**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA AMBIENTAL**

ANDRÉA CASTELO BRANCO BRASILEIRO

**PRODUTO INTERNO BRUTO AJUSTADO
AMBIENTALMENTE PARA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA:
UMA ANÁLISE DE MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO E MATRIZ
DE CONTABILIDADE SOCIAL**

**SÃO PAULO
2012**

ANDRÉA CASTELO BRANCO BRASILEIRO

**PRODUTO INTERNO BRUTO AJUSTADO AMBIENTALMENTE
PARA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DE MATRIZ DE
INSUMO-PRODUTO E MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência Ambiental
(PROCAM) da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
Ciência Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio de
Almeida Sinisgalli

Versão Corrigida

(Versão original disponível na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa e na Biblioteca de Teses e Dissertações da USP)

**SÃO PAULO
2012**

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

FICHA CATALOGRÁFICA

Brasileiro, Andréa Castelo Branco

Produto interno bruto ajustado ambientalmente para Amazônia legal brasileira:
uma análise de matriz de insumo-produto e matriz de contabilidade social. / Andréa
Castelo Branco Brasileiro; orientador : Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli – São
Paulo, 2012.

104 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência
Ambiental) – Universidade de São Paulo

1. Meio ambiente – aspectos econômicos - Amazônia 2. Insumo de
produto- aspectos ambientais. 3. Contabilidade ambiental I. Título

**PRODUTO INTERNO BRUTO AJUSTADO AMBIENTALMENTE
PARA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DE MATRIZ DE
INSUMO-PRODUTO E MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL**

Aluno: Andréa Castelo Branco Brasileiro

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli

Instituição: PROCAM/USP

Parecer da Comissão Julgadora

Membros da Comissão Julgadora

Membro Titular 1

Membro Suplente 1

Membro Titular 2

Membro Suplente 2

Prof. Dr. Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli
Instituição: Universidade de São Paulo
Presidente da Comissão Julgadora

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em ____ de _____ de 2012,
pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho àqueles que estiverem ao meu lado incondicionalmente durante todo o período da realização deste trabalho.

À minha irmã gêmea Andrezza, que com sua amizade e companheirismo sempre esteve presente em cada nova experiência e conquista da minha vida.

Ao Victor e ao Vinícius, meus sobrinhos, que com um sorriso são capazes de afastar preocupações.

Aos meus irmãos Juliana, Rebeca e Alexandre por estarem sempre torcendo para que eu realize voos mais altos.

Aos meus pais, Francisco e Adalgisa, por toda dedicação que sempre depositaram na educação e formação dos seus filhos com dignos exemplos de ética.

À família, não de sangue, mas de afinidade que conquistei nestes quase três anos em São Paulo, que assumiram distintas especialidades para atender minhas incansáveis demandas. Foram enfermeiras, orientadoras, psicólogas, comediantes. Foram a personificação da palavra amizade, foram irmãs: Cristina, Caroline e Danielle.

Dedico este trabalho a vocês acima mencionados por compartilharem momentos que abri à participação de poucos. Momentos que vocês estiveram presentes pelos sentimentos nobres que me fizeram desfrutar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli, pelas suas horas de dedicação com correções, indicações de leitura, sugestões de alteração e reuniões frequentes que foram indispensáveis à elaboração e conclusão deste trabalho. Agradeço também pela condição de amigo que muitas vezes assumiu ao me incentivar e motivar a explorar as minhas potencialidades.

Ao professor Joaquim J. M. Guilhoto por ir além de suas obrigações de membro de Comitê de Orientação e de Banca Examinadora e assumir muitas vezes o papel de co-orientador, realizando correções e reuniões frequentes. Agradeço-o também por disponibilizar dados e planilhas suas, fruto de meses ou anos de trabalho.

Ter sido orientada pelo professores Sinisgalli e Guilhoto foi uma experiência enriquecedora, uma vez que ambos, além de se mostrarem dispostos a contribuir efetivamente na elaboração deste trabalho, trouxeram contribuições significativas a minha formação acadêmica pela maturidade acadêmica que possuem e amor com que realizam seu trabalho.

Agradeço a professora Carla Morsello, também membro do meu Comitê de Orientação, pelas correções e sugestões oferecidas ao trabalho e pela minuciosidade e empenho com que o fez.

