**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP – FEA – IEE – IF**

CAMILA ISAAC FRANÇA

**ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E
CONSUMO ENERGÉTICO SETORIAL DO ESTADO DE SÃO
PAULO POR MEIO DAMATRIZ INSUMO-PRODUTO**

**SÃO PAULO
2013**

CAMILA ISAAC FRANÇA

ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E CONSUMO
ENERGÉTICO SETORIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO POR MEIO DA
MATRIZ INSUMO-PRODUTO

Dissertação apresentada ao Programa de pós
Graduação em Energia da Universidade de São
Paulo (Escola Politécnica / Faculdade de Economia
e Administração / Instituto de Eletrotécnica e
Energia / Instituto de Física/) apresentado para a
obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof^o. Dr^o Sérgio Almeida Pacca

Versão Corrigida
(versão original disponível na Biblioteca da Unidade que aloja o programa e na
Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP)

SÃO PAULO

2013

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

FICHA CATALOGráfICA

França, Camila Isaac.

Análise das emissões de gases de efeito estufa e consumo energético setorial do
Estado de São Paulo por meio da matriz insumo-produto / Camila Isaac França;
orientador Sérgio Almeida Pacca. - São Paulo, 2013.

125 f.; El.; 30cm.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Energia - EP / FEA / IEE /
IF da Universidade de São Paulo

1. Insumo-produto 2. Emissões de Gases de Efeito Estufa 3. Consumo de Energia

I. Título

RESUMO

FRANÇA, Camila Isaac. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e consumo energético setorial do Estado de São Paulo por meio da matriz insumo-produto.** 2013, 125 f.. Documento de Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

A Política Estadual de São Paulo de Mudanças Climática (PEMC) foi lançada em 2009. Esta política voluntária, independente de qualquer acordo nacional ou internacional, foi estabelecida para reduzir a emissão dos gases de efeito estufa em 2020 em 20%, de acordo com os níveis de 2005. Uma vez que a melhoria da eficiência energética está entre as ações de mitigação de emissões de carbono especificadas pela PEMC, este trabalho visa avaliar as emissões diretas e indiretas e o consumo energético das cadeias produtivas na economia do Estado de São Paulo. Conseqüentemente, este estudo combina dados da Matriz Insumo Produto com o Primeiro Inventário de Gases de Efeito Estufa do Estado de São Paulo (2011) e o Balanço Energético (2010). Todos os dados estão baseados nos valores do ano de 2004. O trabalho avalia três simulações. A primeira simulação compara as emissões totais e energia por unidade de demanda final, já a segunda simulação aplica o mesmo método, porém apenas contabiliza as emissões de energia. A terceira simulação é baseada na massa total de emissões diretas e indiretas e foi determinada por meio dos multiplicadores. Além disso, o efeito total de cada setor está relacionado às emissões diretas e indiretas geradas por uma unidade de demanda final. Baseado nos resultados das três simulações foi possível observar que as emissões indiretas representam quase 30% sobre as emissões totais, e que apesar deste número não ser mais representativo, a responsabilidade do setor é maior se as emissões indiretas forem consideradas. Os resultados da Simulação 1, identificam os setores que se destacam devido a altos geradores de emissões e energia: Outros da indústria extrativa e Cimento, de outro modo, se apenas os geradores das emissões fossem considerados Cimento e Pecuária teriam se destacado com aproximadamente 3,5 GgCO₂e emitidos direta e indiretamente por 1 milhão de reais de demanda final. Já, de acordo com a Simulação 2, os setores que se destacam são: Cimento e Fabricação de aço e

derivados com respectivamente 1,4 GgCO₂e e 0,5GgCO₂e de emissões totais emitidas por 1 milhão de reais de demanda final. Por fim, na Simulação 3, o setor de Transportes se destaca com 23% das emissões diretas, enquanto é responsável por 9% das emissões indiretas, correspondentes às emissões incorporadas pela demanda por serviços e produtos. Por outro lado, o setor Alimentos e bebidas é o que mais se destaca devido a 17% das emissões indiretas apesar de apresentar apenas 2% do total das emissões diretas.

Palavras-chave: Insumo-produto. Emissões de Gases de Efeito Estufa. Consumo de Energia. Política de Mudanças Climáticas. Emissões Indiretas.

ABSTRACT

FRANÇA, Camila Isaac. **Assessing sector greenhouse gas emissions and energetic consumption of Sao Paulo State by means of input-output matrix.** 2013, 125 f. Master's Dissertation – Graduate Program on Energy, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013

The Sao Paulo State Climate Change Policy (CCP) was established in 2009. This voluntary policy, independent of any domestic and international accord, was established to reduce greenhouse gas emissions in 2020 by 20%, according to 2005's emission levels. Once the energy efficiency improvements are among the carbon mitigation actions specified by CCP, this present work aims to evaluate direct and indirect carbon dioxide equivalent emissions and energy consumption of supply chains in the Sao Paulo State's economy. Consequently, this study combines data from the Sao Paulo input-output matrix with the First Greenhouse Gas Emissions Inventory of Sao Paulo State (2011) and the Sao Paulo State's Energy Balance (2010). All data used are based on 2004 values. Based on the CCP goal to reduce 20% in total emissions, this work assesses three simulations. The first simulation compares total emissions and energy by each final demand unit, whereas the second simulation applies the same method, but accounts for energy related emissions only. The third simulation is based on total direct and indirect emission mass. In addition, the work presents a comparison between all sectors in terms of their direct and indirect emissions, which is conveyed by emission multipliers. In addition, the total effect of each sector which is related to the direct and indirect emissions generated to one final demand unit, was assessed. Based on the results of the 3 simulations it was possible to see that indirect emissions represent almost 30% of the total emissions, and although this number is not more representative, in some cases sector's responsibility is greater if indirect emissions are accounted for. Results from Simulation 1 identify the sectors that stand out because of high energy and emission total effects: Other extractive industry and Cement. In comparison, if only total emissions effect are considered Cement and Livestock sectors stand out with approximately 3.5 GgCO_{2e} emitted direct and indirectly for each 1 mi BRL of final demand, for each sector. Then, according to Simulation 2, the sectors that stand out are:

Cement and Steel manufacture and products with respectively 1.4 GgCO₂e and 0.5 GgCO₂e of total emissions emitted by each 1 mi BRL consumed by sector. Lastly, on Simulation 3, Transport is the sector that stands out with 23% of direct emissions, and 9% of the sum of indirect emissions, due to embodied emissions on services and products demand. Regarding indirect emissions, Food and beverage stands out, encompassing 17% of the indirect emissions and only 2% of total direct emissions.

Keywords: Input-Output. Greenhouse gas Emissions. Energy Consumption. Climate change Policy. Indirect Emissions.

AGRADECIMENTOS

Graças à contribuição de muitas pessoas foi possível realizar este trabalho. Primeiramente agradeço ao Prof.º Drº Sérgio A. Pacca pela colaboração, disposição e dedicação. Em especial, pela paciência e interesse de Ivo, França, Juli e Keite. Assim como os ótimos conselhos e companhia da Profª Dra. Lourdes, Profº Dr. Chuck e Sara. Aos amigos Moana e Kerstin pelo auxílio técnico e amizade. E pela companhia Arthur, Giorgio, Diuly, Fernanda Marie, Carla, Camila, Tina, Rafael, Javier, Carlos. Além disso, Liz, Aimé, Marcelo, Felipe, Andrea, Alice, Carlos, Bruna, Renato, Roberto, Flávio, Viviane, Rafael, Edgar, Bruna, Viviane, Flavio, Luis, Renata, Milene, Larissa, Ruby, Gabriel e André. E todos as outras pessoas que conheci na pós-graduação. Também agradeço ao Profº Drº Guilhoto pela base de dados e toda a assistência. Agradeço ao Profº Drº Marcelo Cunha também pela participação nas correções e contribuição para a melhoria do trabalho. Bem como, a todos os demais que contribuíram como Profª Dra. Dominique, Profº Dr. Célio Bermann, Profº Dr. Fagá, Profª Dra. Virginia. Igualmente, agradeço aos contribuidores da minha formação anterior, os esforços dos fundadores do curso de Gestão Ambiental Profº Drº Mantovani e Neli Melo e o Profº Dr. Dante pela gestão da EACH. Pela grande auxílio da Renata e da Adriana. Agradeço também ao Edger e a gráfica da Poli. Sou grata também ao Instituto de Eletrotécnica e Energia pela infraestrutura, organização e professores. Também, a todos os demais envolvidos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de principais fontes emissoras de GEE em São Paulo e no Brasil no ano de 2005.....	17
Figura 2 - Emissões de GEE no Estado de São Paulo (GgCO ₂ e)	18
Figura 3 - Definição dos Escopos das Emissões.....	22
Figura 4 - Quadro geral das três principais etapas dos métodos	34
Figura 5 - Etapas para a elaboração da MIP	46
Figura 6 - Gerador (Coeficiente Direto e Efeito Indireto) de emissões de GEE por setor	70
Figura 7 -- Geradores de energia (Efeito indireto e coeficientes diretos).....	73
Figura 8 - Multiplicadores de emissões de GEE e consumo de energia por setor.	76
Figura 9 - Gerador (Coeficiente Direto e Efeito Indireto) de emissões uso de energia por setor.	81
Figura 10- Multiplicador de emissões de GEE relativas ao consumo energia por setor	84
Figura 11 - Emissões de GEE diretas e indiretas por setor econômico.....	88
Figura 12 - Participação dos setores nas emissões de GEE diretas.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Adaptação da MIP do Estado de São Paulo setor x setor em milhões de reais (R\$ 1mi)	47
Tabela 2 - Exemplo de tabela IP de transações	48
Tabela 3- Tabela IP do fluxo inter industrial de produtos	49
Tabela 4 – Potencial de Aquecimento Global (PAG) utilizado na conversão de gases em CO ₂ e	51
Tabela 5 - Emissões oriundas da queima de combustíveis fósseis setorial em 2004 no Estado de São Paulo.....	54
Tabela 6: Resumo das emissões de GEE setoriais descritas separadamente e relacionadas ao processo de manufatura, energia e transporte.	60
Tabela 7: Consumo de Energia por setor, no base 2004.	62
Tabela 8 - Setor Energético Desagregado	63
Tabela 9 - Setor Outros Segmentos Desagregados	64
Tabela 10: Coeficiente Direto, Efeito Indireto e Gerador de Emissões de GEE e consumo de energia por setor	67
Tabela 11: Coeficiente Direto, Efeito Indireto, Gerador, consumo máximo de energia e multiplicador de emissões de GEE relativas ao consumo de energia por setor	78
Tabela 12: Emissões de GEE diretas, indiretas e totais por setor econômico.	86

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Técnica da Matriz Insumo-produto	15
1.2	Inventário de Emissões de GEE	17
1.3	Justificativa	19
1.3.1	Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC)	19
1.3.2	Contribuição da pesquisa.....	21
2	OBJETIVOS	24
2.1	Objetivo Geral	24
2.2	Objetivos Específicos	24
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
3.1	Aplicações Internacionais da MIP	26
3.2	Aplicações Nacionais da MIP	28
3.3	Aplicação Regional da MIP	31
4	MÉTODOS.....	33
4.1	Desencadeamento metodológico	33
4.2	Simulações	35
4.2.1	Simulação1 – Análise baseada nos efeitos da redução das emissões e do consumo de energia.....	36
4.2.2	Simulação 2 – Análise referente a redução das emissões relacionadas à energia	36
4.2.3	Simulação 3 – Análise redução das emissões diretas e indiretas	37
4.3	Associação de dados	38
4.4	Dados da Matriz Insumo-produto (MIP)	39
4.4.1	Análise da Matriz Insumo-produto	39
4.4.2	Análise dos Indicadores Ambientais	41
5.	ASSOCIAÇÃO DE DADOS	45
5.1	Dados da Matriz Insumo-produto.....	45
5.2	Associação de dados de Indicadores Ambientais	49

5.2.1	Associação de dados de Emissões de GEE	50
5.3	Associação de dados do Consumo Energético	61
5.3.1	Dados do Consumo Energético.....	62
6	RESULTADOS E ANÁLISE	65
6.1	Simulação 1	65
6.1.1	Geradores	66
6.1.2	Multiplicadores	74
6.2	Simulação 2.....	77
6.2.1	Gerador.....	77
6.2.2	Multiplicador	83
6.3	Simulação 3.....	85
6.3.1	Emissões Diretas.....	89
6.3.2	Emissões Indiretas	90
7	DISCUSSÃO	92
8	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
	APÊNDICE A.....	109
	APÊNDICE B.....	111
	APÊNDICE C.....	114
	APÊNDICE D.....	116
	APÊNDICE E	117
	APÊNDICE F	119
	ANEXO A	121

1 INTRODUÇÃO

Governos subnacionais, como cidades, Estados e municípios, têm adotado decisões políticas a fim de mitigar as mudanças climáticas mesmo em locais em que a política nacional não se comprometeu em participar de acordos internacionais de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) (OLIVEIRA, 2009).

Os governos subnacionais não sofrem a pressão direta dos acordos internacionais, assim, apesar deles possuírem muitas responsabilidades, as administrações regionais possuem melhor administração das principais áreas de controle das emissões, como por exemplo, transporte e energia (Collier; Löfstedt, 1997 apud Oliveira, 2009).

Conforme Tompkins e Admundsen (2008) apud Oliveira (2009) a aplicação de novas políticas locais teriam maior flexibilidade, devido às decisões serem menos burocráticas e a estrutura mais adaptável, além da proximidade para a manifestação de *stakeholder* se comunidade.

“O sucesso da implementação de políticas relacionadas ao clima esta relacionado a uma forma de integração com políticas setoriais, com políticas de outros níveis de governo, com a sociedade civil e dentro das mesmas (políticas de integração de mitigação-adaptação)” (OLIVEIRA, 2009, pg. 253, tradução nossa)

Assim, com o crescimento da preocupação global com os possíveis efeitos das mudanças climáticas, consequência do aumento do efeito estufa, em 24 de junho de 2010 foi regulamentado o decreto no Estado de São Paulo relativo à Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). “A regulamentação é resultado da Lei nº 13.798, sancionada em novembro de 2009, que tem como meta a redução, em todos os setores da economia, de 20% da emissão de gases de efeito estufa até 2020, tendo por base o ano de 2005, para o qual foi realizado um inventário de referência” (FAPESP, 2010). A meta é mais rigorosa do que a definida no Protocolo de Kyoto.

A implantação da PEMC tem por objetivo o cumprimento da meta estadual de redução de emissões de GEE em São Paulo, acarreta um aumento da responsabilidade

socioambiental, afetando o comportamento de consumidores, investimentos privados e públicos e, por fim, a cadeia produtiva de bens econômicos no local de vigência desta lei.

Para atingir os objetivos da PEMC ações específicas serão tomadas para definir e aplicar regras para cumprir as metas de redução de GEE e ampliar a conscientização das questões ambientais. Desta forma, através da legislação metas setoriais específicas podem ser estabelecidas para cada setor da economia do Estado. Sendo assim, serão estimulados os métodos de contabilidade de emissões e inventários e as empresas serão estimuladas a construir simulações e apresentarem ações de prevenção às mudanças climáticas.

A matriz insumo-produto (MIP) conhecida também como análise inter industrial possibilita a análise da interdependência das indústrias em uma dada economia. O produto refere-se às atividades industriais que produzem bens e serviços e os insumos relacionam-se com o consumo de produtos e serviços. A análise insumo-produto possibilita exames em escalas de níveis regionais distintos, como nacionais, regionais e locais (MILLER e BLAIR, 2009). Trata-se de uma análise quantitativa capaz de mensurar fluxos econômicos, energéticos e ambientais em um sistema econômico para um dado período.

A informação básica contida na MIP é relativa ao fluxo monetário de produtos para cada setor industrial, considerado como produtor, em relação a cada setor e a ele mesmo e outros, considerados como consumidores de seus produtos (MILLER e BLAIR, 2009).

Já que todos os produtos e serviços estão relacionados direta ou indiretamente ao consumo energético e às emissões de dióxido de carbono (CO₂e), através da MIP é possível observar estes fluxos de acordo com as transações econômicas (MACHADO et al., 2001).

A utilização da MIP associada às emissões é justificada pela necessidade de estimar através de um modelo empírico não apenas as emissões diretas, mas também as indiretas para atribuí-las aos setores utilizando tal estimativa para, por exemplo, criação de taxas de carbono (LABANDEIRA; LABEAGA, 2002).

Assim, o modelo insumo-produto utiliza um ano base ajudando analistas a obterem registros precisos de dados e fluxos econômicos contribuindo para a análise de conexões entre os setores econômicos. Também, auxiliando na observação de mudanças sob uma perspectiva sistêmica, por meio da coleta de dados claros de forma sistemática (HUFSCHIMIDT et al., 1983).

Sendo assim, este trabalho aspira avaliar as emissões de CO₂e e consumo energético setorial através da MIP do Estado de São Paulo. O resultado poderá contribuir para a criação de uma política visando responsabilizar os setores por suas emissões indiretas, uma vez que: “É talvez mais importante conhecer os setores que são realmente responsáveis pelas emissões de CO₂, em vez dos que causam diretamente tais emissões” (LABANDEIRA; LABEAGA, pg. 598, 2002, tradução nossa).

De acordo com a PEMC (2011), há uma necessidade em definir e aplicar métodos que possibilitem os inventários de emissões de GEE e analisem as metas de redução de forma abrangente e com precisão. Além do mais, as reduções das emissões poderiam ser atingidas com melhorias na eficiência energética.

Destarte, este trabalho visa contribuir para a avaliação dos objetivos de mitigação de emissões e eficiência energética não apenas considerando as emissões diretas que fazem parte dos Inventários de GEE, mas também, incluindo as emissões indiretas e o consumo direto e indireto de energia da cadeia de produção inteira.

Portanto, nesta pesquisa foram criadas três simulações para atingir às diretrizes da PEMC. A Simulação 1 corresponde à redução de 20% das emissões totais por unidade de demanda final. Já a Simulação 2 visa reduzir a mesma quantia de emissões, porém baseia-se apenas nas emissões relacionadas à energia em relação a cada unidade de demanda final. Por fim, a Simulação 3 visa atender a meta de 20% das reduções avaliando as emissões diretas e indiretas sem considerar a demanda final em seu resultado, como nos anteriores.

Assim, este capítulo abrange a seção 1.1 que se refere à técnica da matriz Insumo-produto, apresentando sua função e quadro teórico. A seguir, na seção 1.2 é apresentado o inventário de emissões de GEE mostrando seu quadro geral para a inclusão da meta da Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) e, por fim, na

seção 1.3 a justificativa deste trabalho é apresentada com as seções 1.3.1 que concerne à PEMC e as contribuições desta pesquisa em 1.3.2.

1.1 Técnica da Matriz Insumo-produto

A técnica de Insumo-produto (IP) é baseada em um sistema de equações lineares. O modelo de IP foi desenvolvido por Wassily Leontief em meados de 1930 e sua aplicação foi difundida em 1950 (MILLER; BLAIR, 2009). Este modelo é apresentado sob a forma de uma MIP. Nos primórdios a MIP só continha informações sobre fluxos econômicos, sendo que mais tarde foram realizados trabalhos com empregos, energia e poluição. Em 1970, foi publicado um artigo com o uso da técnica de insumo-produto combinada a coeficientes ambientais (LEONTIEF, 1970).

A MIP é utilizada neste trabalho para providenciar dados precisos do fluxo econômico e contribuir para a avaliação das conexões entre setores econômicos diferentes. A análise retrata os fluxos entre os setores em um dado ano, e representa a média tecnológica do mesmo período. Assim, a técnica de IP é baseada em cálculos sistemáticos, coleta de dados e um quadro claro que contribui para rastrear mudanças através da cadeia de valor de uma dada economia (HUFSCHEMIDT, et al., 1983).

A MIP representa uma análise inter industrial e possibilita avaliar a interdependência das indústrias em uma dada economia. A informação básica contida na MIP é relativa ao fluxo de produtos para cada setor industrial, considerado como produtor, em relação a cada setor, ele mesmo e outros, considerados como consumidores. O produto refere-se às atividades industriais que produzem bens e os insumos relacionam-se com o consumo de produtos. A técnica de IP pode conciliar indicadores ambientais, como energia e emissões de GEE.

As emissões indiretas podem ser descritas como as que não são causadas diretamente por um agente, mas as emissões geradas pela demanda deste agente (LABANDEIRA; LABEAGA, 2002). Ou seja, quando um agente consome um produto ou serviço é preciso contabilizar as emissões da cadeia de suprimentos que possibilita a produção dos mesmos.

A técnica Insumo-produto (IP), combinada com as emissões de CO₂ e os dados de consumo de energia tem sido aplicada e discutida por vários autores como Guo et al., (2010) e Minx et al. (2009).

Este estudo combina a MIP brasileira com dados relativos às emissões de GEE e uso de energia. Todos os dados são do ano 2004. Assim, é possível através da utilização da técnica de Insumo-produto estimar a energia e as emissões incorporadas na economia.

Assim, foram criadas as seguintes simulações para a análise de metas que contribuam para atingir as diretrizes da PEMC em reduzir em 20% a emissão dos gases de efeito estufa com base no ano de 2005:

1. De acordo com a PEMC, a Simulação 1 visa examinar as emissões diretas e indiretas e comparar com o consumo energético direto e indireto de cada setor, necessários para reduzir em 20% as emissões do Estado.
2. A Simulação 2 visa relatar as emissões diretas e indiretas apenas vinculadas à produção e uso de energia, para a redução da mesma quantidade estipulada pela PEMC.
3. A Simulação 3 busca apresentar as emissões diretas e indiretas por setor para a redução de 20% nos setores econômicos.

