)^{-1} \cdot x \quad \text{ou} \quad y_n = M_a \cdot x \quad (\text{eq. 4.5})$$

que representa o total das receitas das contas endógenas ( $y_n$ ) em função da demanda exógena ( $x$ ) e da matriz de multiplicadores contábeis ( $M_a = (I - A_n)^{-1}$ ).

Analogamente, a divisão dos elementos de cada coluna da matriz  $L$  pelo dispêndio total da coluna fornece a matriz  $A_l$ , que representa a propensão média a gastar das contas endógenas nas contas exógenas.

$$A_l = L / Y_n \quad \text{ou}$$

$$L = A_l \cdot Y_n \quad (\text{eq. 4.6})$$

Como  $l = A_l \cdot y_n$ , temos que

$$y_x = A_l \cdot y_n + r \quad \text{ou} \quad y_x = A_l \cdot M_a \cdot x + r \quad (\text{eq. 4.7})$$

que representa o total das receitas das contas exógenas ( $y_x$ ) em função de  $A_l$ , do total das receitas das contas endógenas ( $y_n = M_a \cdot x$ ) e dos elementos da demanda final das contas exógenas ( $r$ ).

#### **4.2.2 Simulação da imposição da taxa de carbono no modelo**

Seja  $t$  a taxa de carbono (R\$/tCO<sub>2</sub>e) aplicada aos setores produtivos e  $C$  a quantidade de CO<sub>2</sub>e (Mt CO<sub>2</sub>e) emitida por cada setor produtivo.

A expressão  $T_j = t \cdot C_j$  determina quanto cada setor deve ser cobrado em função da imposição de uma taxa a tonelada de carbono emitida. O somatório  $\sum_j T_j$  representa o total arrecadado com a taxa pelo governo em milhões.

No entanto, optou-se por onerar as atividades de acordo não com suas emissões diretas de GEE, mas em função de seus requisitos totais de emissões de GEE, isto é, diretos e indiretos.

Seja  $R_j$  os requisitos totais de emissões de GEE do setor produtivo  $j$ .

$r_j = R_j / \sum_j R_j$  corresponde à proporção dos requisitos totais da economia atribuída ao setor  $i$ .

Este coeficiente é utilizado para se ponderar o quanto cada setor efetivamente deverá pagar por suas emissões, ou seja

$$T_j' = r_j * T_j \quad (\text{eq. 4.8})$$

Nota-se que  $\sum_j T_j = \sum_j T_j'$ .

A razão  $T_j' / Y_j$  representa a proporção do valor pago pelo setor  $j$  em relação à sua produção total.

A expressão  $E_j = [1 - T_j' / Y_j]$  determina a redução na produção total do setor produtivo  $j$  em função da aplicação da taxa de carbono sobre o mesmo. Tem-se portanto um vetor-coluna (8x8)  $E$ , contendo todos os coeficientes  $E_j$ , que é utilizado para multiplicar a matriz  $A_n$ , como a seguir:

$$A_{nt} = E * A_n \quad (\text{eq. 4.9})$$

A alteração afeta diretamente a matriz  $M_a$  e conseqüentemente as matrizes  $Y_n$  e  $Y_l$ . A multiplicação de  $E$  pela Demanda Final gera um novo nível de demanda final que, por sua vez, gera um novo nível de Produção Total.

$$E * DF * M_a = Y_t \quad (\text{eq. 4.10})$$

Esta operação fornece também novos níveis de demanda final e, portanto, de produção total. A diferença entre a nova produção total ( $Y_t$ ) e a produção total original ( $Y$ ) determina o quanto cada variável é afetada com a imposição da taxa sobre emissões.

$$Y_t - Y = W \quad (\text{eq. 4.11})$$

Como se pretende simular um aumento nos impostos e, portanto, na produção total da economia, este mesmo valor (W) pode ser adicionado à produção original<sup>41</sup>:

$$Y_f = Y + T \quad (\text{eq. 4.12})$$

A seguir são descritos os procedimentos utilizados para se verificar o impacto sobre o Valor Adicionado, o nível de emprego, o nível de emissões de GEE e o coeficiente de Gini.

#### **4.2.2.1 Impacto da taxa de carbono sobre o Valor Adicionado (PIB)**

Como descrito na seção anterior, a imposição de uma taxa de carbono altera a matriz  $A_n$  e, conseqüentemente, a matriz  $M_a$ , que passa a ser  $M_{aj}$ .

Sejam  $VA_j$  o valor adicionado do setor  $j$ ,  $Y_{jf}$  o valor da produção total do setor  $j$  após a aplicação da taxa e  $M_{aj}'$  a transposta da matriz  $M_{aj}$ . Então  $m(h)_{ij} = VA_j/Y_{jf} * M_{aj}'$  representa a variação do Valor Adicionado do setor  $i$  em função da aplicação da taxa sobre o setor  $j$ .

O somatório  $\sum m(h)_{ij}$  equivale ao impacto total da aplicação da taxa sobre Valor Adicionado do setor  $i$ .

#### **4.2.2.2 Impacto da taxa de carbono sobre o nível de emprego na economia**

A análise da implementação da taxa de carbono sobre o nível de emprego da economia é realizada de forma similar ao Valor Adicionado.

Sejam  $L_j$  a quantidade de empregos gerados pelo setor  $j$ ,  $Y_{jf}$  o valor da produção total do setor  $j$  após a aplicação da taxa e  $M_{aj}'$  a transposta da matriz  $M_{aj}$ . Então,  $l(h)_{ij} = L_j/Y_{jt} * M_{aj}'$  representa a variação da quantidade de empregos gerados para setor  $i$  em função da taxa sobre o setor  $j$ .

---

<sup>41</sup> Ainda que seja possível simular qual seria a alteração do numerador  $VA_j$  após a aplicação da taxa de carbono, isto dificilmente poderia ser realizado para as variáveis  $L_j$  (emprego) e  $C_j$  (emissões de GEE). Portanto, para fins de simulação, alterou-se o denominador  $Y_{jf}$ , somando-se o valor total arrecadado com a taxa ao valor original (ver seção 4.2.2.1).

O somatório  $\sum l(h)_{ij}$  equivale ao impacto total da aplicação da taxa sobre o nível de emprego do setor  $i$ .

#### **4.2.2.3 Impacto da taxa de carbono sobre o nível de emissões de GEE na economia**

Por fim, utiliza-se uma abordagem similar para calcular o nível de emissões de GEE de cada setor após a implementação da taxa de carbono.

Sejam  $C_j$  o valor adicionado do setor  $j$ ,  $Y_{jf}$  o valor da produção total do setor  $j$  após a aplicação da taxa e  $Ma_{ij}'$  a transposta da matriz  $Ma_{ij}$ . Então  $e(h)_{ij} = C_j/Y_{jf} * Ma_{ij}'$  representa a variação no nível de emissões de GEE geradas no setor  $i$  em função da aplicação da taxa sobre o setor  $j$ .

O somatório  $\sum e(h)_{ij}$  equivale ao impacto total da taxa das emissões sobre o nível de emissões do setor  $i$ .

#### **4.2.2.4 Impacto da taxa de carbono sobre a desigualdade de renda da economia**

A medida utilizada para a mensuração dos impactos das políticas de mitigação sobre a desigualdade de renda no Brasil é o coeficiente de Gini. Para realizar seu cálculo é necessária inicialmente a construção da chamada curva de Lorenz. Ambos os instrumentos são apresentados em detalhe a seguir.

##### **4.2.2.4.1 Medidas de desigualdade de renda: a curva de Lorenz e o coeficiente de Gini**

Embora não haja um índice de desigualdade seguramente melhor que os outros, o mais comumente utilizado é o coeficiente de Gini<sup>42</sup>. Seu cálculo é realizado a partir da curva de Lorenz, a qual é obtida pela ordenação da população segundo o seu nível de renda.

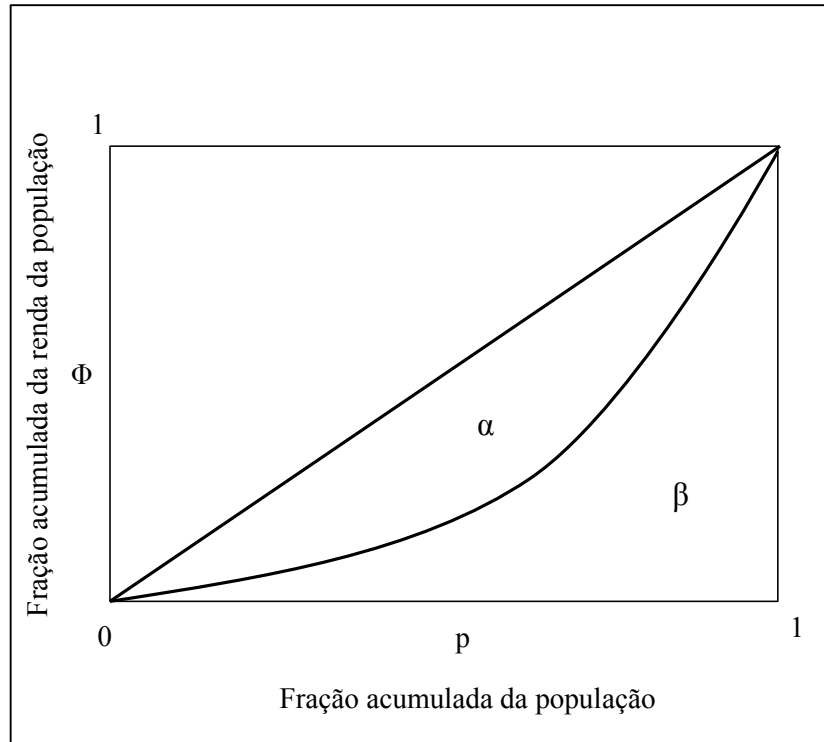
---

<sup>42</sup> Outras medidas de desigualdade amplamente utilizadas são o primeiro índice de Theil (Theil – T) e o segundo índice de Theil (Theil – L). Assim como o coeficiente de Gini, os índices propostos por Theil obedecem à condição de Pigou-



A Figura 19 - Curva de Lorenz ilustra uma curva de Lorenz, relacionando a fração acumulada da renda ( $\Phi$ ) no eixo vertical com a fração acumulada da população ( $p$ ) no eixo horizontal.

**Figura 19 - Curva de Lorenz**



Fonte: Elaboração própria a partir de BARROS *et al* (2006a)

Para o presente trabalho, a curva de Lorenz para a economia brasileira em 2005 foi construída a partir da ordenação das 10 diferentes classes de renda e seus respectivos níveis de renda de forma crescente.

No eixo horizontal encontra-se a parcela acumulada da população, contendo o número de famílias pertencentes a cada classe de renda (Ver Tabela 2). No eixo vertical encontra-se a parcela acumulada da renda de cada classe de renda da economia, contendo a renda média de cada classe de renda obtida a partir da seguinte expressão:

---

Dalton, que estabelece que o valor de uma medida de desigualdade deve aumentar quando for realizada uma transferência regressiva de renda (transferir renda de uma pessoa para outra mais rica) (ver HOFFMANN, 2000).

Renda média da classe = Renda total da classe / Número de famílias que compõem a classe  
(eq. 4.13)

O coeficiente de Gini equivale ao dobro da área entre a curva de Lorenz (que forma um arco no gráfico) e a diagonal ou 'linha de perfeita igualdade', que representa a distribuição em que todos detêm exatamente a mesma renda.

A área entre a curva de Lorenz e a linha de perfeita igualdade é representada por  $\alpha$  e a área abaixo da curva de Lorenz é representada por  $\beta$ . A derivação formal do coeficiente de Gini determina que  $G = \alpha/(\alpha + \beta)$ .

Como  $\alpha + \beta = 0.5$ , então

$$G = 2\alpha = 1 - 2\beta \quad (\text{eq. 4.14})$$

Se representarmos a curva de Lorenz pela função  $Y = L(x)$ , derivamos o coeficiente de Gini a partir da seguinte expressão:

$$G = 1 - 2 \int_0^1 L(x) dx \quad (\text{eq. 4.15})$$

Portanto, quanto mais distante, medida por essa área, da linha de perfeita igualdade estiver a curva de Lorenz, maior será a desigualdade e o coeficiente de Gini. Um coeficiente de Gini igual a 1 corresponde à distribuição mais desigual possível, enquanto um coeficiente de Gini igual a 0 denota a perfeita igualdade, ou seja, uma situação em que todos possuem o mesmo nível de renda (BARROS *et al*, 2006a).

### 4.2.3 A reciclagem da receita arrecadada com a taxa de carbono

Foram simulados diferentes cenários para a forma como a receita arrecadada com a taxa é utilizada.

#### **Caso 1: Não há reciclagem**

Neste caso, o governo arrecada a receita, mas a mesma não é reinserida diretamente na economia, isto é, não é repassada para nenhum dos setores produtivos, fatores, famílias, para o

próprio governo, empresas, resto do mundo ou para a conta de acumulação de capital. Esta receita poderia estar sendo utilizada, por exemplo, para que o governo pagasse sua dívida pública.

### **Caso 2: Transferência direta para as famílias**

Esta alternativa de reciclagem é proposta por TIMILSINA e SHRESTA (2002). Neste caso, toda a receita auferida com a taxa sobre emissões é repassada na forma de transferência direta às famílias que possuem poupança negativa no cenário de referência. Soma-se o valor arrecadado diretamente à demanda final de cada classe de acordo com a proporção que a mesma representa da poupança negativa da economia no cenário de referência. O aumento da demanda final das classes de renda produz um novo nível de renda total das mesmas ( $Y_f$ ).

As classes favorecidas com esta medidas são as sete primeiras classes de renda mais baixa, de até 2 salários mínimos a mais de 10 a 15 salários mínimos.

### **Caso 3: Redução de encargos trabalhistas**

Neste caso, a receita arrecadada é utilizada para desonerar os impostos que incidem sobre o fator trabalho. Assim como a redução no nível de atividade é transposta diretamente na matriz  $A_n$  para os setores produtivos, aumenta-se o nível do fator trabalho de acordo com o aumento proporcionado por  $Y_f$  com relação à sua produção total inicial.

## **4.3 Resultados e Discussão**

A seguir são apresentados os principais resultados encontrados a partir da simulação de uma taxa de carbono sobre os setores produtivos da economia. Foram testadas taxas de diferentes valores e analisados seus efeitos sobre o PIB, nível de emprego, emissões de GEE e desigualdade de renda.

### 4.3.1 Valor da taxa de carbono a R\$25

Para uma taxa de carbono a R\$25, tem-se os seguintes impactos sobre PIB, emprego, nível de emissões e coeficiente de Gini:

**Tabela 4 - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$25<sup>43</sup>**

	PIB	Coefficiente de Gini	Empregos	Emissões de GEE
Sem reciclagem da taxa	-3.06%	-0.05%	-3.76%	-5.94%
Transferência direta às famílias	-1.54%	-1.40%	-2.38%	-3.92%
Redução de encargos trabalhistas	0.29%	0.13%	-1.10%	-2.96%

Fonte: Elaboração própria

Quando não há reciclagem da receita, reduz-se as emissões em 5.94%, com queda do PIB de 3.06% e dos níveis de emprego em 3.76%. O coeficiente de Gini diminui 0.05%, para 0.6034 contra 0.6037 no cenário de referência. A imposição da cobrança por emissões de GEE tem efeito progressivo, portanto, pois contribui para reduzir a desigualdade de renda. Este resultado entra em contraste com a literatura existente para países desenvolvidos, para os quais uma taxa de carbono geralmente tem efeito regressivo. No entanto, é similar às conclusões de BRENNER *et al* (2007), que simulam uma taxa de carbono para a economia chinesa.