Agradeço ao professor Evandro Mateus Moretto por gentilmente aceitar nosso convite para participar da banca examinadora.

À Denise Imori por disponibilizar as planilhas e matrizes de dados que foram a maior fonte de dados deste trabalho e pelas reuniões realizadas para esclarecimentos com relação a este material.

Agradeço aos colegas e professores do *GUND Institute for Ecological Economics* pelas sugestões feitas ao trabalho no período que estive como aluna visitante na Universidade de Vermont (UVM). Em especial ao professor Joshua Farley, que me permitiu esta rica experiência na UVM ao assumir a condição de meu *sponsor*.

Aos meus colegas que trouxeram sugestões que enriqueceram este trabalho, em especial a Cristina Cuiabália, Brian Kelly, Juan P. Alvez e Amanda Broz.

Aos centros de estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) que disponibilizaram parte dos dados utilizados como fonte desta pesquisa. Assim como a Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por disponibilizar-me a bolsa de demanda social que permitiu minha manutenção e dedicação exclusiva a esta pesquisa.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente trouxeram contribuição a este trabalho, seja em seu conteúdo, ou no suporte que me foi dado em momentos de fadiga, que me permitiu ter disposição para seguir em frente.

Por fim, não menos importante, agradeço a Deus por criar em mim as condições indispensáveis de realizar as tarefas necessárias ao alcance de sonhos. Por dar-me força de abrir mão do convívio da minha família a fim de ter novas experiências que enriquecessem minha formação rumo a alcançar a condição necessária para realizar as atividades acadêmicas que amo fazer.

EPÍGRAFE

“What we measure affects what we do; and if our measurements are flawed, decisions may be distorted (STIGLITZ, SEN, FITOUSSI, 2010, p. 292).”

RESUMO

BRASILEIRO, Andréa Castelo Branco Brasileiro. **Produto interno bruto ajustado ambientalmente para Amazônia Legal brasileira: uma análise de matriz de insumo-produto e matriz de contabilidade social**, 2012. 105f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

O objetivo deste trabalho foi apresentar e aplicar uma ferramenta analítica dos fluxos de produto e renda entre os agentes econômicos e o ambiente, que permita o cálculo do Produto Interno Bruto Ajustado Ambientalmente (PIBA) para a Amazônia Legal Brasileira. Para alcançar os objetivos mencionados foi desenvolvido o Modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental (MCSA). O modelo foi desenvolvido a partir do Modelo de Contabilidade Social tradicional, dos Modelos de Matriz de Insumo-Produto Ambientais e das orientações do Manual da ONU sobre o Sistema de Contas Econômicas e Ecológicas Integradas. O PIBA foi estimado e a análise de sensibilidade foi calculada a partir da Matriz de Insumo-Produto Ambiental, uma vez que a indisponibilidade de dados não permitia a aplicação do modelo de MCSA. Os fluxos entre economia e ambiente considerados foram as emissões de gases de efeito estufa oriundos das atividades econômicas (depreciação da capital natural) e os investimentos ambientais necessários a devolver ao ar a qualidade de antes de ser poluído. Os resultados mostram que quando incluído a depreciação de capital natural no cálculo do Produto Interno Bruto (PIB) e valor adicionado (VA) de cada setor da economia da Região da Amazônia Legal brasileira, o VA sofre uma queda significativa para os setores de bovino (235%), soja (77%) e outras atividades da agricultura e pecuária (24%). Para o Resto do Brasil os setores com maior destaque para impacto da depreciação de capital natural sobre o VA foram os setores de soja (30%), bovino (15%) e cana de açúcar (13%). O PIBA total da Amazônia foi 15% menor que seu PIB total, enquanto que para o Brasil essa diferença foi de 1%. Considerando que o PIB é um componente da equação de bem estar econômico, os resultados refletem uma significativa queda deste ocasionado pela emissão de gases de efeito estufa lançados no ar pelas atividades econômicas, principalmente associada à mudança do uso da terra. O modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental se apresenta como uma rica ferramenta para auxiliar na tomada de decisões coletivas uma vez que oferece o instrumental analítico do comportamento da economia e os impactos das atividades econômicas sobre o ambiente.