Frente à necessidade de avaliação das emissões para a construção de metas setoriais específicas descritas na seção 1.3 na justificativa, este trabalho consiste na combinação de dados econômicos da MIP com o Balanço Energético e o Inventário de Emissões de GEE do Estado de São Paulo (ESP). A análise é realizada através da construção de diferentes simulações em conformidade com a meta de redução da PEMC. Estas simulações avaliadas visam contribuir para a definição de metas setoriais.

Através deste trabalho foi possível realizar as análises setoriais das emissões diretas e indiretas associadas aos dados econômicos da cadeia de produção.

1.2 Inventário de Emissões de GEE

A principal fonte de emissões diretas em 2005 no Estado foi o setor energético, que era responsável por 57,2% da participação total. As emissões restantes provinham da agropecuária com 21,3% de participação. A indústria era responsável por 14,7% das emissões deste ano, os resíduos geraram 6,7% destas emissões e, por fim, menos de 1% das emissões eram relativas ao Uso da terra e da mudança no uso da terra e florestas. Todas estão apresentadas e resumidas na Figura 1 no ano de 2005 para o qual a meta da PEMC foi criada.

A figura 1 define as emissões de GEE em 5 principais fontes, o termo referente a sigla “UT MUT F” refere-se à fonte uso da terra e da mudança no uso da terra e florestas.

Figura 1 - Distribuição das principais fontes emissoras de GEE em São Paulo e no Brasil no ano de 2005.

Fonte: CETESB, 2011.

Em comparação com o perfil das emissões nacionais que apresentam uma grande contribuição do uso da terra e da mudança no uso da terra e florestas (UT MUT F), o perfil das emissões do Estado de São Paulo apresenta uma grande participação das emissões associadas com o consumo energético conforme pode ser visto na figura 1.

Por conseguinte, a participação de emissões mais elevada corresponde à oferta de energia, demonstrando a importância da energia como uma fonte que está em

conformidade com as orientações do PEMC. Assim, a principal fonte de emissões diretas provém da energia, principalmente da queima de combustíveis.

As emissões de GEE no Estado de São Paulo equivalem a 128.974 GgCO₂e no ano de 2004 e 139.811 GgCO₂e em 2005. Elas estão apresentadas na Figura 2, indicando pouca variação na distribuição das principais fontes emissoras, assim como no volume entre o ano dos dados usados como base desta pesquisa (2004) e o ano linha de base para a aplicação da PEMC (2005).

Figura 2 - Emissões de GEE no Estado de São Paulo (GgCO₂e)

Fonte: CETESB, 2011.

No relatório das emissões de GEE de SP apenas as emissões do N₂O estão sendo consideradas diretas e indiretas. Estas emissões foram tratadas como emissões diretas decorrentes das atividades do setor em questão, no caso, setor agrícola. Além do mais, no Inventário de GEE as demais emissões foram consideradas apenas como emissões diretas conforme o escopo desta pesquisa.

Segundo CETESB (2011), os demais GEE indiretos são “(...) geram influência nas reações químicas que ocorrem na troposfera e exercem papel indireto no efeito radioativo”, sendo considerados os gases: monóxido de carbono (CO), óxido nítrico ou dióxido nitroso (NO_x) e compostos voláteis orgânicos (VOC), que não são contemplados nesta pesquisa, segundo justificado na seção 5.2.1.1. Portanto, estes gases não foram considerados na presente pesquisa.

1.3 Justificativa

De forma geral, este trabalho busca atender os objetivos da PEMC através da MIP. Para tanto, visa contribuir para esta política especialmente ao que concerne a criação de métodos de quantificações das emissões e elaboração de estimativas de emissões diretas e indiretas, definição e aplicação de indicadores e metas de desempenho ambiental nos setores produtivos da economia Paulista.

Para mais informações, esta seção está detalhada em: Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) e Contribuição da pesquisa.

1.3.1 Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC)

A Política Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo possui entre seus objetivos, apresentados na Seção IX: a conscientização através da difusão de métodos de quantificações de emissões, elaboração de inventários, criação de cenários e apresentação de ações de prevenção, assim como a criação e ampliação do alcance de instrumentos econômicos, financeiros e fiscais. Objetiva, também, definir e aplicar indicadores e metas de desempenho ambiental nos setores produtivos da economia Paulista.

Deste modo, este estudo visa gerar resultados para contribuir com as diretrizes da PEMC, descritos na Seção V, especialmente nos seguintes aspectos: promover práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões de GEE nos setores pertinentes que possam avaliar as repercussões das medidas propostas concomitantemente do ponto de vista das emissões de GEE e do consumo de energia; promoção de pesquisas e bancos de dados relativos ao sistema climático e as condicionantes econômicas regionais; difusão de informações científicas e socioeconômicas de estratégias para mitigar o aquecimento global.

Outro aspecto diz respeito a colaborar para a Avaliação Ambiental Estratégica, Seção VII da PEMC, que em consonância com este trabalho visa em especial:

Apresentar definições de metas de redução de GEE setoriais, medidas de prevenção aos impactos do aquecimento global, estratégias de redução de emissões, promoção de indicadores de sustentabilidade que contribuam para políticas e ações desta lei.

A Política Estadual de Mudanças Climáticas estabelece orientações à produção, comércio e consumo, descritas na seção X da PEMC. Esta pesquisa se relaciona com os seguintes aspectos: medidas de redução dos insumos que objetivem utilizar materiais menos impactantes e que gerem menos resíduos para diminuir as emissões de GEE. Destarte, visa ações como: medidas de gestão pós-consumo, uso de combustíveis mais limpos e energias renováveis, extração mineral e construção civil com melhor eficiência energética, agricultura e atividades extrativas com uso da bioenergia e melhoria da eficiência energética em prédios públicos. Todos estes aspectos serão avaliados de forma interligada por meio de uma representação das cadeias produtivas existentes no Estado de São Paulo.

Com relação à educação, capacitação e informação, descritas na seção XV, a PEMC descreve que deve haver informação ao consumidor sobre o impacto de emissões de GEE dos produtos e serviços, bem como realização de pesquisas sobre mitigação dos GEE. Além do mais, a PEMC tem por objetivo informar consumidores sobre os impactos de emissões dos produtos e serviços e estimular a criação de um mercado baseado no mecanismo e linhas de crédito especiais que poderiam configurar preços e taxas de emissões de GEE (SP, 2011). Desta forma a presente dissertação pode contribuir para a quantificação das emissões associadas com produtos e serviços na economia paulista.

Já a seção XVIII da Política Estadual de Mudanças Climáticas, referente às metas e prazos, informa que o Estado estabelecerá medidas mensuráveis e verificáveis através do uso de instrumentos, visando metas de eficiência setoriais com base no Inventário de GEE por setor que sirvam para padrões comparáveis.

Por fim, nas disposições finais na seção XIX, define-se que em especial: o Poder Executivo pode indicar até 2020 metas setoriais a cada cinco anos.

Assim, devido à crescente necessidade de encontrar métodos capazes de calcular de forma abrangente e precisa em conformidade com cada fonte emissora e dificuldade de análise das formas de gestão da redução das emissões setoriais e, também, a

avaliação das necessidades energéticas setoriais e modos de reduções do seu consumo dentro do sistema atual de produção, esta pesquisa visa contribuir para analisar a meta de mitigação das emissões de GEE e o incremento da eficiência energética.

1.3.2 Contribuição da pesquisa

Desta forma, o presente trabalho contribuiria para a execução de inventários de gases de efeito estufa empresariais com dados gerais da produção estadual de insumos, possibilitando uma estimativa das emissões de escopo 3, emissões indiretas, *upstream*¹, que considera a cadeia de fornecedores, ou através do método da execução da técnica IP estendida revisada e certificada, capaz de ser utilizada como uma ferramenta que oferece dados para inventários corporativos ou de um produto.

Segundo GVCES (2013), as fontes podem ser divididas segundo 3 escopos, indicados na figura 3.

Os Escopos 1 e 2 são contabilizados quando considerado o método de controle operacional para aplicação do inventário, sendo geralmente associados às emissões da empresa. E que aplicado no caso ao ESP, neste relatório, foram consideradas como diretas. As demais são consideradas como indiretas.

¹ Emissões *upstream* compreendem “emissões indiretas de GEE relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos” (PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL, 2013)

Figura 3 - Definição dos Escopos das Emissões

Fonte: Elaboração Própria a partir dos dados de GVCES (2013)

Contribuiria para orientar consumidores sobre o consumo de produtos energo e carbono intensivos de um dado setor econômico. Assim como visa apresentar as emissões indiretas ou consumo de energia indiretos que permitem o estudo das relações das compras de insumos entre os setores fornecedores de suprimentos para os setores produtores. Deste modo, auxiliará a difusão de informações científicas e socioeconômicas de estratégias para a mitigação do aquecimento global. E assim, possibilita apresentar as melhores opções encontradas através do método para a execução das metas da PEMC orientando os tomadores de decisão.

Além disso, pode auxiliar os setores com maior necessidade de redução de emissões e energia em identificá-las para o aprimoramento do seu modo de produção, capaz de orientar para novas pesquisas acadêmicas na área de eficiência energética e adaptação tecnológica e redução de emissões, uma vez que os resultados apresentam um *ranking* dos setores mais relevantes considerando as emissões indiretas embutidas no sistema de produção dos produtos e serviços de cada setor.

Já que Inventário de GEE não inclui as emissões indiretas, como discutido na seção 1.2, não abrangendo a produção setorial que consiste no consumo de insumos e demanda por serviços dos demais setores da economia, bem como, muitas vezes do

próprio setor, esta pesquisa visa abranger a cadeia produtiva e impactos incorporados nos processos de produção.

Deste modo, este estudo visa gerar resultados para contribuir com as diretrizes da Política Estadual de Mudanças Climáticas de São Paulo (PEMC, 2011), especialmente nos seguintes aspectos:

- Promover práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões de GEE nos setores pertinentes, do ponto de vista das emissões de GEE e do consumo de energia;
- Promoção de pesquisa e banco de dados relativo ao sistema climático e as condicionantes econômicas regionais;
- Difusão de informações científicas e socioeconômicas de estratégias para mitigar o aquecimento global;
- Definições de metas de redução de GEE setoriais;
- Com relação à educação, estudo pode prover dados para capacitações e descrição da informação para consumidor sobre o impacto de emissões de GEE dos produtos e serviços; e,
- Realização de pesquisa sobre mitigação das emissões de GEE.

Assim, este trabalho apresenta os demais capítulos: o capítulo 2 refere-se aos objetivos geral e específicos, o capítulo 3 refere à revisão bibliográfica que apresenta outros trabalhos que possuem metodologias próximas e temas na mesma de área de estudo, o capítulo 4, descreve o método utilizado, o capítulo 5, relata a associação de dados ambientais e econômicos, o capítulo 6, relata os resultados obtidos com a aplicação do modelo IP, o capítulo 7, expõe a discussão e a análise dos resultados, comparando-os resultados a outros autores, o capítulo 8, de conclusão, resume qual a melhor meta setorial segundo este estudo a ser aplicada para atingir os objetivos da PEMC, e, por fim, as referências bibliográficas utilizadas foram listadas.

2 OBJETIVOS

Esta pesquisa apresenta-se em objetivos gerais e específicos descritos nas respectivas seções 2.1 e 2.2. Esta seção também abrange a hipótese desta pesquisa.

2.1 Objetivo Geral

Análise das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) setorial segundo a matriz insumo-produto de SP. Assim, visa analisar as emissões diretas e o impacto das indiretas para a construção de metas setoriais da PEMC.

2.2 Objetivos Específicos

Uma vez que o objetivo deste trabalho é avaliar as metas de redução de emissões por setor e suas emissões indiretas incorporadas e, também, associar a redução de energia com a possibilidade de melhoria da eficiência energética. Este trabalho tem por objetivos específicos avaliar as emissões de GEE e a aplicação da meta de redução de emissões setoriais incluindo o efeito *upstream*, da cadeia produtiva. Através das etapas: análise das emissões de CO₂e segundo a cadeia produtiva de um setor e suas relações econômicas, dentre as emissões indiretas, para cada setor, identificar quais são os setores mais relevantes e, por fim, discussão dos resultados.

Desta forma, foram necessários os seguintes processos:

1. Construção de um Modelo Insumo-Produto Estendido para verificar os principais setores econômicos que geram maior quantidade de CO₂e e quais consomem mais energia, incluindo as emissões e consumo de energia diretos e indiretos de cada um deles.

2. Verificar os principais setores econômicos que emitem maior quantidade de CO₂e e quais consomem mais energia, incluindo as emissões diretas e indiretas de cada um deles.
3. Análise das emissões indiretas, que para cada setor, foram identificados os setores mais relevantes. Análise das emissões de CO₂e segundo a cadeia produtiva de um setor e suas relações econômicas.
4. Discussão dos resultados e breve discussão sobre medidas de mitigação que poderiam minimizar os impactos das emissões de GEE e do consumo de energia nos setores mais significativos capazes de orientar políticas públicas setoriais para a mitigação de gases de efeito estufa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O método IP com inclusão de GEE e energia tem sido desenvolvido por outros autores em diferentes modos. Esta seção visa avaliar os estudos desenvolvidos até o presente, relacionados ao tema e de maior relevância para esta pesquisa. Os trabalhos apresentam uso de tabelas IP associadas com emissões e/ou energia. A revisão bibliográfica pesquisada foi dividida pelas respectivas escalas: internacional, nacional e regional.

3.1 Aplicações Internacionais da MIP

As emissões de GEE foram avaliadas com a técnica de mudança temporal na produção de produtos e serviços na Inglaterra para atingir o acordo do Protocolo de Quioto (BAIOCCHI; MINX, 2010). Os autores exploram o modelo IP realizando uma *Structural Decomposition Analysis* (SDA) entre 2002 e 2004, através da realização considerando o mercado nacional e a produção internacional, objetivando reduzir as emissões de carbono da Inglaterra. Elas determinam o melhoramento da eficiência de energia e as mudanças na produção reduzindo 148 mega tonelada de CO₂.

Muitos estudos abordam o tema relativo à energia e emissões segundo a análise insumo-produto relacionando a análises nacionais e internacionais (MACHADO, et al. 2001; GUO, et al. 2010; MONGELLI, et al. 2006). Através de técnicas de análise de insumo-produto os estudos ponderam o consumo energético e as emissões de gases de efeito estufa e seus resultados no mercado internacional.

Machado et al. (2001) utilizam um modelo híbrido de insumo-produto de produtos energéticos e não energéticos para o Brasil revelam que os tomadores de decisões devem estar preocupados com os impactos que o mercado internacional, devendo considerar o consumo energético e emissões de carbono. Segundo o estudo realizado para a economia brasileira em 1995, mostram que a energia total incorporada

na cadeia de produção é igual a 831 penta-joules (PJ) e o carbono embutido equivale a 13,5 mega toneladas de carbono (Machado et al., 2001).

Os autores Grossman e Kruegue (1991) apud Guo et al. (2010) indicam que o mercado internacional afeta o meio ambiente conforme três principais componentes: escala, tecnologia e composição do mercado. E segundo Antweiler et al. (2001) apud Guo et al. (2010), sistemas econômicos com maior rigor legislativo ambiental podem ter redução da competitividade na produção de produtos intensivos em poluição.

Através do estudo realizado por Guo et al. (2010) foi desenvolvida uma comparação entre importações de produtos nos mercados Sino-EUA. E assim, foi compreendido que a China em 2005 reduziu suas emissões através da importação de produtos americanos, reduzindo as emissões globais enquanto os Estados Unidos reduziu suas emissões comprando do mercado chinês e, no entanto, aumentou as emissões do mercado internacional, uma vez que sua matriz energética depende de termelétricas à carvão.

Assim, este trabalho sugere que seria necessário realizar ajustes no mercado chinês e aprimorar as tecnologias e a eficiência energética do mercado americano para uma produção mais limpa, visando reduzir as emissões de dióxido de carbono (GUO, et al. 2010).

Guo et al. (2010) e Mongelli (2006) estudam o “carbon leakage” de nações em relação ao mercado internacional. O “carbon leakage” representa o carbono incorporado nos produtos importados de países não anexo-B do Protocolo de Quioto² e que não estão sendo considerados nas estimativas de GEE nacionais e que contribuem para o Aquecimento Global e são emitidos pelos países exportadores.

Segundo o estudo realizado para a Itália referente às emissões de CO₂ e energia e mercado nacional e internacional através do modelo insumo-produto por Mongelli (2006), o carbono incorporado na economia no ano 2000 mostram que 18% dos GEE

²Os países não anexo-B são aqueles que não participam do Protocolo de Quioto. Os países do anexo-B, que assinaram o Protocolo de Quioto, são 39 países comprometidos em reduzir suas emissões de 8% a 10% em relação ao ano base 1990 que representam economias em transição ou industrializadas. Entre eles estão: “Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Canadá, União Européia, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, EUA, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça, Ucrânia” (INSTITUTO CARBONO BRASIL, 2012)

foram originados de produtos importados. Isto mostra que há transferência de energia e carbono incorporado em produtos através do comércio com países em desenvolvimento e economias em transição.

3.2 Aplicações Nacionais da MIP

Seguindo esta linha, séries de SDA que combinam emissões de consumo de energia, CO₂ e outros poluentes e uso de recursos, a fim de analisar os impactos ambientais em função da economia e o fluxo de recursos físicos (HOEKSTRA; BERGH VAN DEN, 2002). Como por exemplo, foi realizada uma SDA desenvolvida com o modelo IP demonstrando que nos EUA as escolhas de energia estão intrinsecamente relacionadas com a mitigação das emissões de GEE (CASLER; ROSE, 1998).

Além do mais, segundo Alcantara et al. (2010) o estudo do consumo energético foi aplicado ao caso Espanhol pela avaliação híbrida de IP e explora as conveniências e as limitações do modelo IP.

Também, para a China o método IP com energia e GEE foi desenvolvido em diferentes pesquisas (LIU, L.-C. et al., 2011; LIANG, S.; ZHANG, T., 2011; CHEN, G. Q.; CHEN, Z. M., 2010; BENYONG et al., 2011; ZHOU; YANG, 2011; XIN; ZHONG-YING, 2008; LIANG, Q.-M. et al., 2007; FAN et al., 2007). Outra variação deste estudo foi realizada pela criação de um cenário de crescimento demográfico combinado com energia e emissões de CO₂: seus resultados provam que o crescimento demográfico afeta o uso de energia, o volume de emissões e as importações (LIANG, Q.-M. et al., 2007).

Um outro estudo chinês desenvolvido recentemente foi realizado apresentando a MIP com apenas o consumo de carvão, que é uma das principais fontes de energia do país, e relaciona com aspectos ambientais (LIANG, S. et al., 2011). Também, conforme Liu et al. (2010) foi explorado na China outro estudo que abrange a energia incorporada nos produtos exportados.

Já no Brasil, o modelo IP foi desenvolvido por Cohen et al. (2005), para estimar o consumo das famílias diretos e indiretos e apresenta resultados segundo as

disparidades de região e rendas. Também, alguns estudos desenvolvidos consideram as emissões indiretas ou avaliação da energia utilizando multiplicadores. De acordo com Lenzen e Schaeffer (2004), foi desenvolvida uma matriz de contabilidade social (SAM), baseada em multiplicadores por meio da técnica IP de avaliação. Os resultados da pesquisa indicam as relações entre eles considerando também o consumo das famílias, multiplicadores tipo I e II³, para o Brasil, que inclui o emprego, a renda, as emissões e os dados de energia.

Outro uso de IP comum está relacionado às emissões de GEE e o consumo de energia. Na esfera internacional, por exemplo, esforços foram feitos para construir uma tabela econômica global de IP baseada no inventário de dados de GEE. Neste nível, foi desenvolvido pelo World Input-Output Database⁴ um banco de dados que integra dados socioeconômicos com ambientais.

Assim como considerando a esfera nacional, um modelo de IP Coreano foi desenvolvido avaliando durante 1990 e 2004 suas mudanças neste período segundo suas emissões de GEE e uso de energia estimados para cada setor (CHUNG et al., 2009). O modelo estima que 0,6 toneladas de petróleo equivalente é consumida de energia e 1,5 toneladas de CO₂e por milhão won Coreano, considerando a média de todos os setores. Em comparação, as intensidades diretas do uso de energia e CO₂e são respectivamente 0,2 toneladas de tep e 0,3 toneladas de CO₂e por won Coreano. Por fim, os autores concluíram que as políticas ambientais aplicadas não foram efetivas na redução de emissões (CHUNG et al., 2009).

No Japão, segundo o autor Nansai et al. (2003) o modelo IP foi aplicado combinando emissões de CO₂, energia e outras emissões atmosféricas e reportaram estes indicadores ambientais por unidade de demanda final de sua economia.

De acordo com Lenzen e Dey (2002) o modelo IP foi aplicado para a Austrália considerando emissões de GEE, energia, dados sociais e aspectos tecnológicos para apresentar em comparação com uma unidade de consumo final. Os resultados demonstram que a através da busca da redução do consumo de energia e emissões de

³O multiplicador tipo I não considera o consumo das famílias, enquanto o multiplicador tipo II visa endogenizar as famílias.

⁴World Input-Output Database. Disponível em: <<http://www.wiod.org/>>. Acesso em: 29 set 2012

GEE incorporadas podem afetar a importação, reduzindo-a, e aumentando emprego e a renda do país.

Já na Espanha, a técnica também foi aplicada para avaliar os efeitos dos impostos de carbono do consumo de combustíveis fósseis. Uma análise SDA foi aplicada para avaliar as consequências de impostos de carbono hipotéticos calculando as intensidades de CO₂ da demanda dos consumidores, diretas, indiretas e totais. Foi, também, calculado a intensidade das indústrias. Os resultados ressaltam as maiores intensidades de emissões indiretas, que correspondem a 50% aproximadamente das emissões totais (LABANDEIRA; LABEAGA, 2002).