Quando a receita é utilizada para realizar uma transferência direta para as classes de renda com poupança negativa no cenário de referência, reduz-se as emissões em 3.92%, o PIB em 1.54% e os níveis de emprego em 2.38%. Percebe-se a existência de um efeito bumerangue, que prevê que o aumento de renda de um componente da economia em função da reciclagem da receita proporciona um aumento em sua demanda final, que por sua vez gera um efeito multiplicador na economia, contrabalanceando o efeito recessivo da taxação. No caso da transferência direta, o efeito se dá pelo maior nível de consumo possibilitado às famílias de classes de renda mais baixas. Esta medida é a que mais contribui para a redução da desigualdade de renda na economia. Observou-se uma redução do coeficiente de Gini de 1.4%, passando de 0.6037 para 0.5952.

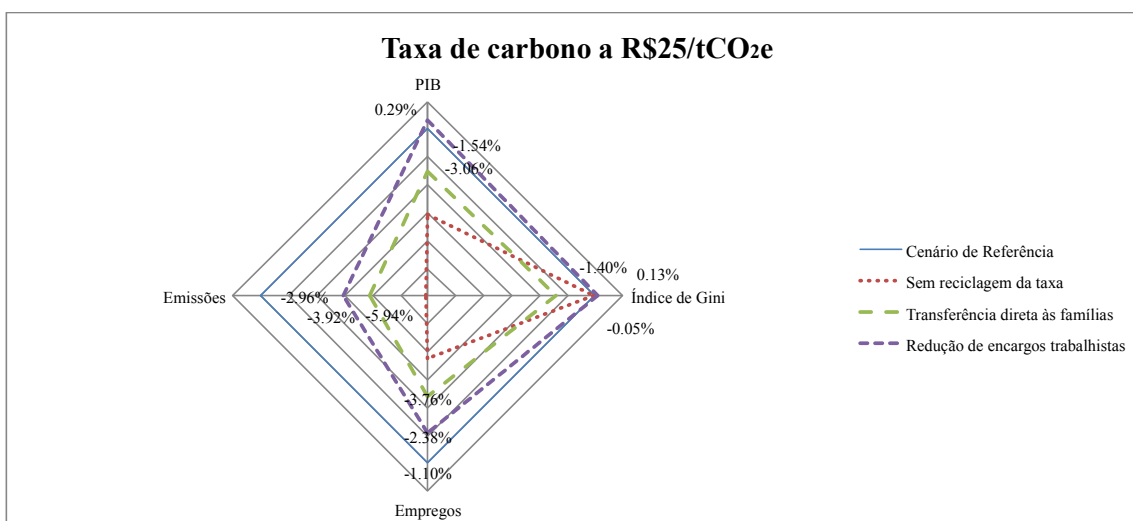
Por fim, se a receita é utilizada para reduzir a oneração sobre o fator trabalho, há redução de 2.96% nas emissões de GEE ao mesmo tempo em que se nota um aumento do PIB, de 0.29%. Observa-se portanto a existência de um dividendo duplo, assim como notado por BÖHRINGER e RUTHERFORD (1997), PARRY e BENTO (2002), e VAN HEERDEN *et al* (2006). Há redução nos níveis de emprego, cerca de 1.1%. Neste caso, o efeito bumerangue se dá pela capacidade de se

<sup>43</sup> Para a curva de Lorenz ver Anexos X. 1.

empregar mais indivíduos, que por sua vez, terão a possibilidade de aumentar suas demandas por consumo. Tanto no caso da transferência às famílias quanto no caso da desoneração de encargos trabalhistas, o efeito dá ensejo a uma maior atividade econômica, havendo portanto geração de emissões de GEE associada ao mesmo<sup>44</sup>. Esta opção ilustra a correlação existente entre o efeito bumerangue e o dividendo duplo: é possível reduzir as emissões de GEE aumentando os níveis de PIB e emprego, ou pelo menos amenizando parte do impacto negativo da taxa sobre essas variáveis.

No entanto, a desoneração dos impostos sobre o trabalho contribui para efetivamente aumentar a desigualdade de renda na economia, uma vez que o coeficiente de Gini passa de 0.6037 no cenário de referência para 0.6044, um aumento de 0.13%. Uma possível explicação para este resultado é o fato de muitas famílias pertencentes às classes de renda mais baixas estarem inseridas no mercado de trabalho informal, não sendo beneficiadas diretamente por esta medida<sup>45</sup>.

**Figura 20 - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$25**



Fonte: Elaboração própria

<sup>44</sup> Nota-se que a existência do efeito bumerangue é fundamental para a determinação dos níveis finais de produto, empregos e emissões, além de afetar o coeficiente de Gini. Para um maior aprofundamento sobre este efeito, ver GREENING *et al* (2000) e KHAZZOOM (1980).

<sup>45</sup> A desoneração de encargos sobre o trabalho contribui para criar mais empregos e reduzir os níveis de informalidade da economia, o que beneficiaria as classes de renda mais baixas e possivelmente melhoraria a distribuição de renda na economia. No entanto, estes efeitos dificilmente são captados em uma análise estática.

### 4.3.2 Valor da taxa de carbono a R\$50

Quando a taxa de carbono é estabelecida em R\$50, observam-se os seguintes impactos sobre a economia, emissões de GEE e níveis de desigualdade de renda:

**Tabela 5** - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$50<sup>46</sup>

	<b>PIB</b>	<b>Coefficiente de Gini</b>	<b>Empregos</b>	<b>Emissões de GEE</b>
<b>Sem reciclagem da taxa</b>	-5,42%	-0,09%	-6,68%	-10,56%
<b>Transferência direta às famílias</b>	-2,48%	-2,77%	-4,05%	-6,81%
<b>Redução de encargos trabalhistas</b>	-2,09%	0,08%	-3,88%	-7,45%

Fonte: Elaboração própria

Quando a receita não é reinserida na economia, observa-se um forte efeito recessivo da medida. Há redução de 5.42% no PIB e de 6.68% nos níveis de emprego. Por outro lado, as emissões de GEE são reduzidas em 10.56%. Assim como no caso da tonelada emitida a R\$25, o efeito da medida é progressivo: o coeficiente de Gini passa de 0.6037 no cenário de referência para 0.6031, uma redução de 0.09%.

Quando a receita é utilizada para se realizar uma transferência direta para as famílias das sete classes de renda mais baixa, há redução de 6.81% das emissões de GEE, a menor observada para todas as alternativas. Isto se deve à existência do efeito bumerangue, segundo o qual as famílias são possibilitadas de consumir mais, dando ensejo a maior atividade econômica. Os níveis de PIB e emprego também são alterados em função deste efeito, havendo reduções menores do que no caso sem reciclagem da receita, 2.48% e 4.05%, respectivamente. Esta medida contribui para reduzir consideravelmente a desigualdade de renda. O coeficiente de Gini passa de 0.6037 no cenário de referência para 0.5869, uma redução de 2.77%.

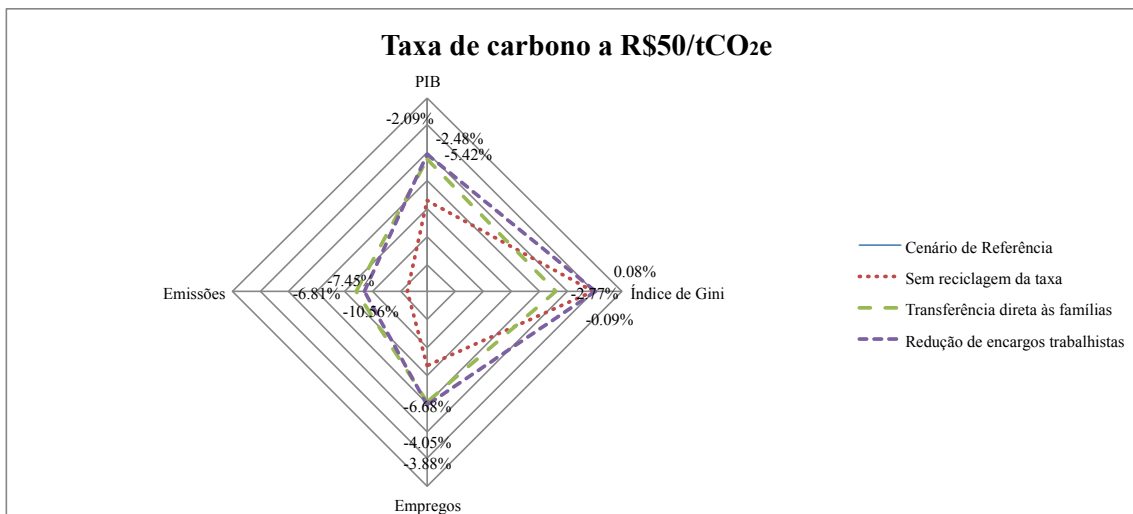
Quando a receita é utilizada para reduzir a tributação sobre o fator trabalho, também há efeito bumerangue, mas diferentemente do caso em que a tonelada é estabelecida a R\$25, não há dividendo duplo. As emissões de GEE são reduzidas em 7.45%, enquanto o PIB e o emprego caem 2.09% e 3.88%, respectivamente. Esta medida todavia contribui para aumentar a desigualdade de

---

<sup>46</sup> Para a curva de Lorenz ver Anexo X.2.

renda na economia, pois o coeficiente de Gini passa para 0.6041, havendo um aumento de 0.08%. Ressalta-se que, como muitas famílias das classes de renda mais baixas não pertencem ao mercado de trabalho formal, é possível que elas não sejam diretamente beneficiadas por esta medida.

**Figura 21 - Resultados para valor da taxa de carbono a R\$50**



Fonte: Elaboração própria

Quando se compara os resultados obtidos para a taxa de carbono a R\$25 e a R\$50, vê-se que, à medida em que cresce o valor estabelecido, reduz-se as emissões de GEE menos que proporcionalmente às reduções dos níveis de PIB e emprego. A perda de bem-estar dos agentes deixa de ser justificada pela menor emissão de GEE, portanto conclui-se que a taxa ótima estaria mais próxima de R\$25 do que de R\$50.

Todavia, qualquer que seja o nível de taxa escolhido, não há uma medida absolutamente preferível às outras, pois em todos os casos nos deparamos com diferentes *trade-offs*. Por exemplo, a medida que mais contribui para a redução da desigualdade, a transferência direta, é a mesma em que se observa a menor redução no nível de emissões. Por outro lado, a desoneração de encargos trabalhistas gera uma redução significativa das emissões de GEE sem comprometer muito os níveis de PIB e emprego, podendo até gerar um duplo dividendo, mas contribui efetivamente para aumentar a desigualdade de renda. A escolha da melhor alternativa para se utilizar a receita obtida com a cobrança por emissões de GEE dependerá das prioridades dos formuladores de política, isto é, se é dada ênfase à redução de emissões ou a questões socioeconômicas.

#### 4.4 Opções de redução de emissões de GEE a baixo custo

Alguns estudos acerca de opções de mitigação de emissões de GEE para o Brasil têm sido empreendidos recentemente. Destacam-se o estudo realizado pela McKinsey intitulado 'Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil' (MCKINSEY & COMPANY, 2009) e por DE GOUELLO *et al* (2010), o 'Estudo de baixo carbono para o Brasil'.

Ambos os trabalhos destacam a existência de diversas medidas de mitigação de emissões de GEE que poderiam ser implementadas a baixo custo, muitas vezes menor do que o preço da tonelada de CO<sub>2</sub>e negociada nos mercados de carbono. Chama a atenção, inclusive, a quantidade de medidas de mitigação com custos de abatimento estimados negativos.

Para fins de ilustração, será utilizado o estudo realizado por DE GOUELLO *et al* (2010), pois considera-se que este é mais completo e oferece resultados mais robustos do que o trabalho da MCKINSEY & COMPANY (2009).

Nele, são elaborados relatórios setoriais nos quais se desenvolve um cenário de baixa emissão de carbono para a economia brasileira entre 2010 e 2030 frente a uma linha de base (*business-as-usual*), ou seja, que não leva em conta medidas para a mitigação de emissões.

A partir destes cenários, calcula-se os investimentos necessários para a implementação das medidas e, dividindo-os pela estimativa da quantidade de toneladas de GEE abatidas, obtém-se um custo de abatimento para cada medida<sup>47</sup>. A abordagem dos custos é feita por opção tecnológica, agregando todos os setores que apresentam potencial de implementação da mesma (SEROA DA MOTTA *et al*, 2012).

Os resultados do estudos apresentam as medidas de mitigação exibidas na forma de curvas de custo marginal de abatimento, as chamadas curvas *MAC*<sup>48</sup>, que apresentam os custos marginais de abatimento das medidas no eixo vertical em contraste com o potencial de abatimento de cada uma delas no eixo horizontal. A **Figura 22** apresenta as medidas com custos estimados abaixo de US\$50.

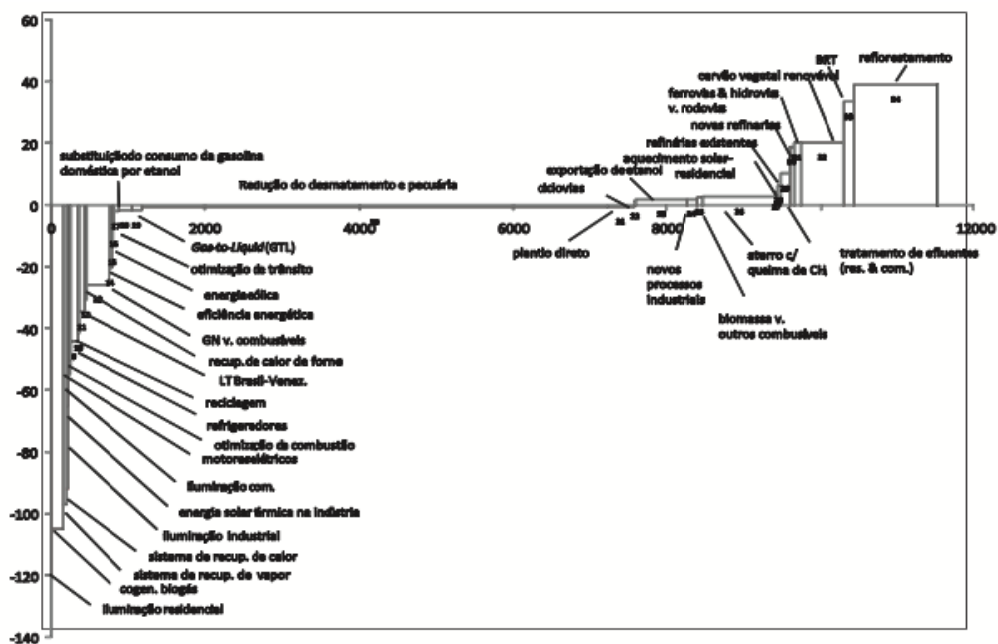
---

<sup>47</sup> Supõe-se um crescimento médio do PIB de 3.7% ao ano, um preço médio do barril de petróleo a US\$ 40,00 e uma taxa interna de desconto de 8% ao ano (DE GOUELLO *et al*, 2010).

<sup>48</sup> *Marginal Cost Abatement Curves*, no original em inglês.



Figura 22 - Curvas MAC para a economia brasileira – custos abaixo de US\$ 50/tCO<sub>2</sub>e



Fonte: DE GOUELLO *et al* (2010) em SEROA DA MOTTA *et al* (2012)

Mais de metade do potencial de mitigação da economia brasileira reside no combate ao desmatamento, que conta com baixos custos de abatimento. Custos negativos foram encontrados para medidas relacionadas à eficiência energética, especialmente à redução no consumo de energia. As alternativas que apresentaram os custos mais altos são aquelas que requerem volumes altos de investimentos, como construção de metrô e de trem bala e o tratamento de resíduos industriais emissores de CH<sub>4</sub>.