Palavras-chave: Produto Interno Bruto Ajustado Ambientalmente, Matriz de Insumo-Produto Ambiental, Amazônia Legal Brasileira, Matriz de Contabilidade Social Ambiental, Gases de efeito estufa, Bem Estar.

ABSTRACT

BRASILEIRO, Andréa Castelo Branco. **Environmental gross domestic product for Brazilian Legal Amazon: an analysis of input-output matrix and social accounting matrix**. 2012. 100f. Thesis Master's Dissertation – Graduate Program of Environmental Science, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

The purpose of this work was to present and apply an analytical tool to the flows of goods and income between economic agents and the environment that allows us to calculate the Environmental Gross Domestic Product (EGDP) for Brazilian Legal Amazon. In order to achieve this goal the Environmental Social Accounting Matrix (ESAM) was developed. The model was developed from the traditional Social Accounting Matrix, the Environmental Input-Output Analysis Models, and from the United Nations handbook on the System of Integrated Environmental and Economic Accountings. The EGDp was calculated from the Environmental Input-Output Analysis, since the unavailability of data did not allow the application of the model of ESAM. The flows between the economy and the environment considered were the emissions of green house gases (depreciation of natural capital) and the investment needed to return the air to the same quality it had before being polluted. The results showed that the inclusion of depreciation of natural capital in the Gross Domestic Product (GDP) and in the added value (AV) calculation for each industry of the Brazilian Legal Amazon Region diminished the AV significantly in the industries of cattle (235%), soybean (77%), and other activities of livestock and agricultural (24%). In the Rest of Brazil, the industries with the highest impact of depreciation of natural capital on AV were soybean (30%), cattle (15%) and sugarcane (13%). The total EGDp of the Brazilian Legal Amazon Region was 15% smaller than its total GDP, whereas this difference for the rest of Brazil was 1%. Considering that the GDP is a component of economic wellbeing, the results show a significant reduction in economic wellbeing due to green house gas emissions released into the air by economic activities, mainly due to land use changes. The Environmental Social Accounting Matrix Model is a useful tool to help decision makers since it offers an analytical instrument for economic behavior and the impacts of economic activities on the environment.