Além disso, os resultados mostram que os setores com maiores intensidades de energia são eletricidade, gás, carvão e transporte. Também, este estudo sugere mudanças que promovam alterações no comportamento dos consumidores, ao invés de responsabilizar apenas as emissões. Os impostos são parte da estratégia para atingir a política de redução de emissões. Por fim, conclui-se que as taxas de carbono apresentaram boa capacidade de implementação, apresentando alta viabilidade, se os principais setores recebessem algum tipo de compensação (LABANDEIRA; LABEAGA, 2002).

Outro trabalho, realizado para a Dinamarca, utiliza a MIP para calcular os impostos sobre as emissões de CO₂ relacionadas à intensidade energética e considera, também, o consumo das famílias. Os resultados estão relacionados a diferentes níveis de renda. Famílias de alta renda pagam mais impostos devido às atividades de lazer, comunicação, transporte privado, e viagens, enquanto que as famílias de baixa renda pagam mais impostos devido à alimentação e transporte público, enquanto que para as famílias rurais os impostos estão relacionados especialmente aos setores de aquecimento, eletricidade e transportes. Assim, nos resultados deste estudo revela-se que os impostos sobre emissões possuem um efeito distributivo regressivo indesejável.

No Canadá, segundo LIXON et al., (2008), foram criados cenários para analisar as emissões de GEE; também foram combinadas à MIP afim de aplicara meta estabelecida no Protocolo de Kyoto com base nas restrições da produção dos cenários. Este estudo apresentou uma abordagem IP para a criação de três cenários para atingir a meta do Protocolo de Kyoto aplicada para o Canadá.

Os cenários consistiram nas emissões diretas para alocar a redução na produção industrial, e os outros dois utilizam coeficientes diretos somados aos indiretos. O primeiro é baseado em coeficientes de emissões diretas e os outros são fundamentados em coeficientes diretos mais indiretos, sendo analisados de acordo com a redução da produção industrial, PIB e emprego(LIXON et al., 2008).

3.3 Aplicação Regional da MIP

No Estado do Oregon, Estados Unidos da América, foi realizado um estudo da MIP elaborado com base no inventário de consumo que analisou a importância das importações sobre as suas respectivas emissões. Os resultados apresentam as principais categorias de consumo: primeiramente, veículos pessoais apresentando 18,9 mega toneladas métricas CO₂e, em segundo lugar aparelhos segundo com 11,7 mega toneladas métricas CO₂e , e em terceiro alimentos e bebidas com 9,1 mega toneladas métricas CO₂e. Juntas, estas três categorias de consumo estão associadas a 50% de todo o consumo do Estado de Oregon (ERICKSON et al., 2012).

“Comparado à eletricidade e combustíveis, estratégias para a redução de emissões associadas como consumo de materiais não tem sido muito bem avaliados, e a relativa importância de materiais não é comumente contada para a informação pública a respeito das mudanças climáticas. Este campo deveria ser mais desenvolvido, podendo ser um elemento importante e em trabalhos futuros de redução de emissões”(ERICKSON et al., pg.D, 2012, tradução nossa).

Por fim, os resultados desta pesquisa sugerem que políticas e programas deveriam estar relacionados à educação pública, ações empresariais e compras do governo. Também os resultados indicam ser relevantes para os esforços do governo para a sustentabilidade em suas transações através da colaboração para as agências públicas definirem prioridades para categorias de produtos e serviços. Além de contribuírem com informações adicionais para a Pegada de Carbono empresariais e priorização de ações internas (ERICKSON et al., 2012).

Também, segundo ERICKSON et al. (2012), contribuiria para estudos de avaliação do ciclo de vida e estudos de relações de valores econômicos e emissões.

A técnica de IP pode ser associada com outras técnicas ambientais. As tabelas de IP podem ser utilizadas para determinar os impactos ambientais da avaliação do ciclo de vida através do modelo *life-cycle assessment Input-output* (LCA-IO), sendo útil para capturar os impactos em muitas ordens em uma cadeia de produção, que no contexto de avaliação do ciclo de vida os autores articulam de diferentes métodos. Neste sentido, foram desenvolvidos estudos completos para associar as emissões de CO₂ e uso de energia por Tukker & Jansen (2006).

Os trabalhos, em sua maioria, demonstraram os resultados mais relevantes da técnica IP relacionado a um ou mais indicadores ambientais. Eles podem estar associados à avaliação de políticas públicas, inserção de impostos de carbono e redução de emissões e / ou consumo de energia, podendo basear-se em diferentes estratégias de metodologia ou análise. Também podem incluir ou basear-se nos efeitos do consumo das famílias, outros podem versar sobre os efeitos de impostos de energia, outros podem comparar tabelas IO ao longo do tempo. No entanto, não há dados referentes ao Estado de São Paulo relacionado à meta da PEMC e dados atuais sobre o tema, o que reforça a originalidade da presente dissertação.

4 MÉTODOS

Para atingir os objetivos da pesquisa foi necessária a construção de três simulações, baseados em indicadores ambientais. De forma geral, eles buscam analisar os geradores, o efeito direto e indireto e as emissões de GEE, em última análise.

Por fim, todas as simulações ambientais serão comparadas a uma breve análise da relação dos setores com a análise econômica da MIP.

Assim, o Capítulo 4 de métodos está apresentado da seguinte forma: compreende a seção 4.1 que apresenta o desencadeamento metodológico que discorre sobre o modo como foi realizada esta pesquisa; a seção 4.2 que delineia a construção das três simulações, baseados nas três possibilidades avaliações para a construção de metas setoriais de redução de emissões conforme a redução apresentada na PEMC; já a seção 4.3 apresenta a associação de dados para o cálculo dos resultados das simulações. Por fim, a seção 4.4 descreve o método analítico da MIP e os indicadores ambientais. Esta seção apresenta a MIP para a avaliação das simulações de emissões diretas e indiretas.

4.1 Desencadeamento metodológico

De forma geral, para o desenvolvimento do presente trabalho serão realizadas as seguintes etapas:

1. Interpretação da PEMC, obtenção da MIP e dos dados oficiais;
2. Criação das simulações de análise;
3. Associação de dados ambientais para o modelo, relativos ao consumo de energia, emissões de GEE com os setores da MIP;
4. Cálculo da Matriz de Leontief através da Matriz Insumo-produto;
5. Cálculo dos Coeficientes dos indicadores ambientais;
6. Cálculo dos Multiplicadores dos indicadores ambientais;
7. Cálculo dos Geradores dos indicadores ambientais;

8. Análise dos resultados face às diretrizes da PEMC; e
9. Discussão e Conclusão.

A seqüência lógica desenvolvida para alcançar os objetivos do trabalho pode ser dividida em três etapas principais (figura 4). A primeira delas compreende a coleta de dados e o levantamento do *estado-da-arte* de análises ambientais por meio de MIP. Para tanto, foi realizada a revisão bibliográfica sobre o tema, que contribuiu para a caracterização do problema e a formulação da pergunta de pesquisa. A próxima etapa foi a obtenção de dados nos órgãos oficiais e da fonte original da MIP, a seguir foi realizada a análise que contempla a construção de simulações, a associação de dados e o cálculo dos geradores e multiplicadores dos Indicadores Ambientais; e, por fim, a interpretação e discussão dos resultados, através do estudo dos mesmos e a conclusão.

Figura 4 - Quadro geral das três principais etapas dos métodos
 Fonte: Elaboração Própria (2012)

4.2 Simulações

A construção de simulações é necessária para possibilitar a análise das emissões diretas e o impacto das indiretas para a construção de metas setoriais da PEMC. As simulações são imprescindíveis para avaliação de metas a serem criadas e avaliação da importância de cada setor.

Assim, na Simulação 1 é analisada a importância dos efeitos direto, indireto e total e os setores mais relevantes, considerando destarte as emissões pela demanda final de cada setor e comparando com a mesma análise aplicada à energia, a fim de avaliar o alcance de uma política baseada na redução das emissões pela eficiência energética. Esta a simulação também indica os principais setores em relação às emissões totais.

Na Simulação 2 foram consideradas apenas as emissões relativas à energia para atingir a redução de 20% das emissões proposta na PEMC e considerando, igualmente a Simulação 1, seu valor produtivo para determinar as emissões por unidade de demanda final. Esta análise avalia os efeitos de uma política de redução de emissões baseada unicamente na eficiência energética e seu impacto na produção.

Por fim, a Simulação 3 visa analisar as emissões diretas e indiretas correspondentes à demanda final total de cada setor para o ano de 2004. Para calcular as emissões indiretas utiliza-se o produto do total das emissões diretas de cada setor e o seu multiplicador e subtrai-se do resultado o total das emissões diretas. Também busca-se definir os setores mais relevantes sob este ponto de vista tanto com relação às emissões diretas e indiretas.

A fim de atingir a meta do Protocolo de Quioto foram desenvolvidos cenários para uma importante decisão política ser tomada na alocação das metas de reduções de GEE nos setores industriais. Eles foram elaborados levando em consideração diferentes distribuições ou metas de redução da produção industrial (LIXON et al., 2008). Do mesmo modo, para esta pesquisa, foram também delimitadas três principais simulações a fim de atender os objetivos da pesquisa, apresentados nas seções: 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3.

4.2.1 Simulação 1 – Análise baseada nos efeitos da redução das emissões e do consumo de energia

A Simulação 1 é baseado na avaliação dos geradores de emissões de GEE comparados com os de consumo energético e a aplicação de 20% da redução das emissões diretas em todos os setores da economia.

Os geradores representam o quanto foi gerado direta e indiretamente de um indicador ambiental por unidade de demanda final.

O apêndice A apresenta todos os setores da economia com seus respectivos valores de produção total, demanda final e os coeficientes diretos resultantes da associação de dados das emissões e consumo de energia, que abrangem as emissões de energia e das demais fontes, contabilizadas nesta simulação. O apêndice A também apresenta dados das emissões provenientes apenas da produção e uso de energia, que são utilizados na Simulação 2.

Desta forma, na construção da Simulação 1, foram utilizados os geradores e os coeficientes diretos e indiretos de emissões e uso de energia. Na sua análise, foram comparados os mesmos para que fossem analisadas as emissões e sua relação com um possível aumento da eficiência energética.

4.2.2 Simulação 2 – Análise referente a redução das emissões relacionadas à energia

A segunda simulação foi construída com base na redução das emissões relativas apenas à energia para atingir a redução de 20% das emissões proposta na PEMC.

Assim, foi necessária a criação de uma meta de redução de emissões relativas à energia que fosse atingida pela eficiência energética e equivalesse ao mesmo volume total das emissões reduzidas de acordo com a meta da PEMC. Por fim, foram apresentados os valores máximos a serem utilizados no setor como opção para atingir a meta ou a quantia de emissões necessárias a serem reduzidas por setor.

Os dados de emissões de GEE relativos à energia provêm da queima de combustíveis fósseis somadas às emissões de “Refino e Transporte de Petróleo e Derivados” e, também, incluem as “Fugitivas do Subsetor de Distribuição de Eletricidade”, neste caso, foram consideradas apenas as emissões fugitivas do gás SF₆ referentes à eletricidade. Os dados de emissões de GEE também estão relatados no apêndice A.

Para a Simulação 2, utilizamos os geradores e os coeficientes diretos e indiretos de emissões relacionadas à energia, assim como, o cálculo de proporção com a meta de redução indicada pela PEMC.

Na elaboração da Simulação 2 foi necessário estabelecer uma meta que atingisse a meta estadual de redução das emissões de GEE de 20% com base no *baseline* determinado. Em outras palavras, a meta de proporção representa a massa necessária para se reduzir emissões somente provenientes de energia que iguale à mesma massa de GEE conforme a PEMC, 20%. Desta forma, foi definida a seguinte equação para esta meta, $Meta_{cenario2}$, descrita na equação 1.

$$Meta_{simulação2} = \frac{\sum Emissões_j * Meta_{PEMC}}{\sum Emissões\ de\ Energia_j} \quad (1)$$

$Meta_{simulação2}$: Meta geral da Simulação 2 a ser alcançada (%);

$Emissões_j$: Emissões diretas do setor j (GgCO₂e);

$Emissões\ de\ Energia_j$: Emissões diretas relativas à apenas energia do setor j (GgCO₂e); e

$Meta_{PEMC}$: Meta da PEMC de reduzir emissões (20%).

4.2.3 Simulação 3 – Análise redução das emissões diretas e indiretas

A terceira simulação compara a importância dos setores em relação à sua importância quanto às emissões diretas e indiretas, em giga gramas de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e).

No caso das emissões diretas busca-se identificar os setores mais relevantes em relação à sua contribuição para o total das emissões diretas. O total das emissões diretas corresponde ao total do Inventário utilizado na associação de dados baseada no Inventário oficial de GEE do ESP. Buscamos identificar os setores com maior emissão, que somados são responsáveis por mais de 70% do total das emissões. Analisam-se os setores emissores mais relevantes que poderiam ser prioritariamente considerados em uma política de redução de emissões de GEE.

Nesta simulação também são identificados os setores mais relevantes em termos das suas emissões indiretas. No caso das emissões indiretas também determinamos o total das emissões pelo produto do multiplicador vezes sua respectiva emissão direta, descritos na equação 10. Além disso, identificamos os setores que mais emitem e que somados são responsáveis por 70% deste valor.

Em outras palavras, retira-se a relação com a participação total que esta relacionada ao valor econômico do setor.

Utilizamos os multiplicadores de indicadores ambientais para calcular as emissões indiretas.

4.3 Associação de dados

A associação de dados considera a inclusão de dados de indicadores ambientais como emissões de GEE e consumo de energia para alcançar as metas setoriais da PEMC e obter resultados das análises desenvolvidas.

Para a realização do modelo foi necessária a MIP desenvolvida por Guilhoto (2011), o Primeiro Inventário de Gases de Efeito Estufa (2011), publicado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e o Balanço de Energia do Estado de São Paulo (2010), publicado pela Secretaria de Saneamento e Energia, com todos os dados baseados no ano de 2004.

O presente estudo foi realizado para o ano de 2004, devido à MIP mais atualizada ter sido elaborada para este ano que é o que mais se aproxima do ano base descrito na PEMC.

4.4 Dados da Matriz Insumo-produto (MIP)

Esta seção visa apresentar a forma como foram executadas as estimativas da análise da MIP e dos indicadores ambientais.

A MIP desenvolvida por Guilhoto (2011), baseada no quadro econômico do ano de 2004, agrega dados de consumo energético e de emissões de gases de efeito estufa. Esta associação está fundamentada em informações de emissões de GEE dos setores apresentados no Inventário de Gases do Efeito Estufa do Estado de São Paulo realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) e dados de consumo energético por setor segundo o Balanço Energético do Estado de São Paulo (BEESP, 2010).

4.4.1 Análise da Matriz Insumo-produto

A equação 2 apresenta o cálculo da produção total e que a mesma resulta da soma da demanda intermediária com a demanda final. A matriz A diz respeito aos coeficientes técnicos diretos que representam os insumos requeridos para a produção de determinado setor dado uma tecnologia média constante. Assim a equação 1 possui a utilidade assim descrita “(...) a análise Insumo-produto decompõe a demanda final de uma economia em demanda final e intermediária (...)” (LABANDEIRA; LABEAGA, 2002, p. 601, tradução nossa).

$$x = Ax + y \quad (2)$$

x : Produção total (R\$);

A : Matriz de coeficientes técnicos diretos;

Ax : Demanda intermediária; e

y : Demanda final (R\$).

Segundo Miller e Blair (2009), os coeficientes técnicos de produção para a realização da matriz inversa de Leontief são obtidos através da equação 3:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \quad (3)$$

a_{ij} : Coeficientes técnicos de produção do setor i para o setor j ;

z_{ij} : Cada elemento do fluxo monetário do setor i para o setor j (R\$); e

X_j : A produção total do setor j (R\$).

Para a transformação da matriz insumo-produto foi utilizada a matriz inversa de Leontief apresentada por diversos autores (LEONTIEF, 1970; MILLER; BLAIR, 1985).

Considerando que preços básicos são mais adequados devido às diferenças de valores acrescidos aos insumos e produtos referentes à margem de comércio, impostos indiretos líquidos, margem de transporte e importações, no presente trabalho os dados serão utilizados a preços básicos que se referem às compras e vendas de cada setor evitando outras dispersões e diminuindo margens de erro de valores acrescidos durante transações referentes ao fluxo de compras e vendas.

A matriz inversa de Leontief é obtida através da matriz de coeficientes, como explicitado na equação 4 (MILLER; BLAIR, 2009).

$$L = (I - A)^{-1} \quad (4)$$

L : Matriz inversa de Leontief;

I : Matriz identidade; e

A : Matriz de coeficientes técnicos diretos.

Assim, através da matriz inversa de Leontief pode-se obter a demanda direta que provém da demanda final e a indireta que provém dos insumos requeridos pela demanda intermediária (LABANDEIRA; LABEAGA, 2002).

$$x = (I - A)^{-1} y \quad (5)$$

Cada elemento da matriz inversa de Leontief, l_{ij} , representa coeficientes diretos e indiretos, indicando a quantidade total da produção que é necessária do setor i para atender uma unidade de demanda final do setor j (IMORI et al., 2011).

De forma geral, a análise das variáveis de emissões de GEE e do consumo energético será abordada através dos multiplicadores e geradores de um indicador ambiental, descritos na seção 4.4.2.

4.4.2 Análise dos Indicadores Ambientais

A agregação de dados de indicadores ambientais emissões de GEE e uso de energia, foi realizada para o cálculo das emissões e do consumo energético para a estimação de metas que estejam de acordo com os objetivos da PEMC. Esta seção mostra como foram agregados valores na matriz e obtidos os valores indiretos que propiciaram os resultados das simulações para obtenção da análise de metas setoriais da PEMC.

Foram utilizados multiplicadores e geradores abordados por Miller e Blair (2009). Estes, geralmente, são utilizados para estudar os impactos de mudanças exógenas na demanda final como emissões de GEE e gasto energético dos setores da economia.

Os indicadores ambientais são representados pelas emissões de GEE ou consumo de energia de cada setor j , v_j , descrita na matriz de coeficientes diretos, V_j .

Com os valores totais de cada setor das emissões e consumo energético é possível calcular o quanto é gerado diretamente e indiretamente em uma economia. Para tanto, é necessário calcular o coeficiente direto (IMORI et al., 2011)

Estes valores são transformados em coeficiente direto, v_j , segundo a equação 6. Ele representa o valor o total das emissões de CO₂e ou consumo energético do setor j em relação a produção do setor j (GUILHOTO, 2009).

$$v_j = \frac{V_j}{X_j} \quad (6)$$

v_j : Cada elemento do coeficiente direto do setor j ;

V_j : Matriz de coeficientes diretos; e

X_j : Produção total do setor j .

Assim, com estes valores foi possível calcular os geradores que resultam da multiplicação da matriz inversa de Leontief com seu respectivo coeficiente direto de cada indicador ambiental em questão, emissões de GEE e consumo energético, indicado na equação 7.

$$G_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} v_j \quad i=1,2,3,4...55 \quad (7)$$

G_j : Gerador do setor j ;

l_{ij} : Cada elemento da matriz de Leontief do setor j ; e

v_j : Coeficiente direto de cada indicador ambiental, emissões e energia.

O gerador de um indicador ambiental do setor j mostra a soma do impacto direto e indireto de um indicador ambiental para uma unidade de demanda final do setor j (IMORI et al, 2011). Em outras palavras, segundo Guilhoto (2009), ele indica a quantidade gerada direta e indiretamente, expressa por um indicador ambiental, que corresponde a uma unidade de demanda final ou consumo. Para os resultados desta dissertação a unidade de demanda final corresponde a 1 milhão de reais.

Já o Multiplicador de um indicador ambiental foi calculado a partir da equação 8, apresentado por Guilhoto (2009).

$$M_j = \frac{G_j}{v_j} \quad (8)$$

M_j : Matriz de multiplicadores do setor j ;

G_j : Matriz de geradores; e

v_j : Coeficiente direto de emissões de GEE ou consumo energético relativos a um setor.

O Multiplicador representa o quanto é gerado de emissões totais, diretas e indiretas, em relação às emissões diretas por setor, Guilhoto (2009). Desta forma, ele representa a relação entre as emissões totais (gerador) e as emissões diretas, que são

quantificadas nos inventários corporativos do escopo 1 e 2. A mesma lógica pode ser aplicada ao consumo de energia.

Através dos multiplicadores, é possível calcular as emissões diretas e indiretas, especificamente na Simulação 3, em que é multiplicada as emissões diretas pelo multiplicador e obtido o valor das emissões indiretas de cada setor.

Para realizar o cálculo do efeito indireto de cada indicador de cada setor j , t_j , foi necessária a equação 9. Esta equação foi aplicada para alcançar os objetivos das Simulações 1 e 2.

$$t_j = g_j - v_j \quad (9)$$

t_j : Efeito indireto do setor j ;

g_j : Geradores do setor j ; e

v_j : Coeficiente direto do setor j .

Através dos multiplicadores e do efeito indireto é possível calcular as emissões ou a energia indiretas para cada unidade de demanda final.

As emissões indiretas de cada setor serão iguais ao multiplicador vezes o o valor do indicador ambiental, V_j . Assim sendo, a equação 10 não inclui valor econômico e foi realizada para atingir a Simulação 3.

$$i_j = m_j * V_j \quad (10)$$

i_j : Emissões indiretas cada elemento do setor j (GgCO₂e); e

m_j : Multiplicadores de emissões de cada setor j .