A existência de custos negativos leva ao questionamento acerca da implementação destas medidas de mitigação. Se são capazes de gerar lucros ao invés de custos, ou seja, se são opções 'win-win', não há um motivo aparente para que não tenham ainda sido implementadas.

SEROA DA MOTTA *et al* (2012) apresentam algumas possíveis razões para tal, indicando que existe uma subestimação de parâmetros de cálculo dos custos, como a taxa de desconto e os níveis de investimentos necessários. Existiria portanto uma série de fontes de custos e barreiras de implementação geralmente difíceis de identificar, relacionadas à heterogeneidade dos agentes

quanto ao uso de tecnologia, a barreiras técnicas, à incerteza quanto aos preços futuros da energia e às economias reais geradas pelo uso de tecnologias energéticas, a barreiras de mercado, a informação incompleta, a barreiras de financiamento, entre outros. Para um maior aprofundamento sobre estas questões ver KESICKI (2009), EKINS, KESICKI e SMITH (2011), JAFFE e STAVINS (1994) e KUIK *et al* (2009) em SEROA DA MOTTA *et al* (2012).

Não se pretende neste trabalho estimar com precisão emissões que poderiam ser evitadas a partir de medidas de mitigação. Entretanto fica claro que haveria medidas que permitiriam um abatimento a um custo menor do que o valor da taxa de carbono e portanto, preferíveis ao pagamento da mesma.

## 5. Conclusões e recomendações futuras

### 5.1 Principais conclusões

À medida em que esforços de redução de emissões de GEE se fazem cada vez mais necessários, um maior número de estudos vêm sendo empreendidos com o intuito de analisar seus impactos sobre agregados econômicos. Grande parte destes trabalhos têm como objeto de estudo os países desenvolvidos, uma vez que apenas estes possuem, atualmente, compromissos formais de redução de suas emissões. Para os países em desenvolvimento, a literatura permanece incipiente.

Nestes países, não apenas os níveis de PIB, emprego ou competitividade são prioritários no que diz respeito aos impactos de medidas de mitigação de emissões de GEE. Há também uma crescente preocupação em se reduzir a concentração de renda, uma vez que se tratam de países altamente desiguais e com grande parte de suas populações vivendo em condições de extrema pobreza. Pesquisas recentes sugerem ter havido uma mudança na demografia da pobreza nas últimas duas décadas. Atualmente, a maior parte daqueles que vivem em condições de pobreza encontram-se em países de média renda (SUMNER, 2010), ou seja, justamente os países em desenvolvimento que crescentemente contribuem para as altas concentrações de GEE na atmosfera<sup>49</sup>.

No Brasil, alguns estudos foram desenvolvidos com o objetivo de aferir os impactos das mudanças climáticas e de possíveis medidas de mitigação no país. MARGULIS, DUBEUX e MARCOVITCH (2010) estimam que o impacto da aplicação de uma taxa de carbono entre US\$ 30 e US\$ 50 por tonelada de carbono reduziria as emissões nacionais entre 1,16% e 1,87% e resultaria em uma queda no PIB entre 0,13% e 0,08%. Já os trabalhos empreendidos por MCKINSEY AND COMPANY (2009) e DE GOUELLO *et al* (2010) dão ênfase aos custos das possíveis medidas de mitigação. Não foi dada atenção, entretanto, aos impactos destas medidas sobre a desigualdade de renda no país, um tema prioritário na agenda política brasileira.

Neste sentido, o presente trabalho buscou analisar quais seriam os possíveis efeitos de uma cobrança sobre emissões de GEE sobre a concentração de renda por meio de uma análise estática, utilizando uma matriz de contabilidade social para o Brasil em 2005. Concluiu-se que tanto o nível

---

<sup>49</sup> Destacam-se os vastos contingentes populacionais na Índia e na China, onde 41.6% e 15.9% da população vivem abaixo da linha de pobreza de US\$1.25/dia, respectivamente.

estabelecido para a taxa sobre emissões de GEE quanto a forma como a receita auferida com a mesma é reinserida na economia afetam os níveis de desigualdade de renda. As formas de reciclagem da receita simuladas foram a transferência direta para as famílias de classes de renda mais baixas e a desoneração de impostos sobre o fator trabalho<sup>50</sup>. Adicionalmente, foram analisados os impactos sobre o PIB, o nível de emprego e as emissões de GEE.

Dos 8 setores produtivos utilizados na matriz de contabilidade social, observou-se grandes discrepâncias no que diz respeito aos requisitos diretos e indiretos de carbono e também na intensidade de carbono por unidade monetária produzida. Enquanto os setores 'Industrial' e 'Serviços' apresentam altos níveis de emissões indiretas em sua produção, os setores 'Agropecuário' e 'Transporte' apresentam níveis de requisitos diretos superiores aos seus níveis de requisitos indiretos. No que diz respeito à intensidade de carbono, medida em MtCO<sub>2</sub>e/R\$1000, chama atenção o contraste entre os resultados apresentados para os setores 'Agropecuário' e 'Serviços'. Enquanto o primeiro apresenta alto nível de emissões para um baixo valor agregado de seu produto, ou seja, uma intensidade de carbono alta, o contrário ocorre para o setor 'Serviços', que apresenta uma intensidade de carbono baixa.

À exceção do setor de 'Florestas', cujas emissões são provenientes predominantemente de atividades ilegais, foi simulada dentre os setores produtivos da economia a cobrança pela emissão de GEE ponderada pela intensidade de carbono setorial. Para o valor da taxa de carbono a R\$25, foi observada uma variação do PIB entre -3.06% e 0.29%, a depender de como se utiliza a receita arrecadada com a medida. Destaca-se que, entre as opções simuladas, só foi possível obter o chamado dividendo duplo quando a tonelada é estabelecida a R\$25 e a receita é utilizada para desonerar impostos incidentes sobre o fator trabalho. Os níveis de emprego variam entre -3.76% e -1.1% e há uma redução das emissões de GEE entre 5.94% e 2.96%. O coeficiente de Gini, medida utilizada para medir a desigualdade de renda, varia entre -1.4% e 0.13%. Quando não há reciclagem da receita, há redução da concentração de renda, portanto a medida é considerada progressiva, um resultado que difere dos resultados geralmente obtidos para países desenvolvidos. Por outro lado, quando se utiliza a receita para reduzir impostos trabalhistas, há aumento da desigualdade, o que entra em contraste com o aumento no PIB observado para esta opção.

Quando a taxa de carbono é estabelecida em R\$50, o PIB varia entre -5.42% e -2.09%, o níveis de emprego variam entre -6.68% e -3.88% e as emissões são reduzidas entre 10.56% e 6.81%. Novamente, quando não há reciclagem da receita ou quando a mesma é utilizada para se

---

<sup>50</sup> Foi simulada também a opção de não-reciclagem da receita, isto é, o governo opta por não redistribuir o valor arrecadado para as entidades da economia e não se mantém neutro em termos fiscais com relação à medida.

transferir renda para as classes de renda mais baixas, há redução da concentração de renda, o coeficiente de Gini diminui 0.09% e 2.77%, respectivamente. Quando a receita é utilizada para desonerar impostos sobre o trabalho, há aumento da desigualdade, e o coeficiente de Gini aumenta 0.08%.

O valor ótimo da taxa é de difícil apreciação, porém estima-se que o mesmo esteja mais próximo de R\$25 do que de R\$50, uma vez que, à medida em que se aumenta seu valor, observa-se uma redução nas emissões de GEE menos que proporcional à redução dos níveis de PIB e emprego. Este é um fator fundamental para a aceitabilidade da medida.

Conclui-se portanto que não existe uma opção incontestavelmente preferível às outras. Observa-se uma relação inversamente proporcional e crescente entre o valor da taxa de carbono e os níveis de PIB, emprego, coeficiente de Gini e emissões, sendo que as emissões apresentam a maior elasticidade com relação à medida. Quando a receita obtida com a medida é reciclada, seja via transferência para as classes de renda mais baixa, seja via desoneração de encargos trabalhistas, esta relação deixa de valer. A depender do valor da taxa e da forma como a receita é reinserida na economia, é possível observar aumentos no PIB e na concentração de renda, além de efeitos mais brandos sobre a redução de todos os agregados, devido ao chamado efeito bumerangue.

Políticas ambientais enfrentam resistência porque geralmente implicam em redução do crescimento econômico, dos níveis de emprego e de outros critérios determinantes do bem-estar. Porém, os resultados sugerem que, ao se utilizar a receita auferida com a imposição do instrumento econômico, seja ele uma taxa de carbono ou um sistema *cap-and-trade* por exemplo, ameniza-se alguns fatores que comprometem a aceitabilidade da taxa. No presente trabalho, foi demonstrado que é possível inclusive reduzir a desigualdade de renda, um fator de grande relevância em países em desenvolvimento.

## **5.2 Limitações do estudo**

Por incluir um análise de insumo-produto, o modelo utilizado permite observar alguma relações intersetoriais que não são captadas por outras abordagens. O aspecto mais relevante a ser destacado é o fato de que o modelo permite a oneração a partir das emissões de GEE totais dos setores, isto é, diretas e indiretas.

No entanto, os resultados obtidos são produto da utilização de um modelo macroeconômico que conta com algumas limitações. Como aponta PANDEY (2002), na modelagem econômica para países em desenvolvimento, há de se lidar com inúmeras dificuldades para se representar de forma verossímil algumas características dessas economias. Além das grandes disparidades sociais e regionais já mencionadas, estes países geralmente apresentam economia informal significativa, barreiras à entrada de capital e grandes incertezas de natureza regulatória e institucional. Neste sentido, por exemplo, o modelo não considera as emissões provenientes de atividades florestais que são legais e, portanto, passíveis de oneração.

Ademais, cabe enumerar as limitações inerentes à abordagem escolhida, a análise de insumo-produto. Destaca-se a função de Leontief utilizada, que considera retornos constantes de escala, em detrimento de uma análise marginal, e a hipótese de homogeneidade inerente à tecnologia setor-por-setor utilizada, muitas vezes pouco condizente com a realidade de algumas atividades produtivas. Não são levadas em consideração possíveis restrições na oferta dos fatores de produção, como mão-de-obra e capital<sup>51</sup> e, por se tratar de uma análise estática, o modelo apresenta os estoques em determinado período de tempo, sem levar em conta a riqueza acumulada no passado, o que compromete a determinação dos níveis de consumo e investimento. Por fim, o modelo não é capaz de prever as inovações tecnológicas buscadas pelos produtores quando estes se deparam com a obrigatoriedade do pagamento por suas emissões. Tampouco é possível conjecturar em que medida perdas de competitividade afetariam os resultados observados<sup>52</sup>.

É importante destacar que o exercício realizado envolve a simulação de um choque na SAM sem que a mesma seja reequilibrada posteriormente. Este fato induz à necessidade de um modelo de equilíbrio geral que, diferentemente da SAM, seja computável, como explorado na seção seguinte.

### **5.3 Desenvolvimentos futuros**

Este trabalho contou com uma análise estática, ou seja, foi simulada a aplicação de medidas de mitigação de emissões de GEE para um dado ano. Matrizes de contabilidade social, tal

---

<sup>51</sup> Como os resultados obtidos incluem apenas um aumento de no máximo 0.29% no PIB, esta limitação não compromete de fato o modelo. Considerou-se relevante destacá-la, entretanto.

<sup>52</sup> Para um maior detalhamento dos efeitos de medidas de mitigação sobre a competitividade da indústria brasileira ver HENRIQUES JR. (2010) e RATHMANN (2012).

como a utilizada, geralmente funcionam como insumos fundamentais para os chamados modelos de equilíbrio geral computável (CGE), que permitem que se analise a evolução dinâmica da economia na presença de políticas climáticas. Para tal, devem ser elaborados cenários futuros conjecturando possíveis trajetórias macroeconômicas e políticas de mitigação. Ao representarem de forma fidedigna a economia, no que diz respeito a preços, custos e funções de comportamento dos agentes, os modelos CGE fornecem importantes informações para os formuladores de políticas (HOURCADE *et al*, 2006). No caso do Brasil, um modelo CGE poderia auxiliar na compreensão dos impactos de políticas de mitigação e portanto na negociação de metas de redução de emissões. Como apontam SEROA DA MOTTA *et al* (2012), possivelmente a transição para uma economia de baixo carbono poderia representar uma estratégia de desenvolvimento, em detrimento de uma falsa dicotomia entre crescimento econômico e preservação ambiental. Importantes benefícios poderiam ser gerados com essa estratégia, abrangendo a economia de energia, a redução de custos de produção industriais, a geração de empregos, a conservação da biodiversidade, além do manejo de resíduos e a redução da poluição que representam uma melhor qualidade de vida da população, em especial a população de baixa renda. A utilização destes modelos pode ser fundamental para a melhor compreensão destas possibilidades.

Dessa forma, em prosseguimento a esta pesquisa, sugere-se o desenvolvimento de um modelo CGE para a simulação de cenários de mitigação de emissões de GEE a médio e longo prazo para o Brasil, bem como a avaliação de suas implicações econômicas e sociais.

## Referências Bibliográficas

ALARCÓN, J., VAN HEEMST, J., DE JONG, N., 2000, **Extending the SAM with Social and Environmental Indicators: An Application to Bolivia**, Economic Systems Research, v. 12, pp. 476–496.

ALDY, J.E., PIZER, W.A., 2009, **The Competitiveness Impacts of Climate Change Mitigation Policies**, Pew Center on Global Climate Change, pp. 1-41.

ASSUNÇÃO, J., GANDOUR, C., ROCHA, R., e ROCHA, R., 2013, **Does Credit Affect Deforestation? Evidence from a Rural Credit Policy in the Brazilian Amazon**, Climate Policy Initiative, Rio de Janeiro, Brasil.

BANCO MUNDIAL, 2012. **State and Trends of Carbon Market 2012**, Carbon Finance at the World Bank.

BARANZINI, A., 1997, **International economic instruments and global warming mitigation: an analysis of their acceptability**, Working Paper W54, International Academy of the Environment, Geneva.

BARANZINI, A., GOLDEMBERG, J., Speck, S., 2000, **A future for carbon taxes**, Ecological Economics v. 32, pp. 395–412.

BARROS, R. P. DE, MENDONÇA, R., 1997, **O impacto do crescimento econômico e de reduções no grau de desigualdade sobre a pobreza**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Texto para Discussão, n. 528.

BARROS, R. P., FOGUEL, M. N., ULYSSEA, G., 2006A, **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente - Volume I**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.

BARROS, R. P., FOGUEL, M. N., ULYSSEA, G., 2006b, **Desigualdade de renda no Brasil: uma**



**análise da queda recente - Volume II**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.

BARROS, R. P. *et al.*, 2006c, **Conseqüências e causas imediatas da queda recente na desigualdade de renda brasileira**, Parcerias Estratégicas, Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), n. 22, 89-119 In: Edição especial: análise sobre a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad, 2004).

BARROS, R. P. DE., CARVALHO, M. *et al.*, 2007, **O Papel das Transferências Públicas na Queda Recente da Desigualdade de Renda Brasileira**. In: Desigualdade de renda no Brasil : uma análise da queda recente, Volume II. de BARROS, R. P. DE, FOGUEL, M. N., ULYSSEA, G. (org.), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.

BAUMOL, W.J., OATES, W.E., 1971, **The use of standards and prices for the protection of the environment**, Swedish Journal of Economics v. 73, pp. 42–54.

BITHAS, K., 2011, **Sustainability and externalities: Is the internalization of externalities a sufficient condition for sustainability?**, Ecological Economics v. 70. pp. 1703–1706.

BOHRINGER, C., RUTHERFORD, T., 1997, **Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: A General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative**, Journal of Environmental Economics and Management, v. 32 pp. 189-203.