Keywords: Environmentally Adjusted Gross Domestic Product, Brazilian Legal Amazon, Environmental Input-Output Analysis, Environmental Social Accounting Matrix, Green House Gases, Wellbeing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos Recursos Naturais	25
Figura 2 - Os Três Níveis da Economia Ecológica	30
Figura 3 - Classificação dos Ativos	36
Figura 4 - Fluxo Circular de Renda	40
Figura 5 - Inter-relações entre Economia e Ambiente	41
Figura 6 - Matriz de Coeficientes Técnicos do Modelo de Geração e Eliminação de Poluição	43
Figura 7 - Fluxos Economia-Meio Ambiente do Modelo de Geração/Eliminação de Poluição	44
Figura 8 - Modelo de Balanço de Materiais	47
Figura 9 - Amazônia Legal na América do Sul e Brasil	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Estratégia de Resolução de Problemas	24
Gráfico 2 -	Participação dos Setores da Amazônia no Valor de Produção Total da Região para o Ano de 2004	57
Gráfico 3 -	Participação dos Setores Econômicos da Amazônia na Emissão de CO₂eq (GTP-100) da Região	58
Gráfico 4 -	Variação da Produção Total e Depreciação de Capital Natural da Amazônia devido à Alteração da DF por Produtos Alimentícios da Amazônia	82
Gráfico 5 -	Variação da Produção Total e Depreciação de Capital Natural do Resto do Brasil devido à Alteração da DF por Produtos Alimentícios da Amazônia	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Estrutura da Matriz de Insumo-Produto	39
Quadro 2 -	Estrutura Básica do Modelo Econômico Ecológico	42
Quadro 3 -	Estrutura Modelo Produto por Setor Ambiental	45
Quadro 4 -	Estrutura Modelo da Matriz Insumo-Produto Produto por Setor Ambiental	46
Quadro 5 -	Representação da Matriz de Contabilidade Social das Contas de Insumo-Produto Estendidas	49
Quadro 6 -	Taxonomia Geral do Valor Econômico do Recurso Ambiental	50
Quadro 7 -	Estrutura da Matriz de Insumo-Produto Inter-regional	63
Quadro 8 -	Matriz de Contabilidade Social Inter-regional	67
Quadro 9 -	Matriz de Contabilidade Social Ambiental Inter-regional	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Matriz Estrutural da Economia Nacional com Produção e Eliminação de Poluentes	42
Tabela 2 -	Matriz Inter-industrial sem Isolamento da Atividade de Abatimento	61
Tabela 3 -	Matriz Inter-industrial Isolando a Atividade de Abatimento	61
Tabela 4 -	Produção Total dos Setores da Economia da Amazônia e Resto do Brasil	73
Tabela 5 -	Produto Interno Bruto da Região Amazônica e Resto do Brasil	75
Tabela 6 -	Demanda Final da Amazônia e Resto do Brasil	76
Tabela 7 -	Multiplicadores de Produção	78
Tabela 8 -	Coefficientes de Depreciação de Capital Natural	79
Tabela 9 -	Variação de Produção Total e Depreciação do Capital Natural devido à Variação da Demanda Final	80
Tabela 10 -	Depreciação do Capital Natural devido à Emissão de Gases de Efeito Estufa para o Ano de 2004 em Valores Monetários	85
Tabela 11 -	Valor Adicionado Ajustado Ambientalmente	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	Bem Estar	19
2.2	Bem Estar Econômico e a Economia do Meio Ambiente	21
2.2.1	Economia dos Recursos Naturais	24
2.2.2.	Economia da Poluição	27
2.3	Contabilidade Nacional e o Ambiente	28
2.4	Fundamentos para a Elaboração da MCSA	34
2.4.1	Contribuições do Manual da ONU para Inserção do Ambiente no SCN	35
2.4.2	Modelos de Insumo-Produto Ambiental	38
2.4.3	Matriz de Contabilidade Social	48
2.4.4	Valoração Econômica dos Recursos Naturais	50
2.4.4.1	Métodos de Valoração Econômica para Recursos Naturais	53
3	METODOLOGIA - MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL	55
3.1	Delimitação da Área de Estudo	56
3.2	Fonte dos Dados	58
3.3	Estimativa do Valor Monetário das Variáveis Relacionadas às Emissões	60
3.4	Matriz de Insumo- Produto Inter-regional	63
3.4.1	Matriz de Insumo-produto Ambiental Inter-regional para a Amazônia Legal Brasileira	65
3.5	Matriz de Contabilidade Social Inter-regional	66
4	MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL AMBIENTAL INTER-REGIONAL	69
4.1	Matriz de Insumo-Produto Ambiental para a Amazônia Legal Brasileira	72
4.2	Análise de Sensibilidade	76
5	PRODUTO INTERNO BRUTO AJUSTADO AMBIENTALMENTE	83
6	CONCLUSÕES	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
	ANEXOS	101

1. INTRODUÇÃO

Os fluxos entre economia e ambiente são mais evidentes a partir do instante em que a relação de funcionamento entre ambos se apresenta comprometida pelos impactos que um exerce sobre o outro. Uma forma de perceber os impactos negativos gerados pela economia sobre a qualidade e/ou disponibilidade dos recursos naturais se dá quando a capacidade de resiliência ou regeneração do ambiente acontece em uma velocidade inferior ao seu processo de extração e uso. Dentro desta perspectiva, o ambiente influencia as condições de crescimento da economia, que se baseia na produção de bens e serviços, que se utiliza direta ou indiretamente dos recursos naturais.

Não é apropriado, com os atuais níveis de produção e consumo¹, ignorar esta relação no qual a economia utiliza recursos oriundos da natureza, sejam eles na condição de insumo para o processo produtivo, ou sumidouro de resíduos deste processo. A economia produz para atender as necessidades humanas que demandam bens e serviços. Estas necessidades quando atendidas geram satisfação, bem estar. Logo, consumo é um componente da equação de bem estar. Entretanto, qual a razão de se quantificar o bem estar?

Busca-se quantificar o bem estar para análise do desempenho da economia. Pois, uma vez que se produz para suprir necessidades e gerar bem estar, caso a produção de bens e serviços esteja causando um resultado contrário, ou seja, a redução de bem estar, o objetivo inicialmente proposto não estará sendo alcançado, e medidas para mudar o curso disto deverão ser adotadas.