4.4.2.1 Método de participação setorial para associação de dados de indicadores ambientais

De forma geral, os números de setores considerados na MIP, no balanço energético e no inventário de GEE diferem. Para a associação de dados dos setores da MIP foi necessário determinar a participação setorial para aqueles que correspondem a

mais de um setor. A participação setorial, PS_i , é calculada utilizando a equação 11, que é utilizada para avaliar a proporção de cada tipo de indicador ambiental.

$$PS_i = \frac{X_i}{\sum X_{total}} \quad (11)$$

PS_i : Participação setorial do setor i (%);

X_i : Produção total do setor i (R\$); e

X_{total} : Produção total dos setores n (R\$).

5. ASSOCIAÇÃO DE DADOS

Esta seção consiste em apresentar a associação de dados da MIP, do Inventário de GEE e do BEESP.

De modo geral, o resultado da associação de dados segundo descrito nesta seção encontra-se apresentado no apêndice B, relativo aos resultados da associação de dados dos indicadores ambientais com a MIP.

Desta forma, levando em consideração a MIP e seus 110 produtos, foram associados os setores e subsetores do Inventário e BEESP. A associação também encontra-se indicada no apêndice B detalhada conforme o Inventário de GEE e BEESP.

5.1 Dados da Matriz Insumo-produto

Para o desenvolvimento deste estudo, a base de dados referente à MIP do Estado de São Paulo, ano base 2004, $n \times n$, 55 por 55 setores, (informação pessoal)⁵ elaborada por Guilhoto (2011), estimada de acordo com a metodologia apresentada por Guilhoto et al. (2010) descrita no estudo “Matriz de Insumo-produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil”.

De forma geral, a metodologia consiste em calcular as matrizes de Produção e de Usos através das fontes de dados primárias e secundárias e aplicar o Método Biproporcional de Ajuste (RAS) apresentado por Miller e Blair, (2009) e do Quociente Locacional (GUILHOTO, et al., 2010) para correções de erros e estimação de fluxos regionais.

⁵GUILHOTO, J. J. M. **MP 55x110 SP & RBR.xls, MIP 55x55 SPRBR 2004.xls, MIP 110x55 SPRBR 2004.xls**. Mensagem recebida por mila@usp.br em 9 jun.2011.

Figura 5 - Etapas para a elaboração da MIP

Fonte: Elaboração Própria (2012) a partir de dados de Guilhoto et al. (2010)

A figura 5 apresenta as etapas de elaboração da MIP segundo Guilhoto et al. (2010). Sendo assim, foi desenvolvida a matriz de usos em que foram estimados valores das pessoas ocupadas pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Assim, para obtenção dos valores das remunerações foram necessários dados do PNAD e da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF). Já a demanda final e os impostos foram obtidos através da produção total com as matrizes de produção dos Estados.

Matrizes construídas a partir dos métodos do Quociente Locacional e Método Biproporcional de Ajuste (RAS) utilizam dados das Contas Nacionais e das Contas Regionais segundo metodologia de construção das MIPs baseadas no estudo “Matriz de Insumo-produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil” (2010).

O resultado das MIPs estaduais encontra-se disponível em NEREUS (2012) com dados para o Estado de São Paulo no ano de 2004; as MIPs encontram-se agregadas em 20x20 setores. Atualmente, este é o único dado mais recente disponibilizado ao público.

Já para a associação de dados foi necessária a MIP de 55 setores que possui os mesmos setores que a MIP Brasileira e a análise para a associação considerou os 110

produtos para identificar os setores correspondentes do inventário de emissões e do balanço energético, segundo o IBGE (2011). O anexo A expõe a Matriz Insumo-produto com 55 setores e 110 produtos de referência discriminados para aprimorar a associação de dados; os códigos dos setores da MIP do Estado estão baseados na MIP Brasileira e seus produtos.

A partir dos resultados da MIP são calculados os indicadores ambientais indiretos que serão necessários para estimar o valor total, que inclua os bens e serviços da cadeia produtiva, e assim possibilitem atingir os objetivos desta pesquisa.

Para exemplificar a MIP construída, temos a adaptação da MIP do Estado de São Paulo, tabela 1. Esta tabela apresenta o fluxo monetário, Z, em unidade de 1 milhão de reais. Trata-se de uma matriz 7x7 na qual as colunas descrevem a quantia necessária de insumos apresentadas nos setores linha para a produção de seus produtos. Seu cálculo será apresentado nas demais seções.

Tabela 1- Adaptação da MIP do Estado de São Paulo setor x setor em milhões de reais (R\$ 1mi)

Sector x Sector	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Petróleo e gás natural	Minério de ferro	Outros da indústria extrativa	Alimentos e Bebidas	Produtos do fumo	Têxteis
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	368	486	0	0	0	3.606	65	6
Pecuária e pesca	34	403	0	0	0	541	0	0
Petróleo e gás natural	1	2	0	0	0	13	0	0
Minério de ferro	0	0	0	45	0	0	0	0
Outros da indústria extrativa	7	35	0	9	36	2	0	0
Alimentos e Bebidas	197	1.291	0	0	1	7.354	0	2
Produtos do fumo	0	0	0	0	0	0	4	0
Têxteis	39	18	0	0	24	28	6	2.808

Fonte: Adaptação de Guilhoto (2011)

A MIP descreve a distribuição de produtos de uma dada indústria pela economia. O modelo de Insumo-produto de Leontief é construído através da coleta de dados

durante um período, geralmente um ano, de uma dada região, podendo ser utilizada em escalas: internacionais, nacionais, regionais e locais. A MIP tem sido utilizada para realização de análises relativas a empregos, estudos econômicos, contabilização social, indicadores ambientais, entre outros.

O número de setores, que define a dimensão da matriz pode variar de alguns para centenas. Um setor pode ser segregado em vários setores, como por exemplo, o setor manufatura. A tabela IP de transações representa a distribuição dos produtores em uma economia: os setores i , linha, como produtores e os setores j , coluna, como consumidores. Assim esta representada a Tabela 2 -.

Tabela 2 - Exemplo de tabela IP de transações

		PRODUTORES COMO CONSUMIDORES							DEMANDA FINAL				
		Agricultura	Mineração	Construção	Manufatura	Têxtil	Transporte	Serviços	Outras Indústrias	Gastos de Consumo de Compras	Produto Interno Bruto Privado	Compras do Governo de Produtos & Serviços	Exportações Líquidas de Produtos & Serviços
PRODUTORES	Agricultura												
	Mineração												
	Construção												
	Manufatura												
	Têxtil												
	Transporte												
	Serviços												
	Outras Indústrias												
VALOR ADICIONADO	Trabalhadores	Compensação dos trabalhadores							PRODUTO INTERNO BRUTO				
	Proprietários de Negócios e Capital	Tipo receita de lucro e capital de subsidios de consumo											
	Governo	Taxas de trabalho indiretas											

Fonte: Adaptação (MILLER; BLAIR, 2009, tradução nossa)

O fluxo inter-industrial encontra-se exemplificado na Tabela 3- . O fluxo monetário, representado por Z_{ij} , significa cada elemento do fluxo monetário do setor linha para o setor coluna; com n , número de setores. Cada elemento do fluxo monetário do setor i para o setor j . Assim, a tabela3, apresentada a MIP, também chamada de matriz do fluxo inter-setorial que são matrizes quadradas, $n \times n$.

Tabela 3- Tabela IP do fluxo inter industrial de produtos

		Setor de Compras				
		1 ...	j	...	n	
Setor de Vendas	1	z11	...	zij	...	z1n
	.	.		.		.
	.	.		.		.
	.	.		.		.
	i	zi1	...	zij	...	zin
	.	.		.		.
	.	.		.		.
	n	zn1	...	znj	...	znn

Fonte: Adaptação (MILLER; BLAIR, 2009, tradução nossa)

Segundo Guilhoto et al.(2010) a demanda final compreende o consumo das famílias, consumo da administração pública, formação bruta de capital fixo, variação de estoques e exportações. O consumo das famílias representa os bens e serviços destinados a atender a demanda da população da região. A Formação Bruta de Capital Fixo é o aumento do estoque de capital durante o ano analisado. A variação de estoque é relativa ao ajuste realizado nos estoques. As exportações compreendem todos os produtos gerados para consumo no exterior da região.

Nesta pesquisa, para a padronização do estudo, a demanda final foi apresentada na unidade de 1 milhão de reais (R\$ 1 mi).

5.2 Associação de dados de Indicadores Ambientais

Os resultados da associação são descritos no apêndice A. De forma geral, a associação seguiu os critérios: na opção de uso de dados mais desagregados em concordância com cada setor da Matriz Insumo-produto foram utilizados os dados específicos, não considerando os dados como soma total das emissões do setor, e, em caso de setores com correspondentes em ambas as bases de dados foram escolhidas a soma total do setor do inventário/balanco energético ou o setor mais agregado.

5.2.1 Associação de dados de Emissões de GEE

Esta etapa consiste na associação dos valores relativos às emissões do 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo conforme a MIP do Estado de São Paulo, todos considerando o ano base de 2004. O inventário apresenta séries históricas de 1990 até 2008.

Este estudo, de forma geral, inclui os GEE da queima de combustíveis, energia, emissões processuais e transporte.

5.2.1.1 Dados das emissões de GEE

O 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo apresentou os setores e subsetores segundo seus níveis de agregação e códigos correspondentes, expostos no apêndice C. Os valores do Inventário de emissões serão inseridos nos setores correspondentes e que abrangem os seus respectivos 110 produtos considerando o ano base de 2004.

Foram realizadas conversões para padronização de valores em giga gramas de dióxido de carbono equivalente (GgCO_2e).

De acordo com a prática internacional, os gases analisados foram dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), hidrofluorcarbono (HFC) e hexafluoreto de enxofre (SF_6), todos referentes a gases indicados no Protocolo de Quioto, segundo o seu Potencial de Aquecimento Global (PAG), não incluindo gases do Protocolo de Montreal que estão também especificados no 1º Inventário de Emissões Gases de Efeito Estufa. A tabela 4 apresenta os PAGs dos gases envolvidos nesta pesquisa.

O PAG é definido como um índice que representa o efeito combinado do tempo de permanência de cada GEE na atmosfera e sua efetividade relativa à do CO_2 em absorver a radiação infravermelha (UNFCCC, 2012). Portanto, o PAG é uma medida numérica e tem seu valor igual a 1 para o gás dióxido de carbono e os demais são comparados a este valor (Instituto Carbono Brasil, 2012).

Tabela 4 – Potencial de Aquecimento Global (PAG) utilizado na conversão de gases em CO₂e

GEE	PAG
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-143a	3.800
HCFC-22	1.810
SF ₆	23.900

Fonte: Adaptação de CETESB (2011)

Para as emissões que não foram convertidas no relatório do Inventário e sua forma básica de conversão IPCC *Methodology* (2000) apud CETESB (2011) foi utilizada a equação 12. O total de emissões são apresentadas em massa de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), que correspondem à massa emitida de um gás multiplicada pelo seu correspondente PAG. Em caso de mais de um tipo de gás as emissões totais serão a soma das emissões depois de convertidas em dióxido de carbono equivalente.

$$Emissões_{total} = \sum (Emissão_{gas_i} \times PAG_{gas_i}) \quad (12)$$

Emissões_{total}: Massa total de Emissões em CO₂e;

Emissões_{gasi}: Massa emitida de determinado tipo de gás, *i*; e

PAG: Potencial de Aquecimento global do gás *i*.

De forma geral, as emissões de CO₂ dos combustíveis de biomassa como lenha, carvão vegetal, álcool e bagaço não foram incluídas nessa estimativa. De acordo com o IPCC (1996, 2000a) apud CETESB (2011), essas emissões dos combustíveis de origem renovável não geram emissões líquidas e as emissões associadas à parcela não renovável são incluídas no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas.

5.2.1.1.1 Queima de Combustíveis Fósseis

De forma geral, a maior fonte de informação relativa a queima de combustíveis fósseis esta baseada em dados *bottom-up*: assim, sempre que possível foi preferido à aproximação da pesquisa *top-down* como será detalhado no setor de transportes.

O Setor Energético Amplo, que inclui Centrais Elétricas de Serviços Públicos corresponde a 707 GgCO₂, as Centrais Elétricas Auto Produtoras são responsáveis por 558 GgCO₂, Carvoarias não apresentaram um número significativo e Consumo do Setor Energético esta agregado em dois outros setores Centrais Elétricas de Serviço Público e Centrais Elétricas Auto-Produtoras⁶.

Entretanto, o Setor Industrial Alimentos e Bebidas liberou 1.854 GgCO₂, a emissão do setor de Cerâmica é igual a 1.138 GgCO₂, Cimento apresentou 955 GgCO₂, Ferro Gusa e Aço equivalem a 6.747 GgCO₂, Mineração e Pelotização corresponde a 173 GgCO₂, Outros Metais não-ferrosos são aproximadamente 1.752 GgCO₂, Papel e Celulose possui 1.342 GgCO₂, Química apresentou cerca de 2.643 GgCO₂ e Têxtil 433 GgCO₂.

Os dados referentes ao Setor de Transporte foram considerados separadamente devido às pesquisas específicas detalhadas no inventário, considerando dados primários e secundários para transporte rodoviário, hidroviário, ferroviário e aéreo, considerando a abordagem setorial apresentada com metodologias específicas. Tal abordagem difere da abordagem setorial, que apresenta dados relativos apenas à queima de combustíveis.

⁶ Os Autoprodutor de Energia Elétrica, segundo o artigo 2º do Decreto nº 2.003 (Presidência da República, 1996) representam: “a pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo”. Também, segundo o artigo 3º, é necessária a concessão de uso de bem público com a realização anterior da licitação e com a seguinte característica “o aproveitamento de potencial hidráulico de potência superior a 10.000 kW” (Presidência da República, 1996).

O Setor Comercial representa 720 GgCO₂, o Setor Público corresponde a 441 GgCO₂ e Agropecuário gerou 2.798 GgCO₂. O Setor Residencial não será considerado pois a MIP utilizada não considera o consumo das famílias.

Além disso, o Setor Consumo Não Energético foi definido conforme apresentado no Balanço Energético Nacional(2011), que significa a “quantia de energia contida em produtos utilizados por diferentes setores para propósitos não energéticos”. Por esta razão, devido à falta de dados de quais setores específicos inclui esta quantia ela não será considerada, uma vez que esta quantidade não pode ser estimada para cada setor correspondente à MIP.

Todos os dados utilizados da queima de combustíveis foram resumidos na tabela 5.

Tabela 5 -Emissões oriundas da queima de combustíveis fósseis setorial em 2004 no Estado de São Paulo

Setor	(GgCO₂)
Setor Energético Amplo	
Cent. Elétr. Serv. Público	707
Cent. Elétr. Auto Produtoras	558
Setor Industrial	
Alimentos e Bebidas	1.854
Cerâmica	1.138
Cimento	955
Ferro Gusa e Aço	6.747
Mineração e Pelotização	173
Não Ferr. Out. Metal	1.752
Papel e Celulose	1.342
Química	2.643
Têxtil	433
Setor Comercial	720
Setor Público	441
Setor Agropecuário	2.798

Fonte: Adaptação de CETESB (2011)

5.2.1.1.2 Refino e Transporte de Petróleo e Derivados

As emissões deste setor compreendem às oriundas da combustão no refino e as fugitivas devido ao transporte de petróleo e derivados, que correspondem a 7.526 GgCO₂e.

Segundo a CETESB (2011) estão incluídas as emissões de petróleo, gás natural e carvão mineral. E incluem fugas da distribuição e transporte de metano, petróleo e gás natural em dutos e navios e, também, de refino. Também incluem o CO₂ proveniente dos *flares*.

5.2.1.1.3 Setor de Transporte

É caracterizado pelas emissões devido ao consumo de combustíveis, que corresponde: ao Transporte Aéreo que é igual a 1.642 GgCO₂e, Transporte Rodoviário aproximadamente 22.199GgCO₂e, Transporte Ferroviário igual a 429 GgCO₂e e Transporte Hidroviário que contribui com 2.193 GgCO₂e, totalizando 27.183 GgCO₂e.

No uso dos dados do setor de transporte foram descontados os valores relativos às emissões de gasolina e gás natural por serem associados segundo, informação obtida por comunicação pessoal de CUNHA (2013)⁷. No transporte rodoviário, CETESB (2011), do inventário são relatadas as emissões combustíveis de veículos: automóvel, comercial leve, motocicleta, ônibus, caminhão e gás natural veicular (GNV). Assim, foram considerados apenas comercial leve, caminhão e ônibus para este estudo.

5.2.1.1.4 Setor Industrial

O setor industrial abrange os setores cimento, produção de cal e químico. O setor químico é subdividido em produção metalúrgica, produção de alimentos e bebidas, produção de vidro, produção de papel e celulose, fugitivas do sub-setor de distribuição de eletricidade, produção de espumas e refrigeradores de ar-condicionado.

⁷ CUNHA, Marcelo. Informação pessoal. Defesa da tese, em 23 de abril de 2013.

5.2.1.1.4.1 Cimento

Este setor apresentou 1.564 GgCO₂e devido às “emissões do processo de descarbonatação do calcário que ocorrem no forno de calcinação para a fabricação do clínquer” (CETESB, 2011). A seguir, as emissões de sua produção foram somadas à energia, ou seja, a queima de combustíveis fósseis, já apresentada anteriormente.

5.2.1.1.4.2 Produção de Cal

Este setor representa as emissões de descarbonatação do calcário, que são correspondentes a 877 GgCO₂e.

5.2.1.1.4.3 Química

Os valores das emissões de GEE da indústria química estão baseados na quantidade de mercadoria produzida. Assim sendo, elas são: Ácido Adípico corresponde a 5.979 GgCO₂e, Ácido Fosfórico a 28 GgCO₂e, Ácido Nítrico equivale a 725 GgCO₂e, Amônia é igual 251 GgCO₂, Dicloreto de Vinila é 60GgCO₂, Eteno aproximadamente 32 GgCO₂e, Negro de Fumo cerca de 450 GgCO₂e e Óxido de Eteno é de 46 GgCO₂e.

A indústria química apresenta os seguintes subsetores: produção metalúrgica, produção de vidro, produção de papel e celulose, fugitivas do subsetor de eletricidade, espumas e refrigeradores e ar-condicionado.

5.2.1.1.4.3.1 Produção Metalúrgica

As emissões mais significativas desta indústria são relativas a apenas aço e alumínio.

Na indústria de aço foi considerado o combustível fóssil e as emissões diretas de suas fontes próprias ou controladas pela empresa. De acordo com a CETESB (2011), 75% das emissões estão relacionadas à produção de ferro gusa, na qual ocorre a redução do ferro.

No entanto, durante a produção de alumínio foram gerados gases PFCs, que estão especificados como GEE no Protocolo de Quioto, logo eles foram contabilizados em dióxido de carbono equivalente.

Assim, este setor emite 9.573 GgCO₂e entre os únicos anos reportados de 2005 a 2008 no Inventário (2011). Deste modo, foi estimada a média das emissões totais deste setor neste período e ela adotada para 2004.

5.2.1.1.4.3.2 Produção de Vidro

“(…) O Processo produtivo dominante na indústria vidreira é o vidro plano. Além desse, existem outros três segmentos do produto: os vidros ocos (ou de embalagem), os vidros especiais e os domésticos” (CETESB, 2011).

As principais emissões estão baseadas na fusão de matérias-primas, que são basicamente carbonato de cálcio (CaCO₃), bi-carbonato de cálcio e magnésio (CaMg(CO₃)₂) e carbonato de sódio (Na₂CO₃). O total de emissões são 139 GgCO₂e.

5.2.1.1.4.3.3 Produção de Papel e Celulose

Basicamente, de acordo com a metodologia aplicada, as emissões de GEE são oriundas do uso de energia no processo de produção de papel e celulose.

5.2.1.1.4.3.4 Fugitivas do Subsetor de Distribuição de Eletricidade

As Fugitivas do Subsetor de Distribuição de Eletricidade são devido às emissões de gás SF₆ de equipamentos elétricos, como isolante e extintor em disjuntores, que emitiram 45,4 GgCO₂e em 2004.

5.2.1.1.4.3.5 Espumas

Não foram considerados devido à sua exclusão no Protocolo de Quioto.

5.2.1.1.4.3.6 Refrigeradores e Ar-Condicionado

Foram medidas apenas emissões de HFC-134a que corresponderam a 689 GgCO₂e os demais gases não participam do Protocolo de Quioto.

Por fim, os aerossóis não foram considerados, pois apenas incluem os gases CFCs.

Já a produção de alimentos e bebidas também não foi considerada, pois apresentaram apenas emissões de energia, na qual foram reveladas anteriormente na queima de combustíveis fósseis, seção 5.2.1.1.1. As demais emissões não foram ratificadas no Protocolo de Quioto, sendo igual a 0 GgCO₂e.

5.2.1.1.5 Setor Pecuária

As emissões do setor pecuária foram subdivididas em fermentação entérica e dejetos. A pecuária inclui animais bovinos, suínos, equinos, bubalinos, muares, caprinos e ovinos.

5.2.1.1.5.1 Fermentação Entérica

As emissões de GEE dependem do tipo de animal, do tipo e quantidade de comida, do nível de digestão e da intensidade da atividade física do animal e é função dos diferentes tipos de manejo (EMBRAPA apud CETESB, 2011). Foram emitidas em 2004 15.897 GgCO₂e.

5.2.1.1.5.2 Dejetos

É associado com o modo de coleta e armazenamento como ele é realizado até sua utilização em pastos e lavouras (CETESB, 2011). Assim, ele foi responsável pela geração de 1.057 GgCO₂e em 2004.