BOVENBERG, A. L., GOULDER, L. H., 2002, **Environmental Tax and Regulation**, , Chapter 23. In: **Handbook of Public Economics**, Volume 3, Auerbach, A.J., Feldstein, M. (ed.), Elsevier Science.

BRASIL, 2010, **Segunda Comunicação Nacional. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, Ministério de Ciência e Tecnologia, Brasília. Disponível em: [www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima). Acesso em: out. 2011.

BRENNER, M., RIDDLE, M., BOYCE J. K., 2007, **A Chinese sky trust? Distributional impacts of carbon charges and revenue recycling in China**, Energy Policy v. 35, pp. 1771–84.

BULMER-THOMAS, V., 1982, **Input-output analysis in developing countries: sources, methods and applications**, New York: John Wiley & Sons ed..

CALLAN, T., LYONS, S., SCOTT, S., TOL, R. S. J., VERDE, S., 2009, **The distributional implications of a carbon tax in Ireland**, *Energy Policy*, v. 37, pp. 407-412.

COASE, R., 1960, **The Problem of Social Cost**. *Journal of Law and Economics*, v. 3, n. 1, pp. 1-44.

COMMON, M.S., HAMILTON, C., 1996, **The economic consequences of carbon taxation in Australia**, In: BOUMA, W.J., PEARMAN, G.I., MANNING, M.R. (ed.), *Greenhouse: Coping with Climate Change*, CSIRO Publishing, Collingwood.

DE GOUVELLO, C., *et al* 2010, **Brazil Low-carbon Country Case Study**, World Bank, Sustainable Development Department of the Latin America and Caribbean Region.

DEFOURNY, J., THORBECKE, E., 1984, **Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix**, *Economic Journal*, v. 94: pp. 111-136.

EKINS, P., BARKER, T., 2001, **Carbon Taxes and Carbon Emissions Trading**, *Journal of Economics Survey* v. 15, pp. 325, 341.

EKINS, P., KESICKI, F., SMITH, A., 2011, **Marginal abatement cost curves: a call for caution**, Energy Institute, University College London, 2 april 2011.

FEIJÓ, C. A., RAMOS, L. R. O. *et al.*, 2007, **Contabilidade Social – A Nova Referência das Contas Nacionais do Brasil**, 3ª edição, Elsevier,.

FISHER-VANDEN, K.A., SHUKLA, P.R., EDMONDS, J.A., KIM, S.H., PITCHER, H.M., 1997, **Carbon Taxes and India**, *Energy Economics* v. 19, pp. 289-325.

FISHLOW, A., 1972, **Brazilian size distribution of income**, *American Economic Review*, v. 62, n. 2.

FOCHEZATTO, A., 2003, **Construção de um modelo de equilíbrio geral computável regional: aplicação ao Rio Grande do Sul**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.

FOCHEZATTO, A., 2011, **Estrutura da Demanda Final e Distribuição de Renda no Brasil: Uma Abordagem Multissetorial Utilizando uma Matriz de Contabilidade Social**, Revista de Economia, janeiro/abril, 2011.

FULLERTON, D., HEUTEL, G., 2007, **The general equilibrium incidence of environmental taxes**, Journal of Public Economics v. 91 pp. 571–591.

GINI, C., 1909, **Concentration and dependency ratios**, English translation in Rivista di Politica Economica v. 87, pp. 769-789, 1997.

GONZALEZ, F., 2012, **Distributional effects of carbon taxes: The case of Mexico**, Energy Economics v. 34, pp. 2102–2115.

GOTTINGER, H. W., 1998, **Greenhouse gas economics and computable general equilibrium**, Journal of Policy Modeling v. 20, pp. 537-580.

GREENING, L.A., GREENE, D.L., DIFIGLIO, C., 2000. **Energy efficiency and consumption: The rebound effect: a survey**, Energy Policy v. 28, pp. 389–401.

GREGORY, M., SINHA, R., 1984, **Income Distribution in a Macroeconomic Model – Some Estimates for India**, In: Nissen, H. P. (ed)., **Towards Income Distribution Policies**, EADI-Book Series 3, Tilburg, Netherlands: European Association of Development Research and Training Institutes.

GRIJÓ, E., BÊRNI, D. A., 2006, **Teoria e Evidência Econômica**, v. 14, n. 26, maio 2006, Passo Fundo.

GROSSMAN, G. M., KRUEGER, A.B., 1995, **Economic Growth and the Environment**. Quarterly Journal of Economics, v. 110, n. 2, pp. 353–77.

GRUBB, M., 2009, **Linking emissions trading schemes**, Climate Policy, v. 9, pp. 339–340.

GRUNEWALD, N., KLASSEN, S., MARTINEZ-ZARZOSO, I., MURIS, C., 2011, **Income inequality and carbon emissions**, Working papers, Courant Research Centre, Göttingen University, Göttingen.

GUILHOTO, J. J. M., 2004, **Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos**. Disponível em: <<http://www.erudito.fea.usp.br/PortalFEA/Repositorio/835/Documentos/Guilhoto%20Insumo%20Produto.pdf>>. Acesso em setembro de 2012.

GUILHOTO, J. J. M., SESSO FILHO, U. A., 2005, **Estimação da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais**, Economia Aplicada, v. 9, n. 2., pp. 277-299. Abril-Junho.

GUILHOTO, J. J. M., SESSO FILHO, U. A., 2010, **Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005**, Economia & Tecnologia, Ano 6, v. 23, Outubro, UFPR/TECPAR.

HASSETT, K. A., MATHUR, A., METCALF, G., 2009, **The Incidence of a U.S. Carbon Tax: A Lifetime and Regional Analysis**, Energy Journal v. 30, n. 2, pp. 157-175.

HAYDEN, C., ROUND, J. I., 1982, **Developments in Social Accounting Methods as Applied to the Analysis of Income Distribution and Employment Issues**, World Development V. 10 pp. 451-65.

HEIL, M. T., SELDEN, T. M., 2001, **Carbon emissions and economic development: Future trajectories based on historical experience**, Environmental and development economics, v. 6, pp. 63-83.

HENRIQUES, R. (Org.), 2000, **Desigualdade e pobreza no Brasil**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro.

HENRIQUES JR, M. F., 2010, **Potencial de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa pelo Uso de Energia no Setor Industrial Brasileiro**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de

Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, para obtenção do título de Doutor em Ciências do Planejamento Energético.

HOFFMANN, R., 2000, **Mensuração da desigualdade e da pobreza no Brasil**, In: **Desigualdade e Pobreza no Brasil**, Henriques, R. (org.), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

HOLTZ-EAKIN, D., SELTEN, T.M., 1995, **Stoking the fires? CO2 Emissions and Economic Growth**, Journal of Public Economics, v. 57, pp. 85-101.

HOURCADE, J.C., 1996, **Estimating the Costs of Mitigating Greenhouse Gases**, In: IPCC, Climate Change 1995. Economic and Social Dimensions of Climate Change. Contribution of Working Group III to the second Assessment Report of the IPCC, WMO and UNEP, Cambridge University Press, New York, NY, chapter 8.

HOURCADE, J. C., JACCARD, M., BATAILLE, C., GHERSI, F., 2006, **Hybrid Modeling: New Answers to Old Challenges**, The Energy Journal special issue on Hybrid Modeling of Energy Environment Policies, pp. 1-12.

HUFBAUER, G. C., CHARNOWITZ, S., KIM, J., 2009, **Global Warming and the World Trading System**, Washington, DC., Peterson Institute for International Economics.

HUFBAUER, G. C., KIM, J., 2009, **The World Trade Organization and Climate Change: Challenges and Options**, Washington, DC., Peterson Institute for International Economics.

IBGE, 2004, **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 - Primeiros resultados**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE, 2007, **Classificação Nacional de Atividades Econômicas – Versão 2.0**, Rio de Janeiro, Comissão Nacional de Classificação.

IBGE, 2008, **Matriz de Insumo-Produto Brasil 2000/2005 – Contas Nacionais n. 23**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE, 2010a, **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 –Despesas, rendimentos e condições de vida**, Diretoria de Pesquisas - Coordenação de Trabalho e Rendimento, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE, 2010b, **POF 2008/09 mostra desigualdades e transformações no orçamento das famílias brasileiras**, Notícias - Comunicação Social de 23 de junho de 2010, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1648&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1648&id_pagina=1)). Acesso em novembro de 2012.

IBGE, 2011, **Sistema de Contas Nacionais Brasil 2005-2009**, Contas Nacionais n. 34, Rio de Janeiro, Diretoria de Pesquisas - Coordenação de Contas Nacionais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IEA, 2012, **CO2 emissions from fuel combustion - Highlights**, OECD/IEA. International Energy Agency.

Disponível em: <<http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>>. Acesso em novembro de 2012.

IPCC, 2007a, **Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas, Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, Sumário para os Formuladores de Políticas**, Genebra, Suíça.

IPCC, 2007b, **Mudança do Clima 2007: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade Contribuição do Grupo de Trabalho II ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Sumário para os Formuladores de Políticas**, Genebra, Suíça.

IPCC, 2007c, **Mudança do Clima 2007: Mitigação da Mudança do Clima Contribuição do Grupo de Trabalho III ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Sumário para os Formuladores de Políticas**, Genebra, Suíça.

IPEA, 2006, **Sobre a Recente Queda da Desigualdade de Renda no Brasil**, Nota Técnica. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

JAFFE, A. B., STAVINS, R. N., 1994, **The energy-efficiency gap: what does it mean?**, Energy policy, v. 22, n. 10, pp. 804-810.

JENSEN, J., TARR, D., 2002, **Trade, foreign exchange, and energy policies in the Islamic Republic of Iran: reform agenda, economic implications, and impact on the poor**, World Bank, January.

KESICKI, F., 2009, **Marginal abatement cost curves for policy making – expert-based vs. model-derived curves**, Energy Institute, University College London.

KHAZZOOM, D.J., 1980, **Economic implications of mandated efficiency standards for household appliances**, Energy Journal v. 1, pp. 21–40.

KRATENA, K., SCHLEICHER, S., 1999, **Impact of Carbon Dioxide Emissions Reduction on the Austrian Economy**, Economic Systems Research, v. 11, pp. 245–261.

KURESKI, R., 2009, **Uma Matriz de Contabilidade Social para o Brasil – 2005**, Revista de Economia Mackenzie, v.7, n.3.

KUIK, O., BRANDER, L., TOL, R. S. J., 2009, **Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: a meta-analysis**, Energy policy, v. 37, pp. 1395-1403.

LA ROVERE, E., DUBEUX, C., PEREIRA JR. A. O., WILLS, W., 2013, **Beyond 2020: From deforestation to the energy challenge in Brazil**, Climate Policy – Special issue: Low carbon drivers for a sustainable world, v.13, n.01, pp. 70:86.

LANGONI, C., 1973, **Distribuição de renda e desenvolvimento econômico no Brasil**, Rio de Janeiro, Expressão e Cultura.

LENZEN, M., PADE, L. L., MUNKSGAARD, J., 2004, **CO2 Multipliers in Multi-Region Input-Output Models**, Economic Systems Research, v. 16, pp. 391–412.

LENZEN, M., SCHAEFFER, R., 2004, **Environmental and Social Accounting for Brazil**, Environmental and Resource Economics v. 27, pp. 201–226.

LIANG, Q. M., WEI, Y. M., 2012, **Distributional impacts of taxing carbon in China: Results from the CEEPA model**, Applied Energy, v. 92, pp. 545–551.

LUSTOSA, M. C. J., CÁNEPA, E. M., YOUNG, C. E. F., 2003, **Política Ambiental**, In: May, P. H., Lustosa, M. C. J., Vinha, V. da (org.), **Economia do Meio Ambiente – Teoria e Prática**, Rio de Janeiro, Elsevier.

LUTTER, R., 2000, **Developing countries' greenhouse emissions: uncertainty and implications for participation in the Kyoto Protocol**, The Energy Journal v. 21 n. 4, pp. 93-120.

MARGULIS, S., DUBEUX, C., MARCOVITCH, J. (ed.), 2010, **Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades**, Coordenação geral Jacques Marcovitch. – São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.

MCKINSEY & COMPANY, 2009a, **Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil**, São Paulo, 47 p.

METCALF, G. *et al.*, 2008, **Analysis of U.S. greenhouse gas tax proposals** 31-32 (2008). Disponível em: [http://globalchange.mit.edu/files/document/MITJPSPGC\\_Rpt160](http://globalchange.mit.edu/files/document/MITJPSPGC_Rpt160). Acesso em novembro de 2012.

METCALF, G., 2009. **Designing a carbon tax to reduce U.S. greenhouse gas emissions**, Rev. Environ. Econ. Policy v. 3, n. 1, pp. 63–83.

METCALF, G., WEISBACH, D., 2009, **The Design of a Carbon Tax**, Harvard Environmental Law Review, v. 33, pp. 499-556.

MILLER, R. E., BLAIR, P. D., 2009, **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**,



Second Edition, Cambridge University Press.

MIYAZAWA, K., 1976, **Input-Output Analysis and the Structure of Income Distribution**, Berlin, Springer.

MMA, 2008, **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**, Ministério do Meio Ambiente. Brasil, Governo Federal, Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, Brasília.

MOREIRA, A. R. B., URANI, A., 1994, **Impactos macroeconômicos e sociais das exportações**, Revista Brasileira de Comércio Exterior, v. 10, n. 38, pp. 49-61, Rio de Janeiro.

MOYO, A., RENNKAMP, B., WILLS, W., GROTTERA, C., 2012, **Reducing inequality and poverty while mitigating climate change**, MAPS research paper. Rio de Janeiro, Cape Town: LIMA/COPPE/UCT, MAPS.

NEUMAYER, E., 2004. **National Carbon Dioxide Emissions: Geography Matters**, Area, v. 36, n.1, pp. 33-40.

ONU, 1999, **Handbook of National Accounting - Handbook of input-output table compilation and analysis**, Department for Economic and Social Affairs Statistics Division; New York, United Nations Organization.

PANDEY, R., 2002, **Energy policy modeling: agenda for developing countries**, Energy Policy, v. 30, pp. 97-106.

PANNE, C. V. de, 1975, **Methods for Linear and Quadratic Programming**, Amsterdam, North Holland, New York American Elsevier. 477p.

PARRY, I., BENTO, A., 2002, **Estimating the Welfare Effect of Congestion Taxes: the Critical Importance of the Other Distortions within the Transport System**, Journal of Urban Economics, v. 51, pp. 339-365.

PEARCE, D. W., TURNER, R. K., 1989, **The Economics of Natural Resources and the Environment**, Johns Hopkins University Press, 392 p.

PERMAN, R., MA, Y., MCGILVRAY, J., COMMON, M., 2003, **Natural resource and environmental economics**, 3rd edition, Pearson Education Limited.

PEZZEY, J., 1997, **Sustainability constraints versus optimality versus intertemporal concern, and axioms versus data**, *Land Economics*, v. 73, n.4, pp. 448– 466.

PEZZEY, J.V., PARK, A., 1998, **Reflections on the double dividend debate**, *Environmental Resources Economics*, v. 11, n. 3–4, pp. 539–555.

PIGOU, A. C., 1920, **The Economics of Welfare**, Macmillan, London.

POTERBA, J.M., 1991, **Designing in a carbon tax**, In: Dornbusch, R., Poterba, J.M. (Ed.), **Global Warming: Economic Policy Response**, The MIT Press, Cambridge, MA.

PROOPS, J. L. R., FABER, M., WAGENHALS, G., 1993, **Reducing CO2 Emissions: A Comparative Input–Output Study for Germany and the UK**, Springer-Verlag, Berlin.

PUNTES, R., 2010, **Expansão das florestas plantadas com fins energéticos no Brasil e sua influência nas emissões dos gases de efeitos estufa - GEE: Análise de dois cenários futuros**, Tese de Mestrado apresentada ao Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, para obtenção do título de Mestre em Ciências do Planejamento Energético, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

PYATT, G., ROUND, J. I., 1977, **Social Accounting Matrices for Development Planning**, *The Review of Income and Wealth*, v. 23, pp. 339–364.

PYATT, G., ROUND, J. I., 1979, **Accounting and Fixed Price Multipliers in a SAM Framework**, *Economic Journal*, v. 89, pp. 850-873.

RATHMANN, R., 2012, **Impactos da adoção de metas de redução de emissão de gases de efeito estufa sobre a competitividade de setores industriais energointensivos do Brasil**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, para obtenção do título de Doutor em Ciências do Planejamento Energético.

RAVALLION, M., HEIL, M. T., JALAN, J., 2000, **Carbon emissions and income inequality**, Oxford Economic Papers, v. 52, n. 4, pp. 651-669.

REZENDE, F. A., 2001, **Finanças Públicas** - Atlas, 2001, 2a edição, São Paulo.

RICH, D., 2004, **Climate Change, Carbon Taxes and International Trade: An Analysis of the Emerging Conflict between the Kyoto Protocol and the WTO**, Environmental Economics and Policy, v. 131. Globalization and the Natural Environment.

ROBINSON, S., YUNEZ-NAUDE, A., HINOJOSA-OJEDA, R., LEWIS, J. D., DEVARAJAN, S., 1999, **From stylized to applied models: building multisector CGE models for policy analysis**, North American Journal of Economics and Finance, v. 10, pp. 5-38.

ROUND, J., 2003, '**Social Accounting Matrices and SAM-based Multiplier Analysis**', In: The World Bank, **Toolkit for evaluating the poverty and distributional effects of economic policies**, Chapter 14.

ROUND, J., 1988, '**Incorporating the International, Regional and Spatial Dimension into a SAM: Some Methods and Applications.**', In: Harrigan, F. J., McGregor, P.G. (eds.), **Recent Advances in Regional Economic Modeling**, London: Pion.

SANTANA, A. C., 2004, '**A construção e aplicação da matriz de contabilidade social à economia da Amazônia**', In: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C., **Métodos quantitativos em economia**, Viçosa: UFV, pp. 264-304.

SEROA DA MOTTA, R., 2006, **Economia Ambiental**, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. 225 p.

SEROA DA MOTTA, R. *et al.* (Ed.), 2011, **Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília.

SEROA DA MOTTA, R., CAIADO, L. C., CASTRO, L., 2012, **Curvas de custos marginais de abatimento de gases de efeito estufa no Brasil: resenha e oportunidades de mitigação**, Texto para discussão 1781, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

SHAFIK, N., BANDYOPADHYAY, S., 1992, **Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Gross Country Evidence**, The World Bank, Washington, DC.

SHAFIK, N., 1994, **Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis**, Oxford Economic Papers, v. 46, pp. 757-773.

SHAH, A., LARSEN, B., 1992, **Carbon taxes, the greenhouse effect, and developing countries**, Policy Research Working Paper No. 957. The World Bank, Washington, D.C.

SHRESTHA, R. M., PRADHAN, S., 2010, **Co-benefits of CO<sub>2</sub> emission reduction in a developing country**, Energy Policy, v. 38, pp. 2586–2597.

SMITH, S., 1992, **Distributional effects of a European carbon tax**, Nota di Lavoro 2292, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano.

SPECK, S., 1999, **Energy and carbon taxes and their distributional implications**, Energy Policy, v. 27, pp. 659–667.

STAVINS, R. N., 2000, **‘Market-Based Environmental Policies’**, In.: Portney, P.R., Stavins, R.N. **Policies for Environmental Protection**, pp. 31-76, Washington: Resources for the Future.

STERN, D.I., 2004, **Environmental Kuznets Curve**, Encyclopaedia of Energy, v. 3, Elsevier.

STERN, N., 2007, **The Economics of Climate Change: the Stern Review** 386.

STONE, R., BROWN, A. *et al.*, 1962, **A Social Accounting Matrix for 1960**, London: Chapman and Hall.

STONE, R., 1985, **The Disaggregation of the Household Sector in the National Accounts**, In: PYATT, G., ROUND, J. I. (eds.), 1985a, pp. 145–185.

STONE, R., 1997, **The Accounts of Society**, The American Economic Review, v. 87, pp. 17–29.

SUMNER, A., 2010, **Global poverty and the new bottom billion: What is three-quarters of the world's poor lived in middle-income countries?**, IDS Working paper, Brighton: Institute for Development Studies, Sussex University.

THORBECKE, E., DOWNEY, R., KEUNING, S., ROLAND-HOLST, D., BERRIAN, D., 1992, **Adjustment and Equity in Indonesia**, OECD Development Centre, Paris.

THORBECKE, E., JUNG, H. S., 1996, **A Multiplier Decomposition Method to Analyse Poverty Alleviation**, Journal of Development Economics, v. 48, n. 2, pp. 279-300.

THORBECKE, E., 1998, **Social accounting matrices and social accounting analysis. Methods of interregional and regional analysis**, England: Ashgate.

THORBECKE, E., 2000, **The use of social accounting matrices in modeling**, General Conference of the International Association for Research in Income and Wealth, 26., Cracow, Poland, 2000. Mimeo.

TIMILSINA, G., SHRESTHA, R. M., 2002, **General equilibrium analysis of economic and environmental effects of carbon tax in a developing country: case of Thailand**, Environmental Economics and Policy Studies, v. 5, pp. 179-211.

TIMILSINA, G., CHEN, Y. H. H., 2012, **Economic Implications of Reducing Carbon Emissions from Energy Use and Industrial Processes in Brazil**, Policy Research Working Paper 6135, The World Bank, Development Research Group Environment and Energy Team. July 2012.

TOURINHO, O.A.F., NAPOLEÃO, L.C.S, ALVES; Y.B., 2006, **Uma Matriz de Contabilidade Social para o Brasil em 2003**, Texto para Discussão 1242. IPEA. Rio de Janeiro.

UNFCCC, 2013a, **Global Warming Potentials**. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em [http://unfccc.int/ghg\\_data/items/3825.php](http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php); Acessado em dezembro de 2013.

UNFCCC, 2013b. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acessado em dezembro de 2013.

VAN HEERDEN, J., GERLAGH, R., BLIGNAUT, J., AND HORRIDGE, M., 2006, **Searching for Triple Dividends in South Africa: Fighting CO2 Pollution and Poverty while Promoting Growth**, Energy Journal, v. 27 n. 2, pp. 113-142.

VARIAN, H. R., 1999, **Microeconomia – Princípios Básicos**, Tradução da 6a edição americana. Rio de Janeiro. Editora Campus. 740p.

WEITZMAN, M. L., 1974, **Prices vs. Quantities**, The Review of Economic Studies, v. 41, pp. 477-491.

WEST, S., WILLIAMS, R., 2004, **Estimates from a consumer demand system: implications for the incidence of environmental taxes**, Journal of Environmental Economics and Management, v. 47, pp. 535–558.

ZHANG, Z., BARANZINI, A., 2004, **What do we know about carbon taxes? An inquiry into their impacts on competitiveness and distribution of income**, Energy Policy, v. 32, pp. 507–518.

## Anexo I - Agregação dos setores das Contas Nacionais nos setores utilizados na SAM

<b>Descrição do produto Contas Nacionais Nível 110</b>	<b>Setor SAM</b>
Arroz em casca	<b>Agropecuário</b>
Milho em grão	
Trigo em grão e outros cereais	
Cana-de-açúcar	
Soja em grão	
Outros produtos e serviços da lavoura	
Mandioca	
Fumo em folha	
Algodão herbáceo	
Frutas cítricas	
Café em grão	
Bovinos e outros animais vivos	
Leite de vaca e de outros animais	
Suínos vivos	
Aves vivas	
Ovos de galinha e de outras aves	
Pesca e aquicultura	
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	<b>Agropecuário (94.7%); Florestas (5.3%)</b>
Petróleo e gás natural	<b>Energia</b>
Gás liquefeito de petróleo	
Gasolina automotiva	
Gasoálcool	
Óleo combustível	
Óleo diesel	
Outros produtos do refino de petróleo e coque	
Alcool	
Transporte de carga	<b>Transporte</b>
Transporte de passageiro	
Construção	<b>Serviços</b>
Comércio	
Correio	
Serviços de informação	
Intermediação financeira e seguros	
Serviços imobiliários e aluguel	
Aluguel imputado	
Serviços de manutenção e reparação	
Serviços de alojamento e alimentação	
Serviços prestados às empresas	
Educação mercantil	
Saúde mercantil	
Serviços prestados às famílias	
Serviços associativos	
Serviços domésticos	
Educação pública	
Saúde pública	
Serviço público e seguridade social	

Continua

Continuação

<b>Descrição do produto Contas Nacionais Nível 110</b>	<b>Setor SAM</b>
Minério de ferro	<b>Industrial</b>
Carvão mineral	
Minerais metálicos não-ferrosos	
Minerais não-metálicos	
Abate e preparação de produtos de carne	
Carne de suíno fresca, refrigerada ou congelada	
Carne de aves fresca, refrigerada ou congelada	
Pescado industrializado	
Conservas de frutas, legumes e outros vegetais	
Óleo de soja em bruto e tortas, bagaços e farelo de soja	
Outros óleos e gordura vegetal e animal exclusive milho	
Óleo de soja refinado	
Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	
Produtos do laticínio e sorvetes	
Arroz beneficiado e produtos derivados	
Farinha de trigo e derivados	
Farinha de mandioca e outros	
Óleos de milho, amidos e féculas vegetais e rações	
Produtos das usinas e do refino de açúcar	
Café torrado e moído	
Café solúvel	
Outros produtos alimentares	
Bebidas	
Produtos do fumo	
Beneficiamento de algodão e de outros têxteis e fiação	
Tecelagem	
Fabricação outros produtos têxteis	
Artigos do vestuário e acessórios	
Preparação do couro e fabricação de artefatos - exclusive calçados	
Fabricação de calçados	
Produtos de madeira - exclusive móveis	
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	
Papel e papelão, embalagens e artefatos	

Continua



Continuação

<b>Descrição do produto Contas Nacionais Nível 110</b>	<b>Setor SAM</b>
Jornais, revistas, discos e outros produtos gravados	<b>Industrial</b>
Produtos químicos inorgânicos	
Produtos químicos orgânicos	
Fabricação de resina e elastômeros	
Produtos farmacêuticos	
Defensivos agrícolas	
Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	
Produtos e preparados químicos diversos	
Artigos de borracha	
Artigos de plástico	
Cimento	
Outros produtos de minerais não-metálicos	
Gusa e ferro-ligas	
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	
Fundidos de aço	
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamento	
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	
Eletrrodomésticos	
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	
Automóveis, camionetas e utilitários	
Caminhões e ônibus	
Peças e acessórios para veículos automotores	
Outros equipamentos de transporte	
Móveis e produtos das indústrias diversas	
Sucatas recicladas	

**Anexo II - Tabela 2309 da POF 2002-2003 - Despesa monetária e não monetária média mensal familiar - valor e distribuição -  
por classes de rendimento monetário e não monetário mensal familiar e tipos de despesa**

<b>Tipos de despesa POF</b>	<b>Até 2 SM</b>	<b>Mais de 2 a 3 SM</b>	<b>Mais de 3 a 5 SM</b>	<b>Mais de 5 a 6 SM</b>	<b>Mais de 6 a 8 SM</b>	<b>Mais de 8 a 10 SM</b>	<b>Mais de 10 a 15 SM</b>	<b>Mais de 15 a 20 SM</b>	<b>Mais de 20 a 30 SM</b>	<b>Mais de 30 SM</b>
1Despesa total	454.7	658.18	920.69	1215.33	1494.43	1914.35	2450.03	3270.2	4445.42	8721.91
2Despesas correntes	441.75	639.01	885.36	1158.41	1411.19	1808.31	2293.79	3077.37	4146.33	7752.5
2.1Despesas de consumo	430.16	614.42	843.53	1094.3	1311.48	1655.34	2055.77	2725.18	3516.33	6095.75
2.1.1Alimentação	148.59	195.85	234.26	282.12	312.33	359.76	397.94	474.54	523.77	788.7
2.1.2Habitação	168.92	242	330.33	417.23	485.1	599.76	714.56	881.33	1189.44	1987.85
2.1.2.1Aluguel	78.54	116.56	162.15	203.18	234.83	281.5	331.44	392.51	509.3	879.38
2.1.2.2Serviços e taxas	40.61	58.57	83.82	107.39	127.75	152.55	191.25	246.44	339.25	494.89
2.1.2.2.1Energia elétrica	13.71	19.85	28.79	35.81	41.49	47.47	58.62	66.84	81.95	105.64
2.1.2.2.2Telefone fixo	4.15	9.31	17.52	26.68	35.36	41.64	54.79	66.64	82.51	106.38
2.1.2.2.3Telefone celular	0.74	1.3	3.21	4.63	6.75	10.43	13.81	26.15	42.42	78.46
2.1.2.2.4Gás doméstico	14.48	17.89	20.28	21.06	21.35	21.8	21.98	21.7	23.25	27.88
2.1.2.2.5Água e esgoto	6.63	9.26	11.65	14.89	14.64	17.06	19.81	20.91	22.46	25.58
2.1.2.2.6Outros	0.89	0.96	2.37	4.32	8.15	14.16	22.24	44.2	86.67	150.96
2.1.2.3Manutenção do lar	18.99	21.52	26.92	37.24	40.75	63.16	75.1	102.27	168.15	348.09
2.1.2.4Artigos de limpeza	5.69	7.96	9.1	10.43	12.52	14.44	15.49	15.3	17.37	33.74
2.1.2.5Mobiliários e artigos do lar	11.61	17.24	22.95	26.01	30.55	39.58	45.68	51.17	68.28	118.95
2.1.2.6Eletrodomésticos	11.9	17.73	21.92	28.97	34.12	42.03	47.55	63.69	72.21	93.84
2.1.2.7Consertos de artigos do lar	1.58	2.43	3.47	4.01	4.59	6.49	8.05	9.96	14.88	18.97
2.1.3Vestuário	24.06	37.53	53.44	71.57	83.78	104.77	121.82	154.01	179.26	279.76
2.1.3.1Roupa de homem	5.84	8.96	12.73	18.59	21.04	26.54	31.77	43.46	47.75	68.9
2.1.3.2Roupa de mulher	6.13	9.43	13.82	18.72	21.96	29.49	34.08	41.42	49.76	92.52
2.1.3.3Roupa de criança	4.73	6.88	9.87	10.99	14.05	14.66	18.44	19	20.78	28.22
2.1.3.4Calçados e apetrechos	6.03	10.01	13.83	18.99	21.54	27.6	30	39.24	45.49	63.44
2.1.3.5Jóias e bijuterias	0.91	1.51	2.15	3.22	3.67	4.71	5.83	9.18	12.12	21.87
2.1.3.6Tecidos e armarinhos	0.41	0.74	1.05	1.07	1.51	1.77	1.68	1.71	3.34	4.81
2.1.4Transporte	37.08	56.52	100.57	143.25	207.25	277.37	418.81	620.59	802.61	1505.24
2.1.4.1Transporte urbano	17.9	25.42	34.83	45.87	52.44	55.08	62.32	63.39	65.13	76.26
2.1.4.2Gasolina - veículo próprio	3.8	6.74	16.55	22.34	40.01	57.97	83.61	131.54	177.36	296.58
2.1.4.3Alcool - veículo próprio	0.21	1.13	2.34	2.86	6.7	8.05	11.65	9.22	8.01	29.16
2.1.4.4Manutenção - veículo próprio	2.27	3.48	9.15	14.5	21.54	31.9	43.45	67.48	72.89	114.09
2.1.4.5Aquisição de veículos	7.54	12.39	26.87	40.6	62.78	91.16	167.79	260.65	343.4	715.53
2.1.4.6Viagens	3.97	5.77	8.26	10.83	14.47	20.26	27.37	44.85	69.38	158.68
2.1.4.7Outras	1.39	1.59	2.59	6.24	9.32	12.96	22.61	43.47	66.44	114.94
2.1.5Higiene e cuidados pessoais	10.92	15.58	21.59	29.39	32.47	44.16	43.59	57.78	62.1	96.06
2.1.5.1Perfume	4.16	5.68	7.95	11.51	10.94	15.65	16.47	22.26	23.15	31.74
2.1.5.2Produtos para cabelo	1.15	1.61	2.2	3.26	3.56	5.24	4.1	5.56	6.53	10.25
2.1.5.3Sabonete	0.95	1.35	1.65	2.19	2.57	2.81	2.84	3.99	3.49	5.02
2.1.5.4Instrumentos e produtos de uso pessoal	4.66	6.95	9.79	12.42	15.4	20.46	20.17	25.97	28.93	49.05
2.1.6Assistência à saúde	18.54	30.65	45.59	59.94	77.38	106.69	132.35	180.03	262.88	489.94
2.1.6.1Remédios	14.07	21.04	27.35	33.37	39.14	48.21	52.92	63.78	80.69	116.01
2.1.6.2Plano/Seguro saúde	1.3	1.7	5.7	9.64	15.12	26.57	38.24	65.63	107.43	182.21
2.1.6.3Consulta e tratamento dentário	0.55	1.76	3.23	3.66	7.31	11.73	15.84	18.16	28.55	59.56
2.1.6.4Consulta médica	0.94	1.91	2.8	3.65	5.47	6.18	7.83	10.21	13.23	19.16
2.1.6.5Tratamento ambulatorial	0.09	0.13	0.34	0.48	0.88	0.56	1.04	2.06	3.01	8.75
2.1.6.6Serviços de cirurgia	0.04	0.28	0.88	1.24	1.43	2.22	2.23	3.04	7.48	56.91
2.1.6.7Hospitalização	0.05	0.18	0.62	0.81	0.51	0.88	1.72	2.34	1.23	7.43
2.1.6.8Exames diversos	0.62	1.42	1.85	2.81	3.36	3.57	3.98	5.04	7.91	7.85
2.1.6.9Material de tratamento	0.61	1.67	2.29	3.85	3.43	5.15	7.47	8.13	12.63	28.47
2.1.6.10Outras	0.29	0.56	0.53	0.44	0.74	1.62	1.07	1.63	0.73	3.6