5.2.1.1.6 Setor Agrícola

As emissões do setor agrícola estão sub-divididas nas seguintes atividades: cultivo de arroz irrigado, queima de resíduos agrícolas, manejo de solos agrícolas e manejo de dejetos e, por fim, calagem. Com exceção da queima de resíduos, as outras fontes de emissão não possuem relação com o uso de combustíveis.

5.2.1.1.6.1 Cultivo de Arroz Irrigado

As emissões de GEE estão relacionadas à decomposição orgânica do carbono do cultivo irrigado. Grande parte do carbono mineralizado é emitido como CH_4 . As emissões totais correspondem a 46 GgCO_2e .

5.2.1.1.6.2 Queima de Resíduos Agrícolas

São basicamente a queima de resíduos antes do cultivo da cana-de-açúcar, que equivale a 2 GgCO_2e .

5.2.1.1.6.3 Solos Agrícolas e Manejo de Dejetos

Segundo CETESB (2011), ele inclui as emissões diretas e indiretas pelos solos agrícolas devido aos fertilizantes, fertilização com dejetos animais, com resíduos de cultivos, solos orgânicos e decomposição de dejetos animais em pastos. O valor inclui o óxido nitroso, que representa 11.071 GgCO_2e .

5.2.1.1.6.4 Calagem

As emissões estão relacionadas à aplicação de carbonato de cálcio no solo. Elas equivalem a 1.327 GgCO_2 .

5.2.1.1.7 Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos

De acordo com a CESTESB (2011), os resíduos sólidos de aterro são responsáveis por 63% das emissões de GEE deste setor, 23% das mesmas são efluentes domésticos e 14% destas emissões correspondem à participação dos efluentes industriais. As dez principais fontes industriais de carga orgânica são: a produção de álcool, açúcar, cerveja, leite, algodão, papel, águas residuais provenientes de criação de suínos, aves e gado.

O total de emissões deste setor correspondem a 8.885 GgCO₂e.

5.2.1.1.8 Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Florestas (UTMUTF)

O setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas é relatado no Inventário de GEE para o período de 2002 a 2005.

De forma geral, apenas foram considerados as emissões provenientes das atividades: pastagem plantada, área agrícola, área urbana e reservatório (área manejada) que realizando a média entre estes equivaleriam respectivamente menos de 1 GgCO₂e, 124 GgCO₂e, 277 GgCO₂e e 4 GgCO₂e, totalizando 405 GgCO₂e no setor UTMUTF em 2004. Assim, não foram considerados dados relativos ao estoque de carbono que equivaleriam a 12.930 GgCO₂e em três anos, que seriam contabilizados como emissões negativas.

Por fim, o resultado de dados do Inventário de GEE encontra-se resumido na tabela 6.

Tabela 6: Resumo das emissões de GEE setoriais descritas separadamente e relacionadas ao processo de manufatura, energia e transporte.

Setor	(GgCO ₂ e)
Setor Industrial	
Metalúrgica	9.573

Cimento	1.564
Química	
Ácido Adípico	5.979
Ácido Fosfórico	28
Ácido Nítrico	725
Amônia	251
Dicloroetano e Cloreto de Vinila	60
Eteno	32
Negro de Fumo	450
Óxido de Eteno	46
Vidro	139
Uso de Solventes e Outros Produtos	
Fugitivas do Subsetor de	
Distribuição de Eletricidade	45
Refrigeradores e Ar-	
Condicionado	689
Produção de Cal	877
Setor de Transporte	
Aéreo	1.642
Rodoviário	22.199
Ferroviário	429
Hidroviário	2.193
Setor de Pecuária	
Fermentação Entérica	15.897
Manejo de Dejetos	1.057
Setor Agrícola	
Cultivo de Arroz	46
Solos Agrícolas	11.071
Calagem	1.327
Queima de Resíduos Agrícolas	2
Refino e Transporte de Óleos e Derivados	7.526
Resíduos	8.885
UTMUTF	
Área Agrícola	125
Área Urbana	277
Reservatório (Área Manejada)	4

Fonte: Elaboração própria (2012) a partir de dados da CESTEB (2011)

5.3 Associação de dados do Consumo Energético

Para a associação foi utilizado dados setoriais do Balanço Energético do Estado de São Paulo 2010, ano base 2009. O BEESP apresenta dados de série histórica do ano 2000 a 2009. No presente estudo foram utilizados os dados com base no ano de 2004 apenas.

Os dados referentes ao consumo energético provêm do Capítulo 4 do BEESP divididos em setores e sub-setores segundo os setores do Balanço Energético Estadual, apresentado no apêndice D; seus valores serão inseridos nos setores correspondentes na MIP, segundo os 55 setores descritos no anexo A e que abrangem os respectivos 110 produtos.

A Classificação setorial de energia está baseada no Código de Atividades da Receita Federal (Portaria 907, de 28 de agosto de 1989, e na Portaria 962, de 29 de dezembro de 1987 – DOU de 31/12/87 – Seção I) (BEN, 2012). Os dados foram obtidos através da “Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE” (CNAE, 2012).

5.3.1 Dados do Consumo Energético

Os dados referentes ao consumo energético do Balanço Energético do Estado de São Paulo, BEESP (2010), abrangem a energia setorial por tipo, tanto primária como secundária. Para tanto, ambas foram descritas na unidade padrão tonelada equivalente de petróleo (tep). A tabela 7 mostra os setores cujos dados foram utilizados para o modelo MIP.

Tabela 7: Consumo de Energia por setor, no base 2004.

Código	Setores	Subsetores	10³ tep
1.	Comercial		1.797
2.	Público		932
3.	Agropecuário		1.123
4.	Transportes		9.111
	4.1	Rodoviário	6.628
	4.2	Ferrovário	180
	4.3	Aéreo	1.627
	4.4	Hidroviário	676
5.	Industrial		21.655
	5.1	Cimento	747
	5.2	Ferro Gusa e Aço	2.262

5.3	Ferro Ligas	64
5.4	Mineração e Pelotização	152
	Não Ferrosos / Outros da	
5.5	Metalurgia	1.033
5.6	Químico	1.611
5.7	Alimentos e bebida	9.472
5.8	Têxtil	438
5.9	Papel e Celulose	2.126
5.10	Cerâmico	762

Fonte: Adaptação BEESP (2010)

A classificação escolhida para o “Setor Energético” foi definida na escolha de dados desagregados para melhor associação de dados com a MIP, o mesmo houve com os demais setores, apresentados na tabela 7.

O setor de “Transportes” houve uma alteração devido ao seu sub-setor “Rodoviário” exclui a gasolina e o etanol em fontes móveis. Foram retirados 4.010.000 tep de gasolina e 1.835.000 tep de etanol total (anidrado e hidratado) que equivale à frota de veículos leve, estes combustíveis por serem considerados em sua maior parte como frota de veículos leves que, neste caso, estão relacionados ao consumo das famílias, informação obtida por informação pessoal CUNHA (2013)⁸. O Consumo das famílias conforme citado não foi abordado nesta pesquisa.

Do mesmo modo, “Setor Residencial” não foi considerado, pois a MIP não possui multiplicadores tipo II, que consideram a demanda das famílias.

Já o “Setor Energético” foi desagregado na tabela 8. O “Setor Energético” possui a subcategoria “Outros”, que não se encontra definida e com a falta de informação desagregada, este setor, não foi alocado a nenhum setor da MIP. Portanto, todos os dados utilizados no “Setor Energético Desagregado”, estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Setor Energético Desagregado

Setor de Energia	10³tep
Óleo Combustível	202
GLP	13
Gás de Refinaria	841
Gás de Coqueria	3
Eletricidade	225

⁸ CUNHA, Marcelo. Informação pessoal. Defesa da tese em 23 de abril de 2013.

Bagaço de Cana	743
Fonte: Adaptação BEESP (2010)	

O “Setor Outros Segmentos Desagregados”, que integra a tabela 9, possuía o subsetor “Outros” que não foi empregado na MIP devido à sua definição como outras fontes primárias e outros produtos de petróleo sem maiores subdivisões dificultado a associação de dados entre o Balanço Energético e a MIP e que portanto foi excluídos. Destarte, todos os dados utilizados no “Setor Outros Segmentos Desagregados”, estão apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Setor Outros Segmentos Desagregados

Setor de Energia	10³tep
Gás Natural	1.041
Lenha	11
Óleo Diesel	135
Óleo Combustível	21
GLP	96
Querosene	10
Gás Canalizado	0
Eletricidade	1.550

Fonte: Adaptação BEESP (2010)

6 RESULTADOS E ANÁLISE

Nesta pesquisa foram criados três simulações para avaliar possíveis formas de implementação da PEMC. Os resultados da dissertação estão apresentados nas seções denominadas Simulação 1, 2 e 3. Para a realização desta análise foram utilizados geradores, que apresentam a quantidade total de emissões (direta somada à indireta) e a energia consumida (direta somada à indireta) para atender a uma demanda final de R\$ 1 milhão (GgCO_2e ou 10^3 tep / R\$ 1 mi) e multiplicadores para calcular a razão entre as emissões totais (diretas somadas às indiretas) e as diretas. O *ranking* dos principais setores é composto pelos setores cujos valores somados representam 70% ou mais do total correspondente a cada variável ambiental em questão. Todos os resultados estão baseados na análise para o ano de 2004.

Portanto o produto das emissões diretas de uma empresa (inventário de GEE) pelo multiplicador do seu setor apresenta uma estimativa das emissões indiretas tal como previsto nos inventários corporativos que consideram o escopo 3.

De forma geral, ao analisar a demanda final, cujos valores encontram-se no apêndice A, obtida por meio da MIP, explicada na seção 5.2, nota-se que os setores que se destacam são: Serviços imobiliários e aluguel, Comércio, Administração pública e seguridade social e Intermediação financeira e seguros com participação aproximadamente de 8% cada na demanda final. A seguir, Construção e Alimentos e Bebidas apresentaram cada um em torno de 7% da demanda final. Por fim, Outros serviços e saúde mercantil apresentaram participações próximas de 5% cada da participação na demanda final.

6.1 Simulação 1

A Simulação1 apresenta os geradores para emissões de CO_2 e consumo de energia e identifica os geradores diretos e indiretos. Para esta simulação também foram calculados os multiplicadores de emissões e energia. No tocante às emissões foram

consideradas tanto as emissões oriundas do consumo de energia e também de processos, mudança no uso da terra e outras fontes. Seriam as emissões inventariadas que são objeto da PEMC e estão sujeitas a 20% de redução.

Além disso, para melhores avaliações da cadeia produtiva, na seção 6.1.1.2, indica-se um teste para comparação dos geradores com valores padrões de emissões diretas resultando em um gerador com emissão média para a padronização de um gerador exemplo para cada setor. Na seção 6.1.2.1 o mesmo método foi realizado para comparação dos resultados dos multiplicadores.

6.1.1 Geradores

Os geradores de emissão e consumo energético são apresentados nesta seção. Na análise também diferenciamos o coeficiente direto do efeito indireto. Eles representam o quanto foi gerado de emissões de GEE ou energia por unidade consumida.

No caso dos geradores, eles apenas serão significativos se as emissões ou energia totais forem altas e, ao mesmo tempo, sua demanda final não for tão alta.

O Coeficiente Direto, Efeito Indireto e Gerador de Emissões de GEE e consumo de energia por setor são apresentados na tabela 10. Em seguida apresentamos uma análise detalhada dos geradores de emissão e energia.

Nota-se que como, por exemplo, na tabela 10, o setor Construção em que se espera grande quantidade de compras de insumos, apresentou apenas 0,1 GgCO₂e de emissão indireta para cada R\$ 1 milhão consumido na demanda final do setor. Não havendo coeficiente direto associado às emissões ou energia.

Neste estudo optou-se utilizar as mesmas unidades dos relatórios e dados oficiais. Assim, o gerador do setor de Construção apresentou valor de 0,1, indicando um valor aparentemente baixo, porém ainda representativo em comparação à quantidade de CO₂e emitida, uma vez que o setor que mais se destacou foi o Cimento com 3,5 emissões diretas e indiretas e também apresentou bastante consumo energético, quando comparado aos demais, com 1,0 GgCO₂e diretos e indiretos para cada R\$ 1 milhão de Demanda Final.

Tabela 10: Coeficiente Direto, Efeito Indireto e Gerador de Emissões de GEE e consumo de energia por setor

Setores	Emissões			Energia		
	Coeficiente	Efeito	Gerador	Coeficiente	Efeito	Gerador
	Direto	Indireto		Direto	Indireto	
	(GgCO ₂ e/ R\$ 1mi)			(10 ³ tep/R\$ 1mi)		
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,592	0,106	0,698	0,042	0,021	0,064
Pecuária e pesca	3,079	0,324	3,402	0,042	0,063	0,105
Petróleo e gás natural	0,165	0,135	0,300	2,323	0,037	2,360
Minério de ferro	0,127	0,134	0,261	0,111	0,081	0,192
Outros da indústria extrativa	1,264	0,187	1,451	2,440	0,153	2,593
Alimentos e Bebidas	0,024	0,099	0,123	0,121	0,028	0,149
Produtos do fumo	0,000	0,324	0,324	0,000	0,043	0,043
Têxteis	0,031	0,063	0,094	0,031	0,021	0,053
Artigos do vestuário e acessórios	0,000	0,053	0,053	0,000	0,026	0,026
Artefatos de couro e calçados	0,000	0,100	0,100	0,000	0,034	0,034
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,000	0,112	0,112	0,000	0,020	0,020
Celulose e produtos de papel	0,069	0,068	0,138	0,110	0,029	0,139
Jornais, revistas, discos	0,000	0,053	0,053	0,000	0,030	0,030
Refino de petróleo e coque	0,165	0,047	0,213	0,029	0,013	0,043
Álcool	0,000	0,239	0,239	0,114	0,026	0,140
Produtos químicos	0,371	0,138	0,509	0,054	0,029	0,083
Fabricação de resina e elastômeros	0,000	0,205	0,205	0,000	0,036	0,036
Produtos farmacêuticos	0,000	0,047	0,047	0,000	0,015	0,015
Defensivos agrícolas	0,000	0,099	0,099	0,000	0,028	0,028
Perfumaria, higiene e limpeza	0,000	0,065	0,065	0,000	0,021	0,021
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,000	0,062	0,062	0,000	0,016	0,016
Produtos e preparados químicos diversos	0,371	0,082	0,453	0,054	0,019	0,073
Artigos de borracha e plástico	0,000	0,048	0,048	0,000	0,012	0,012
Cimento	3,269	0,226	3,496	0,970	0,065	1,035
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,124	0,081	0,205	0,000	0,019	0,019
Fabricação de aço e derivados	0,791	0,183	0,974	0,000	0,020	0,020
Metalurgia de metais não-ferrosos	0,607	0,137	0,743	0,000	0,018	0,018

Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,000	0,072	0,072	0,000	0,011	0,011
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,000	0,072	0,072	0,000	0,011	0,011
Eletrodomésticos	0,000	0,076	0,076	0,000	0,016	0,016
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,000	0,035	0,035	0,000	0,010	0,010
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,000	0,056	0,056	0,000	0,012	0,012
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,000	0,068	0,068	0,000	0,016	0,016
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,000	0,054	0,054	0,000	0,012	0,012
Automóveis, camionetas e utilitários	0,000	0,064	0,064	0,000	0,014	0,014
Caminhões e ônibus	0,000	0,038	0,038	0,000	0,011	0,011
Pecas e acessórios para veículos automotores	0,000	0,046	0,046	0,000	0,011	0,011
Outros equipamentos de transporte	0,000	0,048	0,048	0,000	0,010	0,010
Móveis e produtos das indústrias diversas	0,000	0,084	0,084	0,000	0,016	0,016
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,279	0,103	0,381	0,049	0,021	0,070
Construção	0,000	0,064	0,064	0,000	0,009	0,009
Comércio	0,002	0,046	0,048	0,005	0,016	0,020
Transporte, armazenagem e correio	0,502	0,076	0,578	0,168	0,022	0,191
Serviços de informação	0,002	0,031	0,033	0,006	0,012	0,018
Intermediação financeira e seguros	0,002	0,018	0,020	0,006	0,008	0,014
Serviços imobiliários e aluguel	0,002	0,004	0,006	0,006	0,001	0,007
Serviços de manutenção e reparação	0,002	0,018	0,019	0,006	0,005	0,011
Serviços de alojamento e alimentação	0,002	0,043	0,045	0,006	0,030	0,036
Serviços prestados às empresas	0,002	0,024	0,026	0,006	0,010	0,016
Educação mercantil	0,002	0,035	0,036	0,006	0,011	0,017
Saúde mercantil	0,002	0,037	0,039	0,006	0,013	0,019
Outros serviços	0,000	0,049	0,049	0,000	0,017	0,017
Educação pública	0,006	0,027	0,033	0,013	0,008	0,020
Saúde pública	0,006	0,036	0,043	0,013	0,011	0,024
Administração pública e seguridade social	0,012	0,025	0,037	0,013	0,009	0,022

6.1.1.1 Geradores de Emissões

A figura 6 apresenta os resultados relativos às emissões de GEE. Nota-se que dois setores se destacam (Cimento e Pecuária e pesca) principalmente devido aos seus coeficientes diretos. Com relação aos efeitos indiretos apresentados eles se distribuíram manifestando-se em quase todos os setores e em três setores específicos (Produtos de fumo, Pecuária e pesca, Álcool e Cimento, Fabricação de resina e elastômeros, Outros da indústria extrativa e Fabricação de aço e derivados) aumentaram a participação dos geradores devido a seu efeito indireto.

Figura 6 -Gerador (Coeficiente Direto e Efeito Indireto) de emissões de GEE por setor

Os valores dos principais geradores de emissão, para a Simulação 1, são apresentados nos 8 principais setores que correspondem a 71% da soma dos geradores, 88% da soma dos coeficientes diretos e 28% do total do efeito indireto.

Entre os principais geradores de emissões de GEE, o gerador que apresentou maior valor foi o setor Cimento com 3,5 GgCO₂e emitido direta e indiretamente para cada 1 milhão de reais. Em seguida, a Pecuária e pesca com um gerador de 3,4 GgCO₂e emitidos para cada R\$ 1 milhão consumidos. Entretanto, com valores inferiores à metade desses dois aparecem: Outros da indústria extrativa com gerador de 1,5 GgCO₂e para cada R\$ 1 mi de unidade de demanda final; Fabricação de aço e derivados em quarto lugar com 1,0 GgCO₂e de emissões totais por R\$ 1 mi consumido no setor; ambos setores Metalurgia de metais não-ferrosos e Agricultura, silvicultura, exploração florestal produzem 0,7 GgCO₂e de emissões diretas e indiretas para cada R\$ 1 milhão consumido no setor; já, Transporte, armazenagem e correio possuem um gerador de 0,6 GgCO₂e/R\$ 1 mi; e, Produtos químicos emitem 0,5 GgCO₂e de emissões diretas e indiretas por R\$ 1 mi de demanda final.

Também foi realizada uma análise específica voltada para o efeito indireto. Os principais efeitos indiretos de emissões de GEE dos resultados obtidos para a Simulação 1. Ele apresenta os 24 setores que se destacam que correspondem a 50% do total dos efeitos indiretos e 41% do coeficiente direto.

Quando considerado o efeito indireto os setores que se destacam em alguns casos diferem dos que se destacam por meio dos geradores; tais setores tornam-se representativos devido às emissões incorporadas ao longo de sua cadeia de produção, sendo eles: Produtos de fumo, Álcool e Cimento. Também apresentaram valores altos de efeito indireto os setores de Fabricação de resina e elastômeros e Outros da indústria extrativa, que, ambos estão relacionados às duas principais emissões indiretas.

6.1.1.2 Geradores do Consumo de Energia

Os geradores do consumo de energia são mostrados na tabela 10, que apresenta os geradores de energia e respectivos coeficientes diretos e efeitos indiretos; seus valores estão também ilustrados na figura 7.

Nesta figura, nota-se que o setor Outros da indústria extrativa está associado a um alto valor equivalente consumidos direta e indiretamente para cada R\$ 1 milhão consumido na demanda final, representando 32% dos geradores. Em seguida, Petróleo e gás natural também apresentou um alto gerador e, por fim, Cimento esta entre os geradores que se destacam.

Figura 7 - Geradores de energia (Efeito indireto e coeficientes diretos)

Do mesmo modo, de acordo com a Simulação 1, os principais setores com os maiores geradores energéticos que são 3, cuja soma destes geradores correspondem a 75% de toda a intensidade energética de todos os setores, 85% do coeficiente direto e 20% do efeito indireto total.

Os principais geradores apresentaram os seguintes setores com maiores geradores de energia: Outros da indústria extrativa com 2.593 toneladas de petróleo equivalente consumidos direta e indiretamente por R\$ 1 milhão consumido no setor; Petróleo e gás natural com 2.360 tep por 1 milhão de reais; e, Cimento apresentou 1.035 tep / R\$ 1 mi de demanda final.

6.1.2 Multiplicadores

O cálculo dos multiplicadores foi realizado a partir dos geradores de emissões e energia, apresentados no apêndice E.

A figura 8 apresenta a distribuição dos multiplicadores de emissões de GEE e consumo de energia por setor. Os setores mais relacionados a serviços e administração pública apresentaram os maiores multiplicadores tanto de emissões quanto de energia. Os setores que mais se destacam são: Comércio, Serviços de alojamento e alimentação, saúde mercantil, educação mercantil e serviços de informação. No entanto, o cálculo do multiplicador depende do valor do coeficiente direto, caso contrário eles não serão significativos.

Na figura 8 é possível notar também que o multiplicador de vários setores é nulo. No caso do setor de Construção, por exemplo, existe registro do seu multiplicador, porém ele é pouco significativo tanto de emissões como tampouco de consumo de energia. Ou seja, nem o inventário e nem o balanço energético fez uma contabilidade específica para este setor, que envolve grandes quantidades de energia, eletricidade, combustíveis para o transporte e combustíveis para fontes estacionárias, além disso, também envolve emissões relativas ao consumo energético e de insumos carbono

intensivos, como cimento. Provavelmente isto se dá pela abordagem *top-down* do BEESP e Inventário de GEE, assim apresentam poucos dados específicos de setores menos agregados. Este é o caso de 28 setores do BEESP e 26 do Inventário de GEE em comparação aos 55 setores da MIP.

Figura 8 - Multiplicadores de emissões de GEE e consumo de energia por setor.

6.2 Simulação 2

Considerando que as emissões de energia são responsáveis por 45% das emissões do Estado, concebeu-se a Simulação 2 baseado no atendimento da meta de redução de emissões de GEE por meio apenas da eficiência energética.

No inventário considerado nesta pesquisa as emissões não relacionadas à energia são iguais a 55% das emissões diretas, pois apesar de alguns estudos considerarem apenas emissões de energia, as demais emissões de fontes processuais de cada atividade, também são inventariadas nos inventários oficiais do ESP.

Logo, as emissões apenas de energia representam 45% das emissões do ESP, este valor é bastante significativo e o foco em medidas de eficiência energética para atingir a meta da PEMC pode trazer outros benefícios além da mitigação das emissões. Portanto, concebeu-se a Simulação2 que considera a mesma redução em termos de massa de GEE prevista na PEMC, contudo somente leva em consideração as emissões oriundas do consumo de energia.

Sendo assim, nesta simulação seria necessária uma redução de 45% das emissões relacionadas com o consumo de energia para atingir a meta da PEMC. Todavia, as emissões não energéticas devem ser consideradas em modelos visando informar tomadores de decisão sobre possíveis estratégias para atingir metas climáticas Erickson et al., (2012).

6.2.1 Gerador

A tabela 11 apresenta os coeficientes diretos e efeito indireto e geradores de emissão, levando em consideração a Simulação 2. Nesta tabela também apresentamos o consumo energético máximo para cada setor levando em consideração a redução do consumo energético em 45%. De forma geral, o consumo máximo para atingir a meta da PEMC através apenas da redução no consumo de energia seria igual a aproximadamente 19.144.005 tep.

Assim, como notado na tabela 11, por exemplo, o Setor de Cimento apresentou 1,4 GgCO₂e de emissões diretas e indiretas por R\$ 1 milhão de demanda final e 0,1 de emissões indiretas, seu consumo máximo a ser atingido no ano seria de 413.581 tep, caso fosse aplicada uma ação de redução das emissões por meio apenas da eficiência energética sendo necessária 45% de meta, proporcional ao objetivos da PEMC.

Tabela 11: Coeficiente Direto, Efeito Indireto, Gerador, consumo máximo de energia e multiplicador de emissões de GEE relativas ao consumo de energia por setor

Emissões	Coeficiente Direto	Efeito Indireto	Gerador	Multiplicador
Setores	(GgCO₂e/ 1mi BRL)			(GgCO₂e/GgC O₂e)
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,104	0,041	0,145	1,390
Pecuária e pesca	0,104	0,052	0,156	1,495
Petróleo e gás natural	0,165	0,079	0,244	1,476
Minério de ferro	0,127	0,083	0,210	1,653
Outros da indústria extrativa	0,127	0,082	0,209	1,649
Alimentos e Bebidas	0,024	0,033	0,057	2,405
Produtos do fumo	0,000	0,086	0,086	0,000
Têxteis	0,031	0,034	0,065	2,116
Artigos do vestuário e acessórios	0,000	0,035	0,035	0,000
Artefatos de couro e calçados	0,000	0,042	0,042	0,000
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,000	0,044	0,044	0,000
Celulose e produtos de papel	0,069	0,036	0,106	1,521
Jornais, revistas, discos	0,000	0,032	0,032	0,000
Refino de petróleo e coque	0,165	0,034	0,199	1,204
Álcool	0,000	0,053	0,053	0,000
Produtos químicos	0,090	0,069	0,159	1,770
Fabricação de resina e elastômeros	0,000	0,070	0,070	0,000
Produtos farmacêuticos	0,000	0,026	0,026	0,000
Defensivos agrícolas	0,000	0,038	0,038	0,000
Perfumaria, higiene e limpeza	0,000	0,028	0,028	0,000
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,000	0,029	0,029	0,000
Produtos e preparados químicos diversos	0,090	0,031	0,121	1,348
Artigos de borracha e plástico	0,000	0,022	0,022	0,000
Cimento	1,240	0,111	1,351	1,090
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,124	0,041	0,165	1,334
Fabricação de aço e derivados	0,404	0,093	0,497	1,230
Metalurgia de metais não-ferrosos	0,219	0,056	0,275	1,258

Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,000	0,034	0,034	0,000
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,000	0,038	0,038	0,000
Eletrodomésticos	0,000	0,046	0,046	0,000
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,000	0,023	0,023	0,000
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,000	0,031	0,031	0,000
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,000	0,042	0,042	0,000
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,000	0,025	0,025	0,000
Automóveis, camionetas e utilitários	0,000	0,038	0,038	0,000
Caminhões e ônibus	0,000	0,024	0,024	0,000
Peças e acessórios para veículos automotores	0,000	0,025	0,025	0,000
Outros equipamentos de transporte	0,000	0,027	0,027	0,000
Móveis e produtos das indústrias diversas	0,000	0,044	0,044	0,000
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,035	0,028	0,063	1,815
Construção	0,000	0,041	0,041	0,000
Comércio	0,002	0,031	0,033	18,105
Transporte, armazenagem e correio	0,410	0,061	0,471	1,149
Serviços de informação	0,002	0,020	0,022	12,089
Intermediação financeira e seguros	0,002	0,012	0,014	7,589
Serviços imobiliários e aluguel	0,002	0,002	0,004	2,277
Serviços de manutenção e reparação	0,002	0,010	0,012	6,595
Serviços de alojamento e alimentação	0,002	0,019	0,021	11,644
Serviços prestados às empresas	0,002	0,016	0,018	10,020
Educação mercantil	0,002	0,021	0,023	12,514
Saúde mercantil	0,002	0,021	0,022	12,414
Outros serviços	0,000	0,026	0,026	0,000
Educação pública	0,006	0,011	0,017	2,815
Saúde pública	0,006	0,018	0,024	4,003
Administração pública e seguridade social	0,006	0,013	0,019	3,205

A figura 9, apresenta os geradores de emissões de GEE relativas à Simulação 2.

Nesta figura, nota-se que Cimento é o setor que mais se destaca seguido por Fabricação de aço e derivados, cujo gerador representa apenas cerca de 30% do gerador do Cimento.

Os 12 setores que se destacam devido aos maiores geradores que totalizam a participação de 72%, com 92% dos coeficientes diretos e 38% do efeito indireto.

Os principais geradores e emissões da Simulação 2, são: Cimento que emite 1,4 GgCO₂e para cada R\$ 1 milhão de demanda final; ambos os setores Transporte, armazenagem e correio e Fabricação de aço e derivados apresentaram um gerador de 0,5 GgCO₂e / R\$ 1mi; o setor de Metalurgia de metais não-ferrosos gerou 0,3 GgCO₂e / R\$ 1mi cada; já os setores e Petróleo e gás natural, Minério de ferro, Outros da indústria extrativa, Refino de petróleo e coque, Outros produtos de minerais não-metálicos, Produtos químicos e Pecuária e pesca geram 0,2 GgCO₂e diretos e indiretos para cada R\$ 1 milhão de demanda final; por fim, Produtos e preparados químicos diversos 0,1 GgCO₂e/ R\$ 1mi.

Figura 9 - Gerador (Coeficiente Direto e Efeito Indireto) de emissões uso de energia por setor

Assim, 27 setores se destacam devido às emissões incorporadas na sua cadeia de produção que totalizam a participação de 83% no total dos geradores e 70% dos coeficientes diretos e 70% dos indiretos. Bem como, em comparação com a Simulação 1, estes setores representam apenas 31% do efeito indireto da Simulação 1.

Logo, os setores com maiores efeitos indiretos são: Cimento, Fabricação de aço e derivados, Produtos do fumo, Minério de ferro, Outros da indústria extrativa, Petróleo e gás natural, Fabricação de resina e elastômeros, Produtos químicos, Transporte, armazenagem e correio, Metalurgia de metais não-ferrosos, Álcool e Pecuária e pesca, destacando-se por apresentarem aproximadamente 0,1 GgCO₂e de emissões indiretas para cada unidade consumida por setor na demanda final.

6.2.2 Multiplicador

O apêndice F e figura 10 apresentam os multiplicadores de emissões de GEE relativas ao consumo energia por setor, a Simulação 2. Eles representam os maiores valores de emissões diretas e indiretas para cada unidade de emissão direta.

Assim, nota-se que igualmente à Simulação 1, eles se concentram mais na provisão de serviços comerciais e públicos do que produtos. De forma geral, os principais multiplicadores são: Comércio, Serviços de Informação, Saúde mercantil, Educação mercantil, Serviços de informações e serviços de alojamento e alimentação.

Figura 10 - Multiplicador de emissões de GEE relativas ao consumo energia por setor

6.3 Simulação 3

Por fim, a Simulação 3 visa atender a meta de 20% das reduções, segundo a PEMC, avaliando apenas as emissões sem relacionar à demanda final, diferentemente das Simulações 1 e 2.

Os multiplicadores são os mesmos utilizados para a Simulação 1, apresentado no apêndice E.

A tabela 12 e a figura 11 apresentam as emissões de GEE diretas e indiretas por setor econômico.

Na tabela 12, por exemplo, o setor de construção não possui emissão relatada no Inventário de GEE e assim suas emissões indiretas foram iguais à zero nesta simulação devido ao seu multiplicador ser nulo. Com relação às emissões diretas, o maior valor está no setor Transporte, armazenagem e correio apresentou 27.183 GgCO₂e, enquanto o maior valor relativo às emissões indiretas são do setor Alimentos e Bebidas apresentou 7.763 GgCO₂e.

Na figura 11 destaca-se o setor de Transporte, armazenagem e correio responsável pelas maiores emissões diretas, com 23% da soma das emissões diretas e 9% da soma das emissões indiretas. Sendo assim, percebe-se que as emissões diretas deste setor serão distribuídas ao longo da cadeia através da prestação de serviços deste setor para os demais. As emissões indiretas podem ser geradas tanto pelo consumo de serviços do próprio setor como dos demais setores produtivos.

Pecuária e pesca é responsável por 18% das emissões diretas seguido por Fabricação de aço e derivados que é igual a 11% do total das emissões diretas.

Já as principais emissões indiretas são do setor Alimentos e Bebidas com 17% do total das indiretas, mas não apresentou emissões diretas representativas, com apenas 2% destas. Assim, este setor gera grande quantidade de emissões devido ao consumo de insumos de fornecedores ou demanda por serviços prestados por outros setores.

Tabela 12: Emissões de GEE diretas, indiretas e totais por setor econômico.

Setores	Emissões Diretas de GEE (GgCO₂e)	Emissões Indiretas de GEE (GgCO₂e)
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	11.940	2.144
Pecuária e pesca	20.382	2.144
Petróleo e gás natural	74	60
Minério de ferro	75	80
Outros da indústria extrativa	975	144
Alimentos e Bebidas	1.854	7.763
Produtos do fumo	0	0
Têxteis	433	891
Artigos do vestuário e acessórios	0	0
Artefatos de couro e calçados	0	0
Produtos de madeira - exclusive móveis	0	0
Celulose e produtos de papel	1.342	1.317
Jornais, revistas, discos	0	0
Refino de petróleo e coque	7.452	2.139
Álcool	0	0
Produtos químicos	8.012	2.979
Fabricação de resina e elastômeros	0	0
Produtos farmacêuticos	0	0
Defensivos agrícolas	0	0
Perfumaria, higiene e limpeza	0	0
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0	0
Produtos e preparados químicos diversos	3.076	676
Artigos de borracha e plástico	0	0
Cimento	2.519	174
Outros produtos de minerais não-metálicos	1.138	740
Fabricação de aço e derivados	13.220	3.058
Metalurgia de metais não-ferrosos	4.852	1.095
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0	0
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0	0
Eletrodomésticos	0	0
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0	0
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0	0
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0	0
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0	0
Automóveis, camionetas e utilitários	0	0
Caminhões e ônibus	0	0
Peças e acessórios para veículos automotores	0	0
Outros equipamentos de transporte	0	0
Móveis e produtos das indústrias diversas	0	0
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	10.150	3.733
Construção	0	0
Comércio	153	3.889
Transporte, armazenagem e correio	27.183	4.117
Serviços de informação	93	1.591

Intermediação financeira e seguros	147	1.493
Serviços imobiliários e aluguel	98	203
Serviços de manutenção e reparação	13	127
Serviços de alojamento e alimentação	40	962
Serviços prestados às empresas	98	1.328
Educação mercantil	23	432
Saúde mercantil	55	1.123
Outros serviços	0	0
Educação pública	96	415
Saúde pública	75	435
Administração pública e seguridade social	551	1.156

Figura 11 - Emissões de GEE diretas e indiretas por setor econômico

6.3.1 Emissões Diretas

As emissões de GEE diretas correspondem àquelas realizadas na associação do Inventário com a MIP. Elas estão descritas na Figura 12.

As emissões diretas representam ao valor indicado no inventário e realizado através da associação de dados com a MIP. Em 2004, elas totalizaram 116.118 GgCO₂e. Este valor se aproxima do valor relatado na apresentação dos dados do Inventário de GEE realizado na seção 1.2, devido à utilização de dados conforme a metodologia apresentada, excluindo gases que não são ratificados no Protocolo de Quioto e utilizando dados da abordagem *bottom-up* quando possível.

Segundo apresentado na figura 12, os setores que mais se destacam são 5, que correspondem a 71% do total das emissões diretas. O setor Transporte, armazenagem e correio apresentou 27.183 GgCO₂e emissões diretas, Pecuária e pesca emitiu diretamente 20.382 GgCO₂e, Fabricação de aço e derivados geraram 13.220 GgCO₂e diretas, e, Agricultura, silvicultura, exploração florestal é igual a 11.940 GgCO₂e diretas e Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana com 10.150 GgCO₂e de emissões diretas.

Esta figura demonstra que a maior parte das emissões avaliadas se concentram em 5 setores principalmente e que as emissões diretas deixam de ser significativas a partir do 15 setor.

Figura 12 - Participação dos setores nas emissões de GEE diretas

6.3.2 Emissões Indiretas

As emissões indiretas, da cadeia de fornecedores que estão incorporadas nos processos de produção, geralmente não é contabilizada em Inventários. Elas estão descritas na figura 13.

Devido às emissões diretas representarem a massa total de emissões de GEE gerada no ano de 2004, sendo a quantidade máxima emitida no ano, as emissões indiretas representaram as emissões provenientes da cadeia produtiva. Em outras palavras, as emissões indiretas estarão incorporadas na demanda por serviços e produtos. Logo, elas serão consideradas à parte, a fim de não haver dupla contagem. Elas resultam 46.407 GgCO₂e de emissões incorporadas nas emissões denominadas diretas setoriais.

Elas se concentram em 27 setores que correspondem a 72% das emissões indiretas. O setor de Alimentos e Bebidas apresenta 7.763 GgCO₂e emissões em sua cadeia produtiva, o setor de Transporte, armazenagem e correio equivaleu a 4.117GgCO₂e de emissões indiretas, o setor Comércio apresentou 4.117GgCO₂e, já o

setor de Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana 3.733GgCO₂e; o setor Fabricação de aço e derivados corresponde a 3.058 GgCO₂e indiretas, Produtos químicos é igual 2.979 GgCO₂e, Refino de petróleo e coque é 2.302 GgCO₂e, ambos os setores Agricultura, silvicultura, exploração florestal e Pecuária e pesca apresentaram 2.144 GgCO₂e; e, Serviços de informação gerou 1.591 GgCO₂e indiretamente.

Figura 13 -Participação dos setores nas emissões de GEE indiretas.

7 DISCUSSÃO

Este trabalho subsidia a escolha de estratégias para atingir a meta de redução da recente PEMC para o ESP. Para tanto, foram identificadas as quantias de CO₂e e o consumo de energia considerando a cadeia produtiva. Assim, foram analisados os indicadores ambientais diretos e indiretos de cada setor da economia do Estado de São Paulo. A avaliação foi baseada em dados primários e mais recentes disponíveis no momento da realização da mesma e que estão de acordo com o estabelecido na PEMC.

De modo semelhante ao estudo realizado para o Estado de Oregon, nos EUA, os resultados desta pesquisa também visam “contribuir para avaliar oportunidades de mudanças de produtos e serviços de um sistema econômico de alto carbono para um de baixo carbono” (ERICKSON et al., pg. F, 2012, tradução nossa).

Segundo Erickson et al.(2012), os inventários não incluem as emissões indiretas, apenas relatam as diretas. Ainda, comparando com Erickson et al. (2012), este trabalho, além de quantificar as emissões indiretas de cada setor, também contribui para responsabilização dos produtores pelo consumo e não somente pela sua produção. O Inventário oficial de GEE é comumente fundamentado apenas na produção. Assim, esta pesquisa inclui a meta de redução de emissões baseada na energia e carbono incorporados sobre cada setor produtivo.

Além disso, é interessante a adoção de uma meta de redução proporcional à contribuição setorial que também colabore para a difusão da conscientização sobre informações de serviços e produtos fornecidos e que atribua aos consumidores finais a responsabilidade do impacto ambiental, como emissões e uso de energia incorporados em sua fabricação.

De forma geral, a associação de dados resulta em um total de emissões diretas igual a 116.118 GgCO₂e e um total do consumo de energia direto de 34.577.000 tep.

Considerando que a meta da PEMC é de 20% da redução dos GEE com o ano base 2005 a redução equivaleria a 23.224 GgCO₂e para o ano de estudo 2004 segundo a associação de dados elaborada neste estudo. Comparando as Simulações 1 e 2, é possível concluir que as emissões não energéticas são significativas, pois elas representam 55% das emissões totais.

De forma geral, os multiplicadores estudados apresentaram maiores valores nos setores relacionados à prestação de serviços do comércio ou do governo do que produtores de bens. Contudo, muitos desses setores, por apresentarem emissões diretas pouco significativas, também apresentam um efeito indireto pequeno. Nesse caso, a utilidade da análise dos multiplicadores é limitada.

Avaliando uma política baseada na Simulação 1, visando a redução de 20% das emissões totais por unidade de demanda final, os geradores de emissões de GEE, GgCO₂e emitidas direta e indiretamente para cada 1 milhão de reais de demanda final, que apresentou maiores valores foram:

- Cimento;
- Pecuária e pesca;
- Outros da indústria extrativa;
- Fabricação de aço e derivados;
- Metalurgia de metais não-ferrosos;
- Agricultura, silvicultura, exploração florestal;
- Transporte, armazenagem e correio;
- Produtos químicos.

Isso significa que um imposto de carbono sobre produtos desses setores teria um efeito mais significativo. O que faria com que fossem necessárias possíveis medidas de compensação.

Também na Simulação 1, os setores que se destacam com relação aos geradores de energia, foram:

- Outros da indústria extrativa;
- Petróleo e gás natural;
- Cimento.

Combinando os resultados provenientes do gerador de emissões de GEE com o consumo de energia, os setores que apresentaram valores altos foram:

- Outros da indústria extrativa;
- Cimento.

No entanto, o setor Pecuária e pesca, que tem o gerador de emissões elevado, não está entre aqueles com o maior gerador de energia, bem como, os demais setores

com geradores de emissão mais elevados. Além disso, de acordo com os resultados, Petróleo e gás natural, também não estão relacionados com os maiores geradores de emissões.

A segunda simulação aplica o mesmo método da primeira simulação, porém apenas contabiliza as emissões de energia por unidade de demanda final.

No caso da Simulação 2, cada setor teria que reduzir 45% das emissões para atingir a meta da PEMC, ou seja, esta massa é quase duas vezes maior que os 20% da meta original da PEMC. Os principais geradores de emissões da Simulação 2, são os seguintes setores:

- Cimento;
- Fabricação de aço e derivados;
- Transporte, armazenagem e correio;
- Metalurgia de metais não-ferrosos
- Petróleo e gás natural;
- Minério de ferro;
- Outros da indústria extrativa;
- Refino de petróleo e coque;
- Outros produtos de minerais não-metálicos;
- Produtos químicos;
- Pecuária e pesca;
- Agricultura, silvicultura, exploração florestal;

Estes setores destacam-se pelas emissões diretas e indiretas de GEE para cada 1 milhão de reais gastos na demanda final.

Através da Simulação 2, nota-se que uma meta com o objetivo de reduzir as emissões com base em medidas de eficiência energética exige ações bem mais drásticas do que uma estratégia baseada na redução de todas as fontes relativas, isto é, não apenas às emissões de energia.

Além disso, a Simulação 3 visa atender a meta de 20% das reduções avaliando as emissões diretas e indiretas de cada um dos setores. Nesse caso, os principais setores responsáveis pelas emissões diretas são:

- Transporte, armazenagem e correio;

- Pecuária e pesca;
- Fabricação de aço e derivados;
- Agricultura, silvicultura, exploração florestal.
- Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana

Por fim, os setores que se destacam pelas emissões indiretas são respectivamente:

- Alimentos e Bebidas;
- Transporte, armazenagem e correio;
- Comércio;
- Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana;
- Fabricação de aço e derivados;
- Produtos químicos;
- Agricultura, silvicultura, exploração florestal;
- Pecuária e pesca;
- Refino de petróleo e coque;
- Serviços de informação.