Continuação

Tipos de despesa POF	Até 2 SM	Mais de 2 a 3 SM	Mais de 3 a 5 SM	Mais de 5 a 6 SM	Mais de 6 a 8 SM	Mais de 8 a 10 SM	Mais de 10 a 15 SM	Mais de 15 a 20 SM	Mais de 20 a 30 SM	Mais de 30 SM
2.1.7.1Cursos regulares	0.36	0.84	2.34	4.94	7.69	11.04	24.66	38.48	72.15	149.92
2.1.7.2Cursos superiores	0.24	0.39	1.61	3.96	7.01	16.55	25.77	58.87	89.26	155.46
2.1.7.3Outros cursos	0.3	1.14	2.01	4.1	5.89	11.25	18.4	23.66	42.27	80.49
2.1.7.4Livros didáticos e revistas técnicas	0.57	0.94	1.4	1.91	2.09	2.69	3.38	5.49	8.29	13.13
2.1.7.5Artigos escolares	1.75	2.38	3.13	3.67	3.9	5.14	6.01	7.45	7.87	10.67
2.1.7.6Outras	0.41	1.14	1.66	3.05	2.95	4.88	7.65	9.35	10.97	16.78
2.1.8Recreação e cultura	3.66	7	12.41	20.08	25.43	38.67	54.73	80.85	113.34	188.41
2.1.8.1Brinquedos e jogos	0.92	1.32	2.52	3.53	4.17	5.57	7.93	9.02	11.68	19.6
2.1.8.2Celular e acessórios	0.43	0.89	1.61	2.74	3.75	5.43	5.77	8.97	10.81	16.95
2.1.8.3Periódicos, livros e revistas	0.38	0.69	1.49	2.91	3.28	5.99	8.46	13.89	21.56	37.23
2.1.8.4Diversões e esportes	1.81	3.71	6.17	9.35	13.19	20.18	29.35	44.93	63.08	103.83
2.1.8.5Outras	0.13	0.39	0.62	1.55	1.04	1.51	3.24	4.03	6.21	10.8
2.1.9Fumo	5.2	6.81	8.75	11.91	11.15	12.73	12.95	15.09	14.33	20.08
2.1.10Serviços pessoais	2.91	4.45	7.22	9.78	11.86	16.69	21.76	31.48	42.12	70.32
2.1.10.1Cabeleireiro	2.06	3.38	5.3	7.07	8.2	10.41	14.38	19.4	22.85	35.85
2.1.10.2Manicuro e pedicuro	0.23	0.45	0.93	1.27	2.1	3.4	4.05	6.96	9.78	15.85
2.1.10.3Consertos de artigos pessoais	0.05	0.15	0.21	0.31	0.38	0.58	0.65	0.8	1.18	3.29
2.1.10.4Outras	0.57	0.47	0.78	1.14	1.19	2.31	2.67	4.32	8.31	15.33
2.1.11Despesas diversas	6.65	11.19	17.22	27.41	35.18	43.18	51.42	86.17	95.68	242.95
2.1.11.1Jogos e apostas	1	2.12	2.48	4.11	4.54	8.14	6.07	7.46	9.72	12.36
2.1.11.2Comunicação	1.75	2.5	3.32	4.68	4.32	4.92	6.15	4.69	6.68	7.89
2.1.11.3Cerimônias e festas	1.06	1.73	3.27	6.22	8.43	10.63	10.42	16.1	25.4	45.17
2.1.11.4Serviços profissionais	0.55	1.31	2.79	4.88	7.24	5.52	11.83	33.23	22.27	97.65
2.1.11.5Imóveis de uso ocasional	0.97	0.92	1.14	2.92	3.62	4.9	7.17	12.39	15.2	47.58
2.1.11.6Outras	1.31	2.62	4.22	4.59	7.02	9.06	9.78	12.3	16.41	32.29
2.2Outras despesas correntes	11.59	24.59	41.83	64.1	99.71	152.97	238.02	352.2	630.01	1656.75
2.2.1Impostos	5.61	10.94	13.53	20.26	32.37	46.07	86.05	127.52	256.31	781.31
2.2.2Contribuições trabalhistas	2.33	6.24	15.36	24.58	38.44	59.01	77.87	107.29	156.35	293.38
2.2.3Serviços bancários	0.34	0.89	2.23	3.8	6.99	13	18.45	34.26	44.39	79.8
2.2.4Pensões, mesadas e doações	3	5.37	8.23	11.32	15.17	22.57	33.76	49.62	78.5	219.46
2.2.5Previdência privada	0.02	0.06	0.22	0.41	0.25	1.35	4.71	3.14	23.17	65.97
2.2.6Outras	0.3	1.09	2.26	3.74	6.48	10.96	17.19	30.37	71.29	216.83
2.3Aumento do ativo	10.11	14.44	25.66	40.68	53.43	71.43	100.78	116.61	182.78	754.11
2.3.1Imóvel (aquisição)	3.1	3.14	8.67	14.03	15.02	24.59	36.95	51.37	98.9	623.18
2.3.2Imóvel (reforma)	6.89	11.11	16.62	26.25	37.88	46.1	63.38	64.84	82.55	129.75
2.3.3Outros investimentos	0.12	0.19	0.36	0.39	0.53	0.74	0.45	0.39	1.33	1.18
2.4Diminuição do passivo	2.83	4.74	9.67	16.24	29.81	34.61	55.46	76.22	116.31	215.3
2.4.1Empréstimo e carnê	1.78	2.29	3.96	8.81	15.2	21.52	29.05	42.72	61.45	117.7
2.4.2Prestação de imóvel	1.05	2.45	5.72	7.43	14.61	13.1	26.41	33.49	54.86	97.6

**Anexo III - Tabela 418 da POF 2002-2003 - Aquisição (monetária) alimentar domiciliar *per capita* anual por grupos e subgrupos de produtos e classes de recebimento mensal familiar**

Grupos e subgrupos de produtos	Classes de recebimento mensal familiar									
	Até 2 SM	Mais de 2 a 3 SM	Mais de 3 a 5 SM	Mais de 5 a 6 SM	Mais de 6 a 8 SM	Mais de 8 a 10 SM	Mais de 10 a 15 SM	Mais de 15 a 20 SM	Mais de 20 a 30 SM	Mais de 30 SM
<b>Total</b>	222.955	240.147	248.796	272.8	307.738	340.792	316.158	357.565	363.837	496.882
1. Cereais e leguminosas	37.511	38.302	31.834	36.78	36.799	34.863	25.291	31.938	21.508	33.524
1.1 Cereais	25.456	27.369	21.549	27.409	27.661	25.221	18.69	21.416	16.529	24.339
1.2 Leguminosas	12.055	10.933	10.286	9.371	9.138	9.642	6.601	10.522	4.979	9.186
2. Hortaliças	17.799	21.381	22.093	23.473	24.741	34.367	31.276	30.849	39.891	49.118
2.1 Hortaliças folhosas e florais	0.728	1.273	1.419	1.342	1.791	2.835	2.197	3.113	3.904	7.816
2.2 Hortaliças frutosas	9.094	11.59	10.861	12.322	11.838	14.081	15.861	15.379	19.068	21.16
2.3 Hortaliças tuberosas e outras	7.977	8.518	9.814	9.808	11.112	17.45	13.219	12.356	16.919	20.142
3. Frutas	14.838	15.693	18.263	21.398	23.4	31.395	32.253	32.752	43.203	59.951
3.1 Frutas de clima tropical	13.322	13.651	16.169	19.039	21.014	25.932	28.056	28.202	35.899	49.14
3.2 Frutas de clima temperado	1.516	2.042	2.094	2.359	2.386	5.462	4.197	4.55	7.303	10.811
4. Cocos, castanhas e nozes	0.842	0.731	1.191	0.958	0.801	0.697	0.675	0.133	0.839	0.778
4.1 Cocos	0.831	0.707	1.151	0.945	0.801	0.665	0.543	0.121	0.655	0.486
4.2 Castanhas e nozes	0.011	0.024	0.04	0.013	0	0.032	0.133	0.013	0.185	0.293
5. Farinhas, féculas e massas	16.649	14.986	13.013	12.54	11.742	12.549	9.737	11.534	10.972	13.519
5.1 Farinhas	8.648	7.647	6.553	6.191	5.147	5.23	3.975	5.044	4.065	4.325
5.2 Féculas	3.081	3.198	2.494	2.27	1.983	2.492	1.468	1.443	1.424	1.662
5.3 Massas	4.92	4.141	3.966	4.079	4.612	4.828	4.293	5.047	5.483	7.531
6. Panificados	19.431	22.774	22.74	24.428	25.634	28.374	24.181	27.916	25.621	33.403
6.1 Pães	15.618	18.193	18.903	20.191	20.801	21.931	19.882	21.072	19.325	24.1
6.2 Bolos	0.165	0.236	0.31	0.244	0.549	1.378	0.633	1.044	1.009	1.956
6.3 Biscoitos, rosas, etc	3.647	4.345	3.527	3.993	4.283	5.066	3.666	5.8	5.287	7.347
7. Carnes	15.422	16.856	18.679	21.259	22.206	26.842	25.622	25.473	24.878	29.523
7.1 Carnes bovinas de primeira	2.07	2.767	3.975	5.531	5.673	7.469	7.957	7.955	8.44	12.276
7.2 Carnes bovinas de segunda	5.657	6.329	5.878	6.058	6.896	7.884	6.484	5.413	4.704	3.517
7.3 Carnes bovinas outras	3.456	2.823	2.811	2.612	2.611	3.406	3.494	3.709	2.919	2.99
7.4 Carnes suínas com osso e sem c	0.757	0.807	0.881	1.821	2.098	2.313	1.355	1.304	1.986	2.04
7.5 Carnes suínas outras	2.242	2.244	2.737	2.513	2.693	2.885	3.113	4.063	4.292	5.039
7.6 Carnes de outros animais	1.24	1.887	2.397	2.724	2.236	2.885	3.218	3.03	2.537	3.66
8. Visceras	1.11	0.914	1.161	0.852	0.972	1.284	0.76	1.348	0.834	0.964
8.1 Visceras bovinas	1.03	0.894	1.056	0.594	0.754	1.163	0.695	1.083	0.805	0.81
8.2 Visceras suínas	0.079	0.02	0.105	0.136	0.218	0.107	0.064	0.265	0.029	0.155
8.3 Outras visceras	-	-	-	0.123	-	0.014	-	-	-	-

Continua

Continuação

Grupos e subgrupos de produtos	Classes de recebimento mensal familiar									
	Até 2 SM	Mais de 2 a 3 SM	Mais de 3 a 5 SM	Mais de 5 a 6 SM	Mais de 6 a 8 SM	Mais de 8 a 10 SM	Mais de 10 a 15 SM	Mais de 15 a 20 SM	Mais de 20 a 30 SM	Mais de 30 SM
9. Pescados	3.043	2.502	2.051	2.494	3.138	2.787	2.193	2.449	3.799	5.359
9.1 Pescados de água salgada	1.758	1.891	1.644	1.899	2.408	2.324	1.678	1.825	2.377	4.302
9.2 Pescados de água doce	0.951	0.501	0.278	0.292	0.153	0.163	0.212	0.449	0.431	0.517
9.3 Pescados não especificados	0.333	0.11	0.129	0.302	0.577	0.3	0.303	0.176	0.992	0.539
10. Aves e ovos	14.595	12.547	15.26	16.52	14.855	18.835	14.102	12.773	13.998	17.144
10.1 Aves	13.412	11.771	14.402	15.769	14.141	17.909	13.515	12.132	13.436	16.582
10.2 Ovos	1.183	0.776	0.857	0.751	0.714	0.926	0.587	0.641	0.561	0.562
11. Laticínios	25.055	29.619	31.302	37.405	49.28	50.892	55.8	58.971	61.177	91.696
11.1 Leite e creme de leite	22.374	26.697	27.719	31.129	43.603	44.954	49.325	51.089	50.03	75.317
11.2 Queijos e requeijão	0.824	1.048	1.317	1.107	2.226	2.32	2.161	3.916	5.336	8.713
11.3 Outros laticínios	1.858	1.874	2.266	5.169	3.45	3.618	4.314	3.965	5.811	7.665
12. Açúcares e produtos de confeitaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. Açúcares, doces e produtos de confeitaria	18.474	20.353	15.973	17.61	18.653	20.738	14.719	19.85	13.97	21.479
12.1 Açúcares	17.445	18.892	14.172	15.499	15.501	17.283	11.744	15.356	8.903	13.183
12.2 Doces e derivados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.2 Doces e produtos de confeitaria	0.528	1.025	1.149	1.192	1.643	2.175	1.727	2.889	3.565	6.273
12.3 Outros açúcares e produtos de confeitaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.3 Outros açúcares, doces e produtos de confeitaria	0.501	0.435	0.651	0.92	1.509	1.28	1.247	1.604	1.502	2.023
13. Sais e condimentos	3.88	4.224	4.06	5.259	5.661	5.857	4.367	7.336	6.3	8.389
13.1 Sais	2.089	1.826	1.685	2.12	1.654	1.83	1.36	2.326	1.829	2.006
13.2 Condimentos	1.791	2.397	2.375	3.14	4.007	4.027	3.007	5.01	4.471	6.383
14. Óleos e gorduras	9.196	8.46	6.688	9.214	9.465	10.815	7.551	8.406	7.048	13.1
14.1 Óleos	7.848	5.572	5.055	7.291	7.342	8.621	5.557	6.391	5.297	10.747
14.2 Gorduras	1.347	2.888	1.633	1.924	2.123	2.194	1.994	2.014	1.751	2.353
15. Bebidas e infusões	23.641	29.576	42.8	39.987	57.354	57.159	63.709	80.936	85.127	111.565
15.1 Bebidas alcoólicas	2.198	2.674	4.423	3.032	6.851	8.594	7.001	11.374	12.726	13.543
15.2 Bebidas não alcoólicas	19.344	24.347	36.198	34.844	48.064	45.233	54.016	66.534	69.69	93.236
15.3 Cafês	2.026	2.427	1.913	1.971	1.966	2.999	2.42	2.481	2.213	3.401
15.4 Chás	0.073	0.129	0.266	0.14	0.473	0.333	0.272	0.547	0.498	1.384
16. Alimentos preparados e misturas	1.472	1.228	1.679	2.621	3.038	3.338	3.912	4.899	4.671	7.371
16.1 Alimentos preparados	1.446	1.202	1.433	2.34	2.576	2.894	3.613	4.763	4.28	6.68
16.2 Misturas industriais	0.026	0.027	0.246	0.281	0.462	0.444	0.299	0.136	0.392	0.691
17. Outros produtos	-	-	0.009	-	-	-	0.012	0.003	-	0.001
17.1 Outros produtos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Anexo IV - Tabela 2315 da POF 2002-2003 - Rendimento monetário e não monetário médio mensal familiar - valor e distribuição - por classes de rendimento monetário e não monetário mensal familiar e origem dos rendimentos**