Estes setores indicam que compram serviços e produtos carbono intensivos.

Resumindo, a participação do efeito indireto de emissões e energia em relação aos geradores representa respectivamente 29% e 16%. No caso de apenas considera as emissões relacionadas à energia, Simulação 2, o efeito indireto representa 37% do efeito total. Entretanto, na Simulação 3, as emissões indiretas representam 29% das emissões diretas.

Assim, uma política que visa distribuir a responsabilização do consumidor final deveria incluir as emissões indiretas que são significativas.

De modo geral, considerando que as emissões indiretas são aproximadamente 30% demonstra que este valor apesar de não ser mais alto é um valor representativo, significando cerca de um terço das emissões. Logo, as emissões indiretas não deveriam ser ignoradas.

Também se observa a necessidade de estratégias que levem em consideração as emissões indiretas para que a meta da PEMC seja atingida. Ou seja, emissões e consumo energético de todos os produtos e serviços incorporados ao longo da cadeia

produtiva devem ser considerados e, também, a responsabilidade poderia ser compartilhada com o consumidor final, que tanto pode ser uma empresa como um indivíduo.

A inclusão da análise das emissões indiretas em planos, programas ou projetos setoriais de metas específicas para a redução das emissões de GEE são interessantes à inclusão do carbono incorporado no processo produtivo. Indicando setores que não necessariamente são responsáveis diretamente por suas emissões de GEE, mas pela aquisição de produtos e serviços que geraram emissões em suas atividades.

De acordo com Erickson et al. (2012), os resultados de pesquisas desse tipo podem ser úteis para inventários corporativos que incluam a pegada de carbono de outros produtos a fim de engajar fornecedores para a inclusão de produtos mais sustentáveis em suas ações internas.

Além disso, uma política de emissões totais iria impactar mais numa meta baseada na redução de emissões e emissões relativas à energia por unidade de demanda final na Simulação 2 do que nas condições da Simulação 1. Já políticas de emissões indiretas seriam melhor aplicadas nas Simulações 2 e 3, que representam pelo menos de 29% das emissões totais.

Considerando que os setores principais com indicadores ambientais totais apresentados poderiam reverberar em uma política com metas que restringissem a uma política de maior responsabilização de menos setores, com aqueles com valores mais significativos de emissões e energia em sua produção. Segundo Labandeira e Labeaga (2002), ações voltadas para setores-chave são eficazes em termos de metas de redução de emissões, no entanto esses setores precisam ser compensados de algum modo se os impostos de carbono forem aplicados.

Assim, mediante a decisão dos tomadores de decisões e *stakeholders* este trabalho também indica que as metas de reduções poderiam ser concentradas nos principais setores que concentram cerca de 70% das emissões. Como analisado neste trabalho, esta meta poderia ficar restrita a poucos setores, na parte dos casos, menos de 25% dos setores seriam diretamente afetados, considerando suas emissões diretas e indiretas, caso seja optado por uma política que centralize ações nos setores mais emissores.

Comparando os principais geradores da Simulação 1 e 2, também coincidem estarem entre os principais, porém não na mesma ordem de importância e valores. Além disso, a Simulação 2 inclui os seguintes setores:

- Minério de ferro;
- Refino de petróleo e coque;
- Outros produtos de minerais não-metálicos;
- Produtos químicos;
- Agricultura, silvicultura, exploração florestal.

Comparando os geradores da Simulação 1 e 3, os setores da Simulação 1 que perderam a importância foram:

- Cimento,
- Outros da Indústria extrativa;
- Metalurgia de metais não-ferrosos;
- Produtos químicos

Já a Simulação 3 inclui os Setores Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana. Os demais setores são iguais, porém também não estão na mesma ordem de relevância. Isto indica que os valores em comparação com cada unidade de demanda final variam daqueles em que apenas considerados as emissões, assim os valores da Simulação 1 representam uma comparação com a demanda final, podendo variar segundo o alto valor da mesma diminuindo o valor do gerador, como acontece com o setor de Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza que não se encontra entre os principais.

Por outro lado, o estoque de carbono de mudanças e uso do solo poderia ser abatido das emissões dos setores. Ele pode ser considerado em alguns balanços de inventários de emissões. Porém não foi abatido nesta pesquisa, pois o equilíbrio geral nela inclui apenas emissões positivas, não considerado o estoque neutralizado.

Pelo mesmo método utilizado em uso de terra mudanças de uso da terra e florestas, UT MUT F, ele seria estimada em -4.323 GgCO₂e. Em outras palavras, ele absorve esta quantidade de emissões em um ano, que representa 19% da meta de redução, compensando apenas 3,7% do total das emissões geradas em 2004.

Entretanto, após o estabelecimento da meta setorial de redução de emissões, poderia ser realizada uma análise de cada setor econômico com relação a suas compras e vendas para obter os setores fornecedores de insumos e suas respectivas emissões de GEE. Sendo assim, seria necessária a criação de um modelo através da MIP estendida em que os setores fornecedores de insumos ou serviços fossem rastreados e pudessem ser realizados estudos de compra e venda de cada setor, capaz de gerar muitas combinações diferentes conforme a quantidade de setores a serem analisadas.

Também com o estabelecimento da meta setorial de redução poderia ser interessante a aplicação de estudos que incluam o consumo das famílias, podendo inserir taxas de carbono, ou alguma parcela das mesmas, para os consumidores finais. Diferentemente de Cohen et al. (2005), os consumos das famílias não foram considerados nesta pesquisa. Provavelmente, os efeitos indiretos seriam maiores se o mesmo fosse estimado. Novas pesquisas poderiam aplicar uma política de inclusão do consumidor também.

Além do mais, a inclusão do consumo das famílias através da estimativa das emissões indiretas de consumo final de energia e/ou emissões, aplicando metas de responsabilização dos consumidores, exigiria a inserção do método do multiplicador tipo II, como em comparação com a pesquisa realizada por Lenzen e Schaeffer (2004). Além disso, outros dados poderiam ser agregados a esta avaliação como renda, emprego e dados ambientais.

Nesta pesquisa eles não foram considerados devido ao seu escopo estar restrito às emissões e consumo energético relativos ao consumo de insumos e demanda de serviços da administração do governo, serviços comerciais e uso industrial.

Por fim, é importante reconhecer algumas limitações da nossa avaliação. No caso desta pesquisa associou-se 28 setores do BEESP e 26 do Inventário, enquanto, a MIP é usualmente detalhada em um valor médio de 55 setores. Esta pesquisa poderia contribuir para melhoria da associação dos setores.

Assim, para não haver a limitação dos dados a serem adotados dos Inventários de GEE criando falta de dados diretos e induzindo a efeitos na cadeia, outros dados de fontes externas poderiam ser incluídos ou indicações para o aperfeiçoamento dos inventários de emissões que, segundo (ERICKSON et al., 2012), os resultados deste

método poderiam contribuir para agências públicas desenvolverem categoriais aprimoradas de produtos e serviços para próximas pesquisas. Além disso, consideração de dados de produtos e serviços importados de outras regiões poderiam ter variações neste estudo e gerar novas pesquisas.

Atualmente no país poucos estados possuem MIPs oficiais disponíveis. O ESP não possui outra MIP disponível para acesso público. Apenas estudos privados coletam estes dados e há falhas nos dados para a estimação das mesmas.

8 CONCLUSÃO

De modo geral, o arcabouço metodológico desenvolvido neste estudo poderia ser aplicado para diferentes usos como: difusão de informações sobre produtos e serviços, comparação de emissões com eficiência energética, cálculos da pegada de carbono empresariais, inclusão das emissões indiretas e instrumentos econômicos relacionados às emissões de GEE.

Por meio deste trabalho, conclui-se que a técnica IP permite a associação e estudo das relações dos setores com a cadeia produção. Os dados da cadeia de produção contribuem para a adoção de um compromisso de redução das emissões que incluem as emissões indiretas. Os resultados indicam que a responsabilidade dos setores são maiores se as emissões indiretas forem consideradas. As emissões indiretas nos três casos estudados representaram cerca de 30% das totais.

Apesar da PEMC indicar que parte das emissões pode ser reduzida por meio da eficiência energética, segundo os resultados da presente dissertação, a meta de redução deveria considerar que menos da metade das emissões diretas poderiam ser mitigadas pela melhoria de eficiência energética setorial, e que o restante deveria ser reduzido por meio de ações visando outras fontes de emissões. Também através deste trabalho nota-se que apenas responsabilizando alguns setores seria possível conseguir uma redução de mais de 70% de todas as emissões; portanto uma meta para cada setor ou mais especificamente focada nos principais setores poderia ser definida e mais fácil de aplicar uma política de controle.

Os resultados da pesquisa indicam que a Simulação3 pode ser o mais aconselhado para a criação de metas setoriais apenas baseadas nas emissões indiretas dos principais setores em termos de sua contribuição em massa total de carbono emitido: Com os principais setores resumidos em: Transporte, armazenagem e correio, Pecuária e pesca, Fabricação de aço e derivados, Agricultura, silvicultura, exploração florestal, e, Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana. Cerca de 29% da meta de redução poderia ser realizada pelo controle das emissões de fornecedores de serviços e produtos com carbono incorporados. A Simulação3 também não considera resultado em relação à demanda final.

Os resultados das Simulações 1 e 2 seriam mais interessantes para auxiliar a análise de políticas, programas e projetos de metas de redução de emissões relacionados aos impostos de carbono ou inclusão de externalidades para compensação de emissões, sendo que a Simulação 1 poderia ser aplicado em uma meta setorial que considere parcialmente o melhoramento da eficiência energética como forma de redução das emissões complementado pela redução através das fontes não-energéticas. Já a Simulação 2 seria relevante para uma meta que visasse a redução de emissões apenas por meio da redução consumo energético setorial ou aplicação de tecnologias que apenas aprimorem a eficiência energética.

Outros dados poderiam ser incluídos no modelo para a execução de uma Matriz Insumo-produto Estendida mais completa com relação à impactos ambientais e adoção de políticas programas ou projetos relacionados à PEMC que considerassem outros indicadores ambientais. Assim, esta pesquisa visa auxiliar na análise para a inclusão de metas setoriais segundo a PEMC, no entanto, também deveria incluir outras análises para a implementação da meta seja satisfatória para os *stakeholders* e consumidores finais.

Há limitações com relação à falta de divulgação de uma MIP oficial pelas agências do governo para acesso público. Além do mais, como apenas alguns setores são considerados no Inventário de GEE e no BEESP, há lacunas na associação de dados e, muitas vezes, distorção nos resultados. Assim, como comprovado nesta pesquisa, poderia haver grandes modificações nos resultados dos geradores e multiplicadores.

Por fim, este trabalho conclui que as emissões indiretas são relevantes. Por tanto, a inclusão de metas que considerem o efeito indireto ou as emissões indiretas contribuiriam para a realização da PEMC.

Neste caso, de acordo com os resultados da Simulação 3, os setores mais relevantes do ponto de vista da sua contribuição indireta são: O setor de Alimentos e Bebidas, o setor de Transporte, armazenagem e correio, Comércio; Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana, Fabricação de aço e derivados, Produtos químicos; Refino de petróleo e coque, Agricultura, silvicultura, exploração florestal, Pecuária e pesca, e, Serviços de informação.

De modo geral, é recomendado para a criação de metas setoriais de redução de gases de efeito estufa que aconselhassem também abranger não apenas a análise das emissões diretas e incorporadas ao longo da cadeia, mas também análises de outros indicadores sócio-ambientais, como criação de empregos, dados econômicos, produção mais limpa, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIOCCHI, G.; MINX, J. C. Understanding Changes in the UK's CO(2) Emissions: A Global Perspective. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 4, p. 1177–1184, 15 fev 2010.

BEESP. Balanço Energético do Estado de São Paulo 2010: Ano Base 2009. **Secretaria De Saneamento E Energia**.- 220 p.--(Série Informações Energéticas, 002). São Paulo, 2010.

BENYONG, W.; XIUQI, F.; YUAN, W. The effects of international trade on Chinese carbon emissions: An empirical analysis. **Journal Of Geographical SCIENCES**, v. 21, n. 2, p. 301–316, abr 2011.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2011: Ano base 2010. **Empresa de Pesquisa Energética**. Rio de Janeiro: EPE, 2011.Pg. 266. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf> Acesso em: 20 jan 2012

CASLER, S.; ROSE, A. Carbon dioxide emissions in the US economy - A structural decomposition analysis.**Environmental & Resource Economics**, v. 11, n. 3-4, p. 349–363, jun 1998.

CETESB- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1º **Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente**. São Paulo. 2011. ISBN 97-85-61405-19-9. Disponível em: <<http://www.cetesb.gov.br>> . Acesso em: 01 jul 2011

CHEN, G. Q.; CHEN, Z. M. Carbon emissions and resources use by Chinese economy 2007: A 135-sector inventory and input-output embodiment. **Communications In Nonlinear Science And Numerical Simulation**, v. 15, n. 11, p. 3647–3732, nov 2010.

CHUNG, W.-S.; TOHNO, SUSUMU; SHIM, S. Y. An estimation of energy and GHG emission intensity caused by energy consumption in Korea: An energy IO approach. **Applied Energy**, v. 86, n. 10, p. 1902–1914, out 2009.

COHEN, C.; LENZEN, M.; SCHAEFFER, R. Energy requirements of households in Brazil. **Energy Policy**, v. 33, n. 4, p. 555–562, mar 2005.

CNAE - CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS.
Disponível em:
<http://www.cnae.ibge.gov.br/secao.asp?codsecao=F&TabelaBusca=CNAE_200@CNAE_2.0>. Acesso em: 17 nov 2011

ERICKSON, P.; ALLAWAY, D.; LAZARUS, M.; STANTON, E. A. A Consumption-Based GHG Inventory for the U.S. State of Oregon. **Environmental Science & Technology**, p. 120322133715004, 22 mar 2012.

FAN, Y.; LIANG, Q.-M.; WEI, Y.-M.; OKADA, N. A model for China's energy requirements and CO2 emissions analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 22, n. 3, p. 378–393, mar 2007.

FAPESP Política de Mudanças Climáticas é regulamentada. 2010. Available at:
<<http://www.agencia.fapesp.br/materia/12385/politica-de-mudancas-climaticas-e-regulamentada.htm#>>. Acesso em : 02 fev 2011

GUILHOTO, J. J. M. Apostila **ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO: TEORIA E FUNDAMENTOS**. Outubro 2009.

GUILHOTO, J. J. M. Sent by mail: **MP 55x110 SP & RBR.xls, MIP 55x55 SPRBR 2004.xls, MIP 110x55 SPRBR 2004.xls**. Mensagem recebida por mila@usp.br em 9 de junho de 2011

GUILHOTO, J.J.M., C.R. AZZOZINI, S.M. ICHIHARA, D.K. KADOTA, E.A. HADDAD. **Matriz de Insumo-Produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 2010. ISBN: 978.85.7791.110.3.

GUO, J.; ZOU, L.; WEI, Y.. **Impact of inter-sectorial trade on national and global CO2 emissions: An empirical Analysis of China and US**. Energy Policy. Vol. 38. 2010. Pg. 1389-1397

GVCES. CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA EAESP. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 1ª Edição. Pg 74. Disponível em <<http://ces.fgvsp.br/ghg/cms/arquivos/ghgespec.pdf>>. Acesso em: 10 jan 2013

HOEKSTRA, R.; BERGH, J. VAN DEN. Structural decomposition analysis of physical flows in the economy. **Environmental & Resource Economics**, v. 23, n. 3, p. 357–378, nov 2002.

HUFSCHIMIDT, M. M.; JAMES, D.E.; MEISTER A. D.; BOWER B. T.; DIXON, J. A.. Environment, Natural Systems, and Development: An Economic Valuation Guide. **Multiactivity Economic-Environmental Quality Models**. Environment, Natural Systems, and Development. 1983. Pg 286 – 301.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. **Glossário**. Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br/biblioteca/glossario>>. Acesso em: 09 out 2012

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Matriz de insumo-produto: Brasil 2000/2005**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/matrizinsumo_produto.shtm>. Acesso em: 11 dez 2010

IMORI, D.; GUILHOTO, J. J. M.; DAVID, L. S.; GUTIERRE, I. M.; WAISMAN, C.. **The Development of the Brazilian Amazon Region and Greenhouse Gas Emission: A Dilemma to Be Faced!**. Paper Present at 19th International Input-Output Conference, Alexandria, USA, 13-17 June 2011.

LABANDEIRA, X.; LABEAGA, J. Estimation and control of Spanish energy-related CO(2) emissions: an input-output approach. **Energy Policy**, v. 30, n. 7, p. 597–611, jun 2002.

LENZEN, M.; DEY, C. Economic, energy and greenhouse emissions impacts of some consumer choice, technology and government outlay options. **Energy Economics**, v. 24, n. 4, p. 377–403, jul 2002.

LENZEN, M.; SCHAEFFER, R. Environmental and social accounting for Brazil. **Environmental & Resource Economics**, v. 27, n. 2, p. 201–226, fev 2004.

LIANG, Q.-M.; FAN, Y.; WEI, Y.-M. Multi-regional input-output model for regional energy requirements and CO2 emissions in China. **Energy Policy**, v. 35, n. 3, p. 1685–1700, mar 2007.

LIANG, S.; JIA, X.-P.; ZHANG, T.-Z. Three-dimensional hybrid enterprise input-output model for material metabolism analysis: a case study of coal mines in China. **Clean Technologies And Environmental Policy**, v. 13, n. 1, p. 71–85, fev 2011.

LIANG, S.; ZHANG, T. Managing urban energy system: A case of Suzhou in China. **Energy Policy**, v. 39, n. 5, p. 2910–2918, maio 2011.

LIU, H.; XI, Y.; GUO, J.; LI, X. Energy embodied in the international trade of China: An energy input-output analysis. **Energy Policy**, v. 38, n. 8, p. 3957–3964, ago 2010.

LIU, L.-C.; WU, G.; WANG, J.-N.; WEI, Y.-M. China's carbon emissions from urban and rural households during 1992–2007. **Journal Of Cleaner Production**, v. 19, n. 15, p. 1754–1762, out 2011.

LIXON, B.; THOMASSIN, P. J.; HAMAIDE, B. Industrial output restriction and the Kyoto protocol: An input-output approach with application to Canada. **Ecological Economics**, v. 68, n. 1-2, p. 249–258, dez 2008.

MACHADO, G.; SCHAEFFER, R.; WORRELL, E. Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input-output approach. **Ecological Economics**, v. 39, n. 3, p. 409–424, dez 2001.

MINX, J. C.; WIEDMANN, T.; WOOD, R.; et al. Input-Output Analysis And Carbon Footprinting: an Overview of Applications. **Economic Systems Research**, v. 21, n. 3, p. 187–216, 2009.

MILLER, R.E. and BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Segunda Edição. Cambridge. 2009. Cambridge University Press.

MONGELLI, I.; TASSIELLI, G.; NOTARNICOLA, B.. Global warming agreements, international trade and energy/carbon embodiments: an input-output approach to the Italian case. **Energy Policy**. Vol. 34. 2006. Pg. 88-100.

NANSAL, K.; MORIGUCHI, Y.; TOHNO, S. Compilation and application of Japanese inventories for energy consumption and air pollutant emissions using input-output tables. **Environmental Science & Technology**, v. 37, n. 9, p. 2005–2015, 2003.

NEREUS Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo. **Matrizes Interregionais de Insumo-Produto, Brasil (2004)**. Disponível em: <<http://www.usp.br/nereus/?fontes=dados-matrizes>>. Acesso em: 17 abr 2012

OLIVEIRA; J. A. P. The implementation of climate change related policies at the subnational level: Na analysis of three countries. **Habitat International**. v. 33. p. 253-259. 2009

Presidência da República. Decreto nº 2.003, De 10 de setembro de 1996. Regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor e dá outras providências. Presidência da República. **Casa Civil**. Subchefe para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2003.htm>. Acesso em: 26 out 2012.

SP SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual nº 13.798 de 9 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 10 nov 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/pemc/index.php>> Acesso em: 01 jul 2011

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. Categorias de Emissões de Escopo 3 adotadas pelo Programa Brasileiro GHG Protocol Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/133/GHG_Categorias-Escopo3-definicao-curta_final.pdf>. Acesso em 20 jan 2013

UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Glossary of climate change acronyms. Disponível em: <http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#G>. Acesso em: 09 out 2012

TUKKER, A.; JANSEN, B. Environment impacts of products - A detailed review of studies. **Journal of Industrial Ecology**, v. 10, n. 3, p. 159–182, SUM 2006.