Origem dos rendimentos	Classes de rendimento monetário e não monetário mensal familiar									
	Até 2 SM	Mais de 2 a 3 SM	Mais de 3 a 5 SM	Mais de 5 a 6 SM	Mais de 6 a 8 SM	Mais de 8 a 10 SM	Mais de 10 a 15 SM	Mais de 15 a 20 SM	Mais de 20 a 30 SM	Mais de 30 SM
<b>Rendimento total</b>	260.21	491.25	770.79	1086.7	1366.31	1766.63	2411.04	3413.65	4815.21	10897.52
<b>Rendimento do trabalho</b>	115.42	242.27	448.28	670.77	872.82	1160.7	1631.08	2278.86	3244.76	6409.09
Rendimento do trabalho - empregado	76.12	169.92	323.92	493.56	651.96	854.78	1163.5	1525.14	2232.53	4013.11
Rendimento do trabalho - empregador	0.45	1.75	5.5	19	31.7	48.73	106.53	298.75	469.3	1442.64
Rendimento do trabalho - conta própria	38.85	70.6	118.86	158.22	189.16	257.19	361.06	454.97	542.93	953.34
<b>Transferência</b>	56.03	108.25	127.08	153.76	183.96	249.25	304.15	442.49	702.34	1715.15
Transferência - aposentadoria, pensão da previdência pública	42.72	89.54	102.52	125.02	142.9	188.76	227.82	345.41	575.89	1144.79
Transferência - aposentadoria, pensão da previdência privada	0.17	0.31	1.17	2.46	2.85	7.51	13.58	11.02	23.83	200.06
Transferência - bolsa de estudo	0.03	0.07	0.15	0.48	0.74	2.11	1.24	6.09	2.66	105.24
Transferência - pensão alimentícia, mesada ou doação	6.43	11.42	15.03	19.08	24.52	41.8	45.39	39.76	64.03	107.67
Transferência - transferência transitória	6.67	6.91	8.22	6.73	12.94	9.07	16.13	40.2	35.93	157.39
<b>Rendimento de aluguel</b>	0.96	2.37	4.64	11.33	16	18.96	43.88	83.11	96.36	291.5
Rendimento de aluguel - aluguel de bens imóveis	0.9	2.18	4.21	9.96	14.34	16.74	41.9	75.7	75.75	273.33
Rendimento de aluguel - aluguel de bens móveis	0.06	0.2	0.43	1.37	1.66	2.22	1.98	7.41	20.61	18.17
<b>Outros rendimentos</b>	2.64	7.07	13.42	26.37	41.29	59.35	109.31	203.54	284.21	1369.74
Outros rendimentos - vendas esporádicas	1.46	3.68	7.29	15.03	20.17	32.28	69.5	114.49	156.25	799.21
Outros rendimentos - empréstimos	0.59	1.46	2.68	5.1	9.91	12.35	17.1	27.47	34.21	117.44
Outros rendimentos - aplicações de capital	0.14	1.01	1.77	4.52	7.03	8.78	12.5	42.58	51.61	334.54
Outros rendimentos - outros	0.45	0.91	1.67	1.72	4.18	5.93	10.21	19	42.14	118.55
<b>Rendimento não monetário</b>	85.17	131.29	177.37	224.46	252.23	278.37	322.61	405.67	487.54	1112.04

**Anexo V - Transferências correntes diversas recebidas e pagas pela administração pública em 2008**

<b>SETOR INSTITUCIONAL ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA - 2008</b>	
<b>TRANSFERÊNCIAS CORRENTES DIVERSAS ( recebidas )</b>	<b>100.00%</b>
MULTAS E JUROS DE MORA	45.93%
INDENIZAÇÕES	6.89%
RESTITUIÇÕES DE CONVÊNIOS	2.30%
RESTITUIÇÕES DE BENEFÍCIOS NÃO DESEMBOLSADOS	1.03%
RESSARCIMENTO CUSTO DISPONIBILIZAÇÃO DE MEDICAMENTO	0.23%
RESSARCIMENTO P/OPER.SEGUR.PRIV.ASSIST.SAÚDE	0.02%
RESSARC DE PGTO HONORARIOS TECNICO-PERICIAIS	0.03%
RESSAR DESP PORTE REMESSA E RETORNO DOS AUTOS	0.04%
OUTRAS RESTITUIÇÕES	0.97%
TAXAS DE MIGRAÇÃO	0.58%
EMOLUMENTOS CONSULARES	0.32%
TAXA MILITAR	0.01%
TRANSFERÊNCIA DE INSTITUIÇÃO PRIVADA	0.23%
TRANSFERÊNCIAS DE PESSOAS	0.00%
REC.DECOR.NÃO APLIC.DE INCENT.FISC.IND.CINEMATOGRÁFICA	0.00%
Cota parte da contribuição sindical	0.71%
TRANSFERÊNCIAS DE EMPRESAS PRIVADAS	0.45%
TRANSFERÊNCIAS DO EXTERIOR	0.16%
TRANSFERÊNCIAS DE ISFL	2.85%
RECEITA DIREITOS ANTIDUMPING E DIREITOS COMPENSAT.	0.10%
DIVERSAS TRANFERÊNCIAS	37.16%
TRANSFERÊNCIAS DE COMBATE À FOME	0.00%
Total recebido das empresas	
<b>TRANSFERÊNCIAS CORRENTES DIVERSAS ( pagas )</b>	<b>100.00%</b>
<b>INSTITUIÇÕES PRIVADAS SEM FINS DE LUCRO</b>	59.37%
<b>PESSOAS</b>	14.30%
<b>INDENIZAÇÕES</b>	13.42%
<b>TRANSFERÊNCIA AO EXTERIOR- Contribuições a organ. Internac.</b>	2.97%
<b>OUTRAS</b>	9.93%

**Anexo VI - Matriz insumo-produto para o Brasil em 2005 incrementada com o total de emissões de gases de efeito estufa por setor produtivo**

em R\$ 1.000,000	Demanda final (valores correntes em 1 000 000 R\$)																CO2eq (mT)	
	Agropecuário	Florestas	Energia	Industrial	Eleticidade	Transporte	Serviços	Resíduos	Consumo Intermediário total	Exportação de bens e serviços	Consumo da administração pública	Consumo das ISFLSF	Consumo das famílias	Formação bruta de capital fixo	Variação de estoque	Demanda final		Demanda total
<b>Agropecuário</b>	16,413	459	4,488	101,681	46	149	3,705	11	126,951	18,647	6	0	31,890	10,968	-494	61,018	187,969	431
<b>Florestas</b>	583	17	151	3,556	1	5	122	0	4,436	628	0	0	1,083	375	-14	2,072	6,508	0
<b>Energia</b>	5,443	200	72,811	29,846	6,756	22,232	19,050	1,675	158,014	19,460	104	7	35,899	105	2,437	58,012	216,026	42
<b>Industrial</b>	36,809	1,144	12,157	394,702	3,862	12,585	143,606	958	605,821	196,519	390	26	310,189	100,772	1,585	609,482	1,215,303	157
<b>Eleticidade</b>	961	30	6,435	22,204	13,636	2,323	19,428	3,382	68,400	691	63	4	29,147	25	86	30,015	98,415	28
<b>Transporte</b>	3,531	145	9,436	41,990	1,647	13,494	28,397	408	99,048	10,806	2,415	162	63,989	4,384	95	81,850	180,898	135
<b>Serviços</b>	11,095	355	21,080	143,597	8,506	24,086	347,321	2,109	558,149	57,754	423,925	28,423	620,812	167,610	487	1,299,010	1,857,159	13
<b>Resíduos</b>	238	8	1,596	5,506	3,382	576	4,818	839	16,962	171	16	1	7,228	6	21	7,443	24,405	41
<b>Prod Nac</b>	75,073	2,358	128,154	743,082	37,836	75,449	566,447	9,382	1,637,781	304,675	426,919	28,624	1,100,237	284,244	4,203	2,148,902	<b>3,786,683</b>	0
<b>Importado</b>	6,282	266	22,841	85,258	2,686	6,111	35,342	666	159,452	0	28	98	53,399	33,650	734	87,910	247,362	0
<b>Imp Import</b>	230	10	139	3,679	61	154	919	15	5,207	0	0	0	1,686	1,976	29	3,690	8,897	0
<b>ICM Nac + Importado</b>	2,835	65	2,595	23,758	3,923	2,950	29,975	973	67,074	8,793	0	0	67,040	10,264	370	86,467	153,541	0
<b>IPI Nac + Importado</b>	41	2	221	4,996	85	91	2,931	21	8,388	2,912	0	0	8,806	3,894	115	15,727	24,115	0
<b>Outros IIL Nac + Importado</b>	2,072	79	9,018	23,716	1,595	4,665	24,987	396	66,528	8,462	606	414	33,926	8,209	287	51,905	118,433	0
<b>CONSUMO INTERMEDIÁRIO</b>	86,534	2,780	162,968	884,488	46,185	89,421	660,601	11,453	1,944,430	324,842	427,553	29,136	1,265,094	342,237	5,739	2,394,601	4,339,031	0
<b>Remunerações</b>	43,933	1,369	12,368	162,200	10,921	38,822	588,564	2,708	860,886	0	0	0	0	0	0	0	860,886	0
<b>Salários</b>	35,028	1,100	8,300	123,936	8,597	32,011	470,208	2,132	681,312	0	0	0	0	0	0	0	681,312	0
<b>Contribuições sociais efetivas</b>	8,905	269	4,068	38,264	2,325	6,811	79,912	576	141,130	0	0	0	0	0	0	0	141,130	0
<b>Previdência oficial /FGTS</b>	8,905	269	3,065	36,381	2,124	6,789	77,777	527	135,836	0	0	0	0	0	0	0	135,836	0
<b>Previdência privada</b>	0	0	1,003	1,883	201	22	2,135	50	5,294	0	0	0	0	0	0	0	5,294	0
<b>Contribuições sociais imputadas</b>	0	0	0	0	0	0	38,444	0	38,444	0	0	0	0	0	0	0	38,444	0
<b>Excedente operacional bruto e rendimento misto bruto</b>	57,133	2,362	39,662	158,527	40,529	51,821	595,857	10,050	955,941	0	0	0	0	0	0	0	955,941	0
<b>Rendimento misto bruto</b>	46,428	1,649	0	15,437	0	17,306	120,039	0	200,859	0	0	0	0	0	0	0	200,859	0
<b>Excedente operacional bruto (EOB)</b>	10,704	714	39,662	143,090	40,529	34,515	475,818	10,050	755,082	0	0	0	0	0	0	0	755,082	0
<b>VALOR ADICIONADO CUSTO FATORES</b>	101,065	3,732	52,030	320,727	51,450	90,643	1,184,421	12,759	1,816,827	0	0	0	0	0	0	0	1,816,827	0
<b>Outros impostos sobre a produção</b>	1,095	36	1,030	10,400	806	1,460	12,949	200	27,976	0	0	0	0	0	0	0	27,976	0
<b>Outros subsídios à produção</b>	-725	-40	-3	-312	-26	-626	-812	-6	-2,550	0	0	0	0	0	0	0	-2,550	0
<b>Valor adicionado bruto ( PIB )</b>	101,436	3,727	53,058	330,815	52,230	91,477	1,196,558	12,952	1,842,253	0	0	0	0	0	0	0	1,842,253	0
<b>VALOR DA PRODUÇÃO</b>	187,969	6,508	216,026	1,215,303	98,415	180,898	1,857,159	24,405	3,786,683	0	0	0	0	0	0	0	3,786,683	0
<b>Pessoal Ocupado</b>	18,286,013	694,607	162,375	11,814,653	276,345	3,791,040	55,812,113	68,527	90,905,673	0	0	0	0	0	0	0	90,905,673	0



## Anexo VII - Matriz de Contabilidade Social para o Brasil em 2005

em R\$ 1.000,000		Famílias por classe de rendimento monetário e não monetário mensal familiar																				Acumulação de Capital/Poupança		TOTAL								
		Agropecuário	Florestas	Energia	Industrial	Eletricidade	Transporte	Serviços	Resíduos	Trabalho	Capital	Até 2 SM	Mais de 2 a 3 SM	Mais de 3 a 5 SM	Mais de 5 a 6 SM	Mais de 6 a 8 SM	Mais de 8 a 10 SM	Mais de 10 a 15 SM	Mais de 15 a 20 SM	Mais de 20 a 30 SM	Mais de 30 SM	Total Famílias	Terra		Empresas	Governo	Resto do Mundo	Formação bruta de capital fixo	Varição de estoque			
MIP (Apenas Prod. Nacional)	Agropecuário	16.413	459	4.488	101.681	46	149	3.705	11			4.366	3.973	5.781	2.255	3.374	2.625	3.165	1.788	1.825	2.737	31.890			0	6	18.647	10.968	-494	187.969		
	Florestas	583	17	151	3.556	1	5	122	0			1.48	135	196	77	115	89	107	61	62	93	1.083			0	0	628	375	-14	6.508		
	Energia	5.443	200	72.811	29.846	6.756	22.232	19.050	1.675			1.392	1.646	3.777	1.546	3.278	2.785	5.075	3.717	4.419	8.262	35.899			7	104	19.460	105	2.437	216.026		
	Industrial	36.809	1.144	12.157	394.702	3.862	12.585	143.606	958			19.817	21.448	40.255	17.253	29.921	24.586	39.610	27.565	31.278	58.456	310.189			26	390	196.519	100.772	1.585	1.215.303		
	Eletricidade	961	30	6.435	22.204	13.636	2.323	19.428	3.382			1.667	2.048	4.483	1.933	3.228	2.431	4.098	2.470	2.803	3.986	29.147			4	63	691	25	86	98.415		
	Transporte	3.531	145	9.436	41.990	1.647	13.494	28.397	408			4.434	5.345	11.051	5.044	8.312	5.748	8.878	4.773	4.540	5.863	63.889			162	2.415	10.806	4.384	95	180.898		
	Serviços	11.095	355	21.080	143.597	8.506	24.086	347.321	2.109			20.375	26.150	59.294	28.440	51.325	45.107	79.295	60.031	79.590	171.204	620.812			28.423	423.925	57.754	167.610	487	1.857.159		
	Resíduos	238	8	1.596	5.506	3.382	576	4.818	839			567	672	1.275	565	801	614	973	543	540	678	7.228			1	16	171	6	21	24.405		
	Trabalho	43.933	1.369	12.368	162.200	10.921	38.822	588.564	2.708																							861.680
	Capital	57.133	2.362	39.662	158.527	40.529	51.821	595.857	10.050																							2.240.152
Famílias por classe de rendimento monetário e não monetário mensal familiar	Até 2 SM										9.573	756	13	20	46	22	42	41	65	96	296	725				1.013.827	214.655	8.317			2.240.152	
	Mais de 2 a 3 SM										19.447	1.682	20	30	69	33	64	62	127	99	145	446	1.093			3.261	20.396				34.711	
	Mais de 3 a 5 SM										53.936	4.854	39	59	137	65	126	124	252	196	287	885	2.171			5.733	62.738				129.433	
	Mais de 5 a 6 SM										32.066	3.512	17	26	60	29	56	54	111	86	126	390	955			1.945	26.580				65.058	
	Mais de 6 a 8 SM										63.369	7.693	32	48	112	53	103	101	206	160	234	722	1.770			4.817	43.851				121.500	
	Mais de 8 a 10 SM										64.642	6.924	36	54	125	60	115	113	231	179	263	810	1.986			3.330	38.365				115.247	
	Mais de 10 a 15 SM										106.087	18.488	23	30	186	89	171	168	342	266	389	1.201	2.944			8.145	62.846				198.510	
	Mais de 15 a 20 SM										78.571	18.285	24	37	86	41	79	78	158	123	180	556	1.363			7.422	50.972				156.613	
	Mais de 20 a 30 SM										117.352	22.474	36	55	128	61	118	116	236	183	269	829	2.032			8.016	77.672				227.546	
	Mais de 30 SM										316.375	108.206	68	103	238	113	219	215	438	340	498	1.537	3.769			52.888	185.102				666.340	
Total Famílias										861.418	192.873	338	513	1187	566	1093	1071	2186	1698	2487	7670	18.810			98.478	604.812				1.776.391		
Impostos sobre produtos	Terra										1	2	4	2	5	5	12		9	17	57	114				16.634				16.748		
	Empresas										1.871.842	344	791	2.920	1.627	3.685	3.766	6.799	5.043	7.157	16.832	48.965			6.711	614	8.775				1.936.907	
	Imp importação	230	10	139	3.679	61	154	919	15			73	87	160	79	140	136	192	142	188	488	1.686			0	0	0	1.976	29		8.997	
	ICM Nac + imp	2.835	65	2.595	23.758	3.923	2.950	29.975	973			2.920	3.443	6.381	3.127	5.582	5.414	7.635	5.644	7.486	19.409	67.040			0	0	8.793	10.264	370		153.541	
	IPI Nac + imp	41	2	221	4.996	85	91	2.931	21			384	452	838	411	733	711	1.003	741	983	2.549	8.806			0	0	2.912	3.894	115		24.115	
	Outros III. Nac + imp (já líquido de subsídios)	2.072	79	9.018	23.716	1.595	4.665	24.987	396			1.478	1.742	3.229	1.583	2.825	2.740	3.864	2.856	3.788	9.822	33.926			414	606	8.462	8.209	287		118.433	
	Impostos sobre produção	1.095	36	1.030	10.400	806	1.460	12.949	200																	0	0	0	0	0	27.976	
	Subsídios à produção	-725	-40	-3	-312	-26	-626	-812	-6																	0	0	0	0	0	-2.550	
	Impostos sobre renda e patrimônio																															202.475
	Outros (ex: transf. ROW)											105.002	1.743	3.963	14.720	8.164	18.404	18.601	33.506	24.400	32.918	68.131	224.550			16.748	341.532	160.500	198			848.530
Taxa de carbono																															0	
Resto do Mundo	6.282	266	22.841	85.258	2.686	6.111	35.342	666	262	70.435	2.326	2.742	5.083	2.491	4.446	4.312	6.081	4.495	5.963	15.459	53.399			98	366	0	33.650	734		318.397		
Acumulação de Capital/Poupança																																
TOTAL	187.969	6.508	216.026	1.215.303	98.415	180.898	1.857.159	24.405	861.680	2.240.152	35.872	62.764	132.119	66.050	123.071	115.918	198.135	155.472	225.034	661.957	1.776.391	16.748	1.936.907	1.381.417	318.397	342.237	5.739			12.318.375		

## Anexo VIII - Matriz de coeficientes técnicos da SAM para o Brasil em 2005

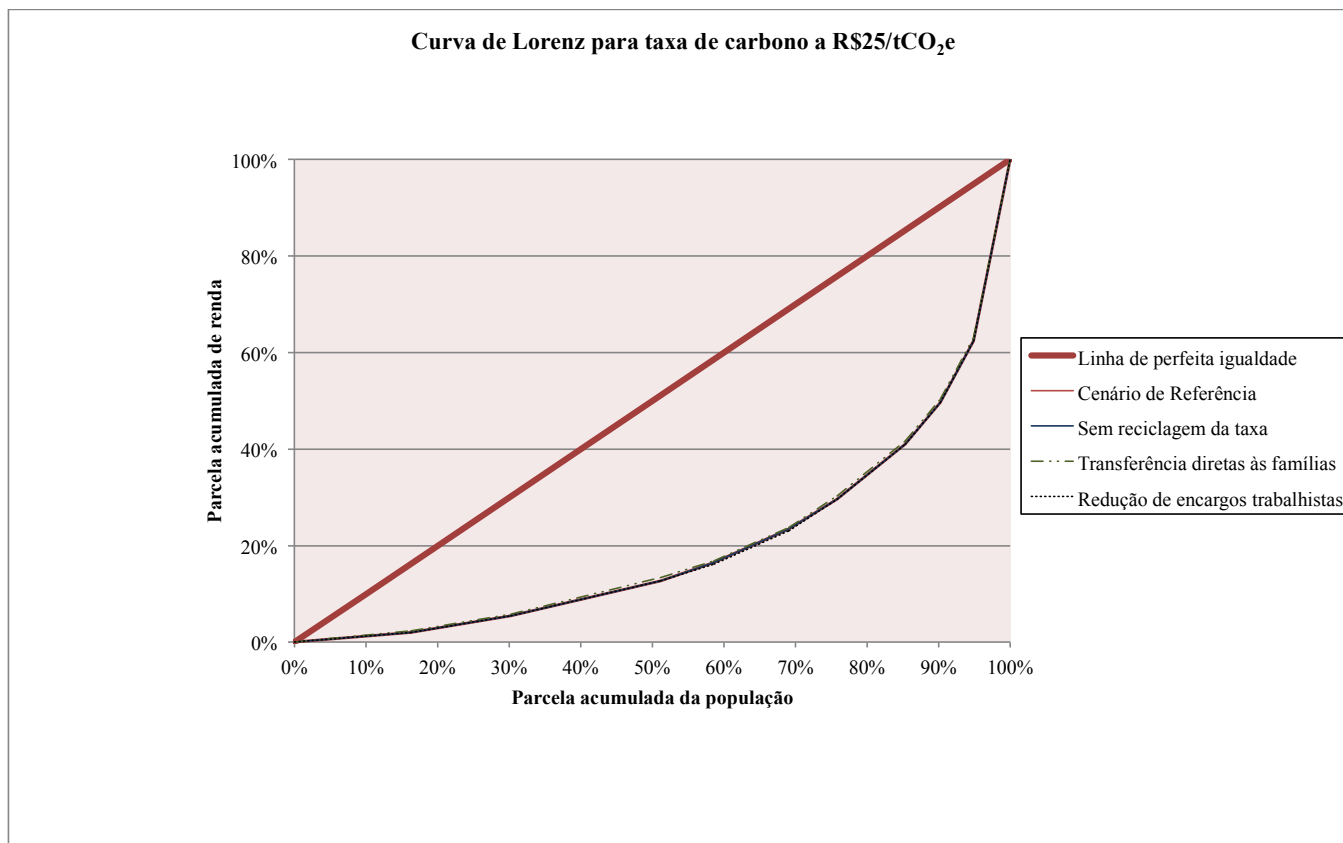
	Agropecuário	Florestas	Energia	Industrial	Eletricidade	Transporte	Serviços	Resíduos	Trabalho	Capital	Até 2 SM	Mais de 2 a 3 SM	Mais de 3 a 5 SM	Mais de 5 a 6 SM	Mais de 6 a 8 SM	Mais de 8 a 10 SM	Mais de 10 a 15 SM	Mais de 15 a 20 SM	Mais de 20 a 30 SM	Mais de 30 SM
Agropecuário	0.087	0.070	0.021	0.084	0.000	0.001	0.002	0.000	0	0	0.126	0.065	0.045	0.035	0.028	0.023	0.016	0.011	0.008	0.004
Florestas	0.003	0.003	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Energia	0.029	0.031	0.337	0.025	0.069	0.123	0.010	0.069	0	0	0.040	0.027	0.029	0.024	0.027	0.024	0.026	0.024	0.019	0.012
Industrial	0.196	0.176	0.056	0.325	0.039	0.070	0.077	0.039	0	0	0.571	0.349	0.311	0.265	0.246	0.213	0.200	0.176	0.137	0.088
Eletricidade	0.005	0.005	0.030	0.018	0.139	0.013	0.010	0.139	0	0	0.048	0.033	0.035	0.030	0.027	0.021	0.021	0.016	0.012	0.006
Transporte	0.019	0.022	0.044	0.035	0.017	0.075	0.015	0.017	0	0	0.128	0.087	0.085	0.078	0.068	0.050	0.045	0.030	0.020	0.009
Serviços	0.059	0.055	0.098	0.118	0.086	0.133	0.187	0.086	0	0	0.554	0.404	0.437	0.422	0.410	0.386	0.401	0.391	0.361	0.264
Resíduos	0.001	0.001	0.007	0.005	0.034	0.003	0.003	0.034	0	0	0.016	0.011	0.010	0.009	0.007	0.005	0.005	0.003	0.002	0.001
Trabalho	0.234	0.210	0.057	0.133	0.111	0.215	0.317	0.111	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Capital	0.304	0.363	0.184	0.130	0.412	0.286	0.321	0.412	0	0	0.027	0.018	0.023	0.025	0.026	0.024	0.027	0.021	0.021	0.032
Até 2 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mais de 2 a 3 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 3 a 5 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.063	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 5 a 6 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.037	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 6 a 8 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.074	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 8 a 10 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.075	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 10 a 15 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.123	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Mais de 15 a 20 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.091	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 20 a 30 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.136	0.010	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mais de 30 SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.367	0.048	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

## Anexo IX - Matriz de Leontief da SAM para o Brasil em 2005

(I - An) <sup>-1</sup> = Ma	Agropecuário	Florestas	Indústria Transformada	Industrial	Eletricidade	Transporte	Serviços	Resíduos	Trabalho	Capital	Até 2	Mais de 2 a 3	Mais de 3 a 5	Mais de 5 a 6	Mais de 6 a 8	Mais de 8 a 10	Mais de 10 a 15	Mais de 15 a 20	Mais de 20 a 30	Mais de 30
Agropecuário	1.160	0.136	0.071	0.175	0.033	0.050	0.051	0.033	0.071	0.005	0.279	0.163	0.136	0.115	0.103	0.089	0.080	0.069	0.056	0.036
Florestas	0.006	1.005	0.002	0.006	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.000	0.010	0.006	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001
Energia Transformada	0.115	0.112	1.571	0.125	0.166	0.257	0.079	0.166	0.096	0.007	0.233	0.155	0.154	0.135	0.133	0.116	0.116	0.104	0.086	0.057
Industrial	0.551	0.497	0.308	1.753	0.235	0.350	0.377	0.235	0.465	0.034	1.328	0.845	0.782	0.688	0.644	0.568	0.547	0.492	0.405	0.271
Eletricidade	0.041	0.038	0.078	0.063	1.191	0.052	0.045	0.191	0.051	0.004	0.134	0.091	0.091	0.080	0.074	0.063	0.062	0.053	0.044	0.027
Transporte	0.079	0.078	0.109	0.105	0.059	1.136	0.070	0.059	0.087	0.006	0.257	0.173	0.169	0.153	0.140	0.113	0.107	0.087	0.067	0.041
Serviços	0.442	0.405	0.423	0.537	0.357	0.510	1.595	0.357	0.694	0.053	1.368	0.954	0.978	0.913	0.874	0.798	0.806	0.758	0.676	0.485
Resíduos	0.010	0.009	0.019	0.016	0.047	0.013	0.011	1.047	0.012	0.001	0.037	0.025	0.024	0.021	0.018	0.016	0.015	0.013	0.010	0.006
Trabalho	0.515	0.466	0.316	0.484	0.312	0.486	0.594	0.312	1.330	0.025	0.766	0.513	0.505	0.461	0.436	0.390	0.386	0.355	0.307	0.214
Capital	0.649	0.678	0.568	0.556	0.724	0.639	0.653	0.724	0.411	1.031	0.937	0.627	0.621	0.568	0.538	0.480	0.478	0.432	0.375	0.277
Até 2	0.006	0.006	0.004	0.006	0.004	0.006	0.007	0.004	0.015	0.001	1.010	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003
Mais de 2 a 3	0.012	0.011	0.008	0.012	0.008	0.012	0.014	0.008	0.031	0.001	0.019	1.013	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.008	0.006
Mais de 3 a 5	0.034	0.031	0.021	0.032	0.022	0.032	0.039	0.022	0.086	0.004	0.052	0.035	1.035	0.032	0.030	0.027	0.027	0.025	0.022	0.016
Mais de 5 a 6	0.020	0.019	0.013	0.019	0.013	0.019	0.023	0.013	0.051	0.003	0.031	0.021	0.021	1.019	0.018	0.016	0.016	0.015	0.013	0.009
Mais de 6 a 8	0.041	0.037	0.026	0.038	0.026	0.038	0.047	0.026	0.101	0.005	0.061	0.041	0.041	0.037	1.035	0.032	0.031	0.029	0.025	0.018
Mais de 8 a 10	0.041	0.038	0.026	0.039	0.026	0.039	0.047	0.026	0.103	0.005	0.062	0.042	0.041	0.038	0.036	1.032	0.032	0.030	0.026	0.018
Mais de 10 a 15	0.070	0.064	0.044	0.065	0.045	0.066	0.080	0.045	0.169	0.012	0.105	0.071	0.070	0.064	0.060	1.054	0.054	0.050	0.043	0.031
Mais de 15 a 20	0.053	0.048	0.034	0.049	0.035	0.050	0.060	0.035	0.126	0.011	0.079	0.053	0.052	0.048	0.045	0.040	0.040	1.037	0.032	0.023
Mais de 20 a 30	0.077	0.071	0.049	0.072	0.050	0.073	0.088	0.050	0.187	0.014	0.116	0.078	0.077	0.070	0.066	0.059	0.059	0.054	1.047	0.034
Mais de 30	0.222	0.205	0.144	0.206	0.150	0.210	0.251	0.150	0.511	0.059	0.330	0.222	0.218	0.199	0.189	0.169	0.168	0.154	0.134	1.095

## Anexo X - Curvas de Lorenz

### Anexo X.1 - Curva de Lorenz para taxa de carbono a R\$25/tCO<sub>2</sub>e



## Anexo X.2 - Curva de Lorenz para taxa de carbono a R\$50/tCO<sub>2</sub>e