XIN, Z.; ZHONG-YING, Q. **Global Warming and China's Responsibility: A View from Embodied Energy and CO(2) Emission in International Trade**. (H. Lan, Ed.) 2008 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT SCIENCE & ENGINEERING (15TH), VOLS I AND II, CONFERENCE PROCEEDINGS. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008

ZHOU, H.; YANG, Y. **Carbon Emissions Embodied in the International Trade of China**. (Z. Xu, G. Shen, & S. Lin, Eds.). ACHIEVEMENTS IN ENGINEERING MATERIALS, ENERGY, MANAGEMENT AND CONTROL BASED ON INFORMATION TECHNOLOGY, PTS 1 AND 2. Anais..., Advanced Materials Research. [S.l: s.n.], 2011

APÊNDICE A – Resultado da associação de dados dos indicadores ambientais com a MIP

Setores	Produção Total (R\$ mi)	Emissões (GgCO ₂ e)	Emissões de Energia (GgCO ₂ e)	Energia (10 ³ tep)
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	20.164	11.940	2.106	856
Pecuária e pesca	6.620	20.382	692	278
Petróleo e gás natural	448	74	74	1.041
Minério de ferro	593	75	75	66
Outros da indústria extrativa	771	975	98	1.881
Alimentos e Bebidas	78.200	1.854	1.854	9.472
Produtos do fumo	170	0	0	0
Têxteis	14.055	433	433	438
Artigos do vestuário e acessórios	7.643	0	0	0
Artefatos de couro e calçados	5.558	0	0	0
Produtos de madeira - exclusive móveis	2.668	0	0	0
Celulose e produtos de papel	19.315	1.342	1.342	2.126
Jornais, revistas, discos	15.844	0	0	0
Refino de petróleo e coque	45.108	7.452	7.452	1.321
Álcool	6.505	0	0	743
Produtos químicos	21.573	8.012	1.942	1.164
Fabricação de resina e elastômeros	8.817	0	0	0
Produtos farmacêuticos	16.883	0	0	0
Defensivos agrícolas	7.869	0	0	0
Perfumaria, higiene e limpeza	11.908	0	0	0
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	4.878	0	0	0
Produtos e preparados químicos diversos	8.282	3.076	746	447
Artigos de borracha e plástico	30.134	0	0	0
Cimento	770	2.519	955	747
Outros produtos de minerais não-metálicos	9.181	1.138	1.138	0
Fabricação de aço e derivados	16.705	13.220	6.747	0
Metalurgia de metais não-ferrosos	7.999	4.852	1.752	0
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	20.618	0	0	0
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	27.589	0	0	0
Eletrodomésticos	3.842	0	0	0
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	3.689	0	0	0
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	14.600	0	0	0
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	13.408	0	0	0
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	5.298	0	0	0
Automóveis, camionetas e utilitários	20.508	0	0	0
Caminhões e ônibus	11.927	0	0	0
Pecas e acessórios para veículos automotores	26.861	0	0	0

Outros equipamentos de transporte	12.561	0	0	0
Móveis e produtos das indústrias diversas	9.714	0	0	0
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	36.409	10.150	1.265	1.775
Construção	46.675	0	0	0
Comércio	84.714	153	153	382
Transporte, armazenagem e correio	54.151	27.183	27.183	9.111
Serviços de informação	51.462	93	93	295
Intermediação financeira e seguros	81.259	147	147	466
Serviços imobiliários e aluguel	54.211	98	98	311
Serviços de manutenção e reparação	7.268	13	13	42
Serviços de alojamento e alimentação	22.303	40	40	128
Serviços prestados às empresas	54.225	98	98	311
Educação mercantil	12.496	23	23	72
Saúde mercantil	30.159	55	55	173
Outros serviços	32.648	0	0	0
Educação pública	15.341	96	92	195
Saúde pública	11.957	75	72	152
Administração pública e seguridade social	45.960	551	277	585
Total	1.180.514	116.118	57.015	34.577

APÊNDICE B – Associação dos setores da MIP aos do Inventário de GEE e do BEESP

MIP	Inventário	BEESP
Setores	Setores e subsetores	Setores e subsetores
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Cultivo de arroz Solos Agrícolas e Manejo de Dejetos Calagem Queima de Resíduos Agrícolas Setor Agropecuário Área Agrícola	Agropecuário Lenha
Pecuária e pesca	Fermentação entérica Manejo de dejetos Setor Agropecuário Solos Agrícolas e Manejo de Dejetos Pastagem Plantada	Agropecuário
Petróleo e gás natural	Refino e Transporte de Óleo e Derivados	Gás Natural
Minério de ferro	Mineração e Pelotização	Mineração e Pelotização
Outros da indústria extrativa	Mineração e Pelotização Cal	Mineração e Pelotização Não Ferrosos / Outros da Metalurgia Cerâmico
Alimentos e bebidas	Alimentos e Bebidas	Alimentos e bebida
Produtos do fumo		
Têxteis	Têxtil	Têxtil
Artigos do vestuário e acessórios		
Artefatos de couro e calçados		
Produtos de madeira - exclusive móveis		
Celulose e produtos de papel	Papel e Celulose	Papel e Celulose
Jornais, revistas, discos		
Refino de petróleo e coque	Refino e Transporte de Óleo e Derivados	GLP Querosene Óleo Diesel Óleo Combustível Gás de Coqueria Gás de Refinaria
Álcool		Bagaço de Cana
Produtos químicos	Química Setor Químico Agregado	Químico
Fabricação de resina e elastômeros		
Produtos farmacêuticos		
Defensivos agrícolas		
Perfumaria, higiene e limpeza		

Tintas, vernizes, esmaltes e lacas		
0317 Produtos e preparados químicos diversos	Química Setor Químico Agregado	Químico
0318 Artigos de borracha e plástico		
0319 Cimento	Cimento	Cimento
0320 Outros produtos de minerais não-metálicos	Cerâmica	
0321 Fabricação de aço e derivados	Ferro Gusa e Aço Metalurgia	Ferro Ligas Ferro Gusa e Aço
0322 Metalurgia de metais não-ferrosos	Não Ferr.Out.Metal Metalurgia	
0323 Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos		
0324 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos		
0325 Eletrodomésticos		
0326 Máquinas para escritório e equipamentos de informática		
0327 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos		
0328 Material eletrônico e equipamentos de comunicações		
0329 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico		
0330 Automóveis, camionetas e utilitários		
0331 Caminhões e ônibus		
0332 Peças e acessórios para veículos automotores		
0333 Outros equipamentos de transporte		
0334 Móveis e produtos das indústrias diversas		
0401 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Setor Energético Amplo Cent. Elétr. Serv.Público Cent. Elétr. Auto Produtoras	Eletricidade Eletricidade
0501 Construção		
0601 Comércio	Setor Comercial	Comercial
0701 Transporte, armazenagem e correio	Rodoviário ⁹ Aéreo Ferroviário Hidroviário	Rodoviário ¹⁰ Aéreo Ferroviário Hidroviário
0801 Serviços de informação	Setor Comercial	Comercial

⁹Parcialmente considerado, conforme a sessão 5.2.1.1.3.

¹⁰Parcialmente considerado, segundo a sessão 5.3.1.

0901 Intermediação financeira e seguros	Setor Comercial	Comercial
1001 Serviços imobiliários e aluguel	Setor Comercial	Comercial
1101 Serviços de manutenção e reparação	Setor Comercial	Comercial
1102 Serviços de alojamento e alimentação	Setor Comercial	Comercial
1103 Serviços prestados às empresas	Setor Comercial	Comercial
1104 Educação mercantil	Setor Comercial	Comercial
1105 Saúde mercantil	Setor Comercial	Comercial
1106 Outros serviços		
1201 Educação pública	Setor Público	Público
1202 Saúde pública	Setor Público	Público
1203 Administração pública e seguridade social	Setor Público UT UM TF - Área Urbana UT UM TF - Reservatório (Área Manejada)	Público

APÊNDICE C– Setores do Inventário Estadual de Emissões de GEE

Nível de Agregação	1	2	3	4	5
1	Energia				
	1.2	Queima de Combustíveis			
		1.2.1	Abordagem Setorial		
			1.2.1.1	Setor Energético Amplo	
				1.2.1.1.1	Centrais Elétricas Serviço Público
				1.2.1.1.2	Centrais Elétricas Auto Produtoras
				1.2.1.1.3	Carvoarias
				1.2.1.1.4	Consumo Setor Energético
			1.2.1.2	Setor Industrial	
				1.2.1.2.1	Alimentos e Bebidas
				1.2.1.2.2	Cerâmica
				1.2.1.2.3	Cimento
				1.2.1.2.4	Ferro Gusa e Aço
				1.2.1.2.5	Ferro Liga
				1.2.1.2.6	Mineração e Pelotização
				1.2.1.2.7	Não Ferrosos e Outro Metal
				1.2.1.2.8	Papel e Celulose
				1.2.1.2.9	Química
				1.2.1.2.10	Têxtil
				1.2.1.2.11	Outros
			1.2.1.3	Setor de Transporte	
				1.2.1.3.1	Aéreo
				1.2.1.3.2	Rodoviário
				1.2.1.3.3	Ferrovário
				1.2.1.3.4	Hidroviário
			1.2.1.4	Setor Comercial	
			1.2.1.5	Setor Residencial	
			1.2.1.6	Setor Público	
			1.2.1.7	Setor Agropecuário	
			1.2.1.8	Consumo Não Energético	
				Emissões de GEE não CO2 e GEE Indiretos por Queima de	
		1.2.2	Combustíveis		
	1.3	Refino e Transporte de Óleos e Derivados			
	1.4	Transporte Aéreo			
	1.5	Transporte Ferrovário			
	1.6	Transporte Hidroviário			
	1.7	Transporte Rodoviário			
2	Processos	Industriais e Usos de Produtos			
	2.1	Produção de Cimento			
	2.2	Produção de Cal			
	2.3	Produção Química			
		2.3.1	Ácido Adípico		
		2.3.2	Ácido Fosfórico		
		2.3.3	Ácido Nítrico		
		2.3.4	Amônia		
		2.3.5	Dicloreto de Vinila		
		2.3.6	Eteno		
		2.3.7	Negro de Fumo		
		2.3.8	Óxido de Eteno		

- 2.4 Produção Metalúrgica
 - 2.5 Produção de Alimentos e Bebidas
 - 2.6 Produção de Vidro
 - 2.7 Produção de Papel e Celulose
 - 2.8 Uso de Solventes e Outros Produtos
 - 2.8.1 Fugitivas do Subsetor de Distribuição de Eletricidade
 - 2.8.2 Espumas
 - 2.8.3 Aerossóis
 - 2.8.4 Solventes
 - 2.8.5 Refrigeradores e Ar-Condicionado
 - 3 Agropecuária
 - 3.1 Pecuária: Fermentação Entérica e Dejetos
 - 3.2 Cultivo de Arroz Irrigado
 - 3.3 Queima de Resíduos Agrícolas
 - 3.4 Solos Agrícolas e Manejo de Dejetos
 - 3.5 Calagem
 - 4 Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas
 - 5 Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos
 - 5.1 Disposição ou Tratamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos
 - 5.1.1 RSU aterro
 - 5.1.2 RS incineração
 - 5.1.3 Efluentes Domésticos
 - 5.1.4 Efluentes Industriais
-

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CETESB (2011)

APÊNDICE D – Setores do Balanço Energético Estadual: Classificação do Consumo de Energia por Setor

Código	Setores	Subsetores
1.	Energético	
2.	Comercial	
3.	Público	
4.	Residencial	
5.	Agropecuário	
6.	Transportes	
	6.1	Rodoviário
	6.2	Ferrovário
	6.3	Aéreo
	6.4	Hidroviário
7.	Industrial	
	7.1	Cimento
	7.2	Ferro Gusa e Aço
	7.3	Ferro Ligas
	7.4	Mineração e Pelotização
	7.5	Não Ferrosos / Outros da Metalurgia
	7.6	Químico
	7.7	Alimentos e bebida
	7.8	Têxtil
	7.9	Papel e Celulose
	7.10	Cerâmico
	7.11	Outros

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do BEESP (2010)

APÊNDICE E: Multiplicadores de Emissões e Energia por setor econômico da Simulação 1 e 3

Setores	Multiplicador	
	Emissões (GgCO ₂ e/ GgCO ₂ e)	Energia (tep/tep)
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1,2	1,5
Pecuária e pesca	1,1	2,5
Petróleo e gás natural	1,8	1,0
Minério de ferro	2,1	1,7
Outros da indústria extrativa	1,1	1,1
Alimentos e Bebidas	5,2	1,2
Produtos do fumo	0,0	0,0
Têxteis	3,1	1,7
Artigos do vestuário e acessórios	0,0	0,0
Artefatos de couro e calçados	0,0	0,0
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0	0,0
Celulose e produtos de papel	2,0	1,3
Jornais, revistas, discos	0,0	0,0
Refino de petróleo e coque	1,3	1,5
Álcool	0,0	1,2
Produtos químicos	1,4	1,5
Fabricação de resina e elastômeros	0,0	0,0
Produtos farmacêuticos	0,0	0,0
Defensivos agrícolas	0,0	0,0
Perfumaria, higiene e limpeza	0,0	0,0
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,0	0,0
Produtos e preparados químicos diversos	1,2	1,4
Artigos de borracha e plástico	0,0	0,0
Cimento	1,1	1,1
Outros produtos de minerais não-metálicos	1,7	0,0
Fabricação de aço e derivados	1,2	0,0
Metalurgia de metais não-ferrosos	1,2	0,0
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,0	0,0
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,0	0,0
Eletrodomésticos	0,0	0,0
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,0	0,0
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,0	0,0
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,0	0,0
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,0	0,0
Automóveis, camionetas e utilitários	0,0	0,0
Caminhões e ônibus	0,0	0,0
Peças e acessórios para veículos automotores	0,0	0,0
Outros equipamentos de transporte	0,0	0,0
Móveis e produtos das indústrias diversas	0,0	0,0
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	1,4	1,4
Construção	0,0	0,0
Comércio	26,4	4,4
Transporte, armazenagem e correio	1,2	1,1
Serviços de informação	18,1	3,1

Intermediação financeira e seguros	11,2	2,4
Serviços imobiliários e aluguel	3,1	1,2
Serviços de manutenção e reparação	10,7	1,9
Serviços de alojamento e alimentação	24,8	6,3
Serviços prestados às empresas	14,5	2,7
Educação mercantil	20,1	3,0
Saúde mercantil	21,6	3,3
Outros serviços	0,0	0,0
Educação pública	5,3	1,6
Saúde pública	6,8	1,9
Administração pública e seguridade social	3,1	1,7
	<hr/> 194,8	<hr/> 54,8

APÊNDICE F: Multiplicadores de Energia por setor econômico da Simulação 2

Emissões	Multiplicador
Setores	(GgCO₂e/ GgCO₂e)
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1,4
Pecuária e pesca	1,5
Petróleo e gás natural	1,5
Minério de ferro	1,7
Outros da indústria extrativa	1,6
Alimentos e Bebidas	2,4
Produtos do fumo	0,0
Têxteis	2,1
Artigos do vestuário e acessórios	0,0
Artefatos de couro e calçados	0,0
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0
Celulose e produtos de papel	1,5
Jornais, revistas, discos	0,0
Refino de petróleo e coque	1,2
Álcool	0,0
Produtos químicos	1,8
Fabricação de resina e elastômeros	0,0
Produtos farmacêuticos	0,0
Defensivos agrícolas	0,0
Perfumaria, higiene e limpeza	0,0
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,0
Produtos e preparados químicos diversos	1,3
Artigos de borracha e plástico	0,0
Cimento	1,1
Outros produtos de minerais não-metálicos	1,3
Fabricação de aço e derivados	1,2
Metalurgia de metais não-ferrosos	1,3
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,0
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,0
Elerodomésticos	0,0
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,0
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,0
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,0
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,0
Automóveis, camionetas e utilitários	0,0
Caminhões e ônibus	0,0
Peças e acessórios para veículos automotores	0,0
Outros equipamentos de transporte	0,0

Móveis e produtos das indústrias diversas	0,0
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	1,8
Construção	0,0
Comércio	18,1
Transporte, armazenagem e correio	1,1
Serviços de informação	12,1
Intermediação financeira e seguros	7,6
Serviços imobiliários e aluguel	2,3
Serviços de manutenção e reparação	6,6
Serviços de alojamento e alimentação	11,6
Serviços prestados às empresas	10,0
Educação mercantil	12,5
Saúde mercantil	12,4
Outros serviços	0,0
Educação pública	2,8
Saúde pública	4,0
Administração pública e seguridade social	3,2

ANEXO A – Matriz Insumo-produto 55 setores e 110 produtos de referência discriminados para a associação de dados

Atividades Econômicas	Produtos de Referência
0101 Agricultura, silvicultura, exploração florestal	010101 Arroz em casca 010102 Milho em grão 010103 Trigo em grão e outros cereais 010104 Cana-de-açúcar 010105 Soja em grão 010106 Outros produtos e serviços da lavoura 010107 Mandioca 010108 Fumo em folha 010109 Algodão herbáceo 010110 Frutas cítricas 010111 Café em grão 010112 Produtos da exploração florestal e da silvicultura
0102 Pecuária e pesca	010201 Bovinos e outros animais vivos 010202 Leite de vaca e de outros animais 010203 Suínos vivos 010204 Aves vivas 010205 Ovos de galinha e de outras aves 010206 Pesca e aquicultura
0201 Petróleo e gás natural	020101 Petróleo e gás natural
0202 Minério de ferro	020201 Minério de ferro
0203 Outros da indústria extrativa	020301 Carvão mineral 020302 Minerais metálicos não-ferrosos 020303 Minerais não-metálicos
0301 Alimentos e bebidas	030101 Abate e preparação de produtos de carne 030102 Carne de suíno fresca, refrigerada ou congelada 030103 Carne de aves fresca, refrigerada ou congelada 030104 Pescado industrializado 030105 Conservas de frutas, legumes e outros vegetais 030106 Óleo de soja em bruto e tortas, bagaços e farelo de soja 030107 Outros óleos e gordura vegetal e animal exclusive milho 030108 Óleo de soja refinado 030109 Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado 030110 Produtos do laticínio e sorvetes 030111 Arroz beneficiado e produtos derivados 030112 Farinha de trigo e derivados 030113 Farinha de mandioca e outros 030114 Óleos de milho, amidos e féculas vegetais e rações 030115 Produtos das usinas e do refino de açúcar 030116 Café torrado e moído 030117 Café solúvel 030118 Outros produtos alimentares 030119 Bebidas
0302 Produtos do fumo	030201 Produtos do fumo
0303 Têxteis	030301 Beneficiamento de algodão e de outros têxteis e fiação 030302 Tecelagem

	030303 Fabricação outros produtos têxteis
0304 Artigos do vestuário e acessórios	030401 Artigos do vestuário e acessórios
0305 Artefatos de couro e calçados	030501 Preparação do couro e fabricação de artefatos - exclusive calçados 030502 Fabricação de calçados
0306 Produtos de madeira - exclusive móveis	030601 Produtos de madeira - exclusive móveis
0307 Celulose e produtos de papel	030701 Celulose e outras pastas para fabricação de papel 030702 Papel e papelão, embalagens e artefatos
0308 Jornais, revistas, discos	030801 Jornais, revistas, discos e outros produtos gravados
0309 Refino de petróleo e coque	030901 Gás liquefeito de petróleo 030902 Gasolina automotiva 030903 Gasoálcool 030904 Óleo combustível 030905 Óleo diesel 030906 Outros produtos do refino de petróleo e coque
0310 Álcool	031001 Álcool
0311 Produtos químicos	031101 Produtos químicos inorgânicos 031102 Produtos químicos orgânicos
0312 Fabricação de resina e elastômeros	031201 Fabricação de resina e elastômeros
0313 Produtos farmacêuticos	031301 Produtos farmacêuticos
0314 Defensivos agrícolas	031401 Defensivos agrícolas
0315 Perfumaria, higiene e limpeza	031501 Perfumaria, sabões e artigos de limpeza
0316 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	031601 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas
0317 Produtos e preparados químicos diversos	031701 Produtos e preparados químicos diversos
0318 Artigos de borracha e plástico	031801 Artigos de borracha 031802 Artigos de plástico
0319 Cimento	031901 Cimento
0320 Outros produtos de minerais não-metálicos	032001 Outros produtos de minerais não-metálicos
0321 Fabricação de aço e derivados	032101 Gusa e ferro-ligas 032102 Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço
0322 Metalurgia de metais não-ferrosos	032201 Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos 032202 Fundidos de aço
0323 Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	032301 Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamento
0324 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	032401 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos
0325 Eletrodomésticos	032501 Eletrodomésticos
0326 Máquinas para escritório e equipamentos de informática	032601 Máquinas para escritório e equipamentos de informática

0327 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	032701 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
0328 Material eletrônico e equipamentos de comunicações	032801 Material eletrônico e equipamentos de comunicações
0329 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	032901 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico
0330 Automóveis, camionetas e utilitários	033001 Automóveis, camionetas e utilitários
0331 Caminhões e ônibus	033101 Caminhões e ônibus
0332 Peças e acessórios para veículos automotores	033201 Peças e acessórios para veículos automotores
0333 Outros equipamentos de transporte	033301 Outros equipamentos de transporte
0334 Móveis e produtos das indústrias diversas	033401 Móveis e produtos das indústrias diversas 033402 Sucatas recicladas
0401 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	040101 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
0501 Construção	050101 Construção
0601 Comércio	060101 Comércio
0701 Transporte, armazenagem e correio	070101 Transporte de carga 070102 Transporte de passageiro 070103 Correio
0801 Serviços de informação	080101 Serviços de informação
0901 Intermediação financeira e seguros	090101 Intermediação financeira e seguros
1001 Serviços imobiliários e aluguel	100101 Serviços imobiliários e aluguel 100102 Aluguel imputado
1101 Serviços de manutenção e reparação	110101 Serviços de manutenção e reparação
1102 Serviços de alojamento e alimentação	110201 Serviços de alojamento e alimentação
1103 Serviços prestados às empresas	110301 Serviços prestados às empresas
1104 Educação mercantil	110401 Educação mercantil
1105 Saúde mercantil	110501 Saúde mercantil
1106 Outros serviços	110601 Serviços prestados às famílias 110602 Serviços associativos 110603 Serviços domésticos
1201 Educação pública	120101 Educação pública
1202 Saúde pública	120201 Saúde pública
1203 Administração pública e seguridade social	120301 Serviço público e seguridade social

Fonte: IBGE (2010)