A redução de bem estar resultante dos impactos negativos gerados pelas atividades econômicas é provocada quando estas atividades comprometem a qualidade e/ou quantidade dos recursos da natureza. Uma comunidade ribeirinha que utiliza a água do rio para entretenimento, cozinhar e banhar-se terá seu bem estar reduzido caso o uso desse recurso seja impossibilitado por resíduos lançados no rio por uma indústria têxtil que comprometam estas atividades, por exemplo.

Impossibilitar o atendimento de uma necessidade reduz o bem estar humano. Logo, o objetivo de se quantificar o bem estar, gerado pelo consumo de bens e serviços oriundos da atividade econômica, é acompanhar o comportamento dos agentes envolvidos neste processo. Se ao quantificar o bem estar, identificar-se que este está

¹ Hoje a humanidade usa o equivalente a 1,5 planetas para prover os recursos que nós utilizamos e absorvem nossos resíduos (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2012).

sendo comprometido pela própria atividade econômica que busca garantir o seu alcance, deve-se questionar a razão da própria atividade.

O bem estar engloba aspectos não só econômicos, mas também qualitativos que muitas vezes demandam análises mais complexas. O presente trabalho deter-se-á aos aspectos econômicos que exercem influencia (positiva ou negativa) sob o bem estar. Aqui está se referindo ao Produto Interno Bruto (PIB).

Há duas razões que justificam a preocupação em ajustar o PIB no que tange a considerar os impactos da atividade econômica no Ambiente. A primeira razão é a de oferecer um PIB corrigido, na busca de que este possa ser utilizado como componente de um indicador de bem estar. Outra razão está na preocupação de que o PIB evidencie os benefícios e custos para a sociedade devido à produção de bens e serviços, e que assim possa ser utilizado no planejamento econômico pelos tomadores de decisão.

Calcular o Produto Interno Bruto Ajustado Ambientalmente (PIBA) referente à emissão de gases de efeito estufa é um dos principais objetivos do presente trabalho. O PIBA é uma tentativa de corrigir em termos ambientais o cálculo do PIB através da dedução da depreciação do capital natural devido às atividades econômicas. Outro objetivo deste trabalho é oferecer uma proposta de ferramenta analítica do comportamento da economia que comporte em sua estrutura os impactos ambientais da atividade econômica. Para isso, optou-se por desenvolver o Modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental, um modelo matemático que inclui o impacto ambiental em valores monetários, permitindo assim análise de sensibilidade e cálculo do PIBA.

Outros modelos de Matriz de Contabilidade Social que incluísse o ambiente foram encontrados no decorrer do levantamento de pesquisa bibliográfica realizada. Embora estes não tenham sido utilizados como base teórica para a elaboração da MCSA, entende-se que devem ser mencionados dadas às similaridades de alguns aspectos destes modelos com o de MCSA. Foram estes: o Modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambientalmente Estendido (XIE, 2000); o Sistema de Matriz Contabilidade Social e Econômica e Extensões – SESAME – (KEUNING, 1997); e a Matriz de Contabilidade Social e Contas Ambientais – SAMEA – (MORILLA, *et al.*, 2005). Estes modelos tratam a poluição (subproduto da economia) em uma conta satélite, em unidades físicas. Enquanto que o modelo aqui desenvolvido trata a poluição como depreciação de capital natural, em unidades monetárias.

A emissão de gases de efeito estufa é capaz de comprometer o desempenho de um importante serviço ecossistêmico² de controle, o serviço de controle climático. A concentração destes gases na atmosfera provoca mudanças climáticas (USEPA, 2012), que consequentemente levam a perda de bem estar humano devido às mudanças ambientais decorrentes disto. O serviço ecossistêmico de controle climático foi o recurso natural selecionado para a elaboração do modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental e cálculo do Produto Interno Bruto Ambientalmente Ajustado, sendo assim, o comprometimento do controle climático devido à emissão de gases de efeito estufa de origem antropogênica corresponde à depreciação do capital natural. Os gases considerados como gases de efeito estufa foram dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, devido à contribuição destes no processo de efeito estufa e a disponibilidade dos dados.

A região selecionada para a aplicação do modelo foi a região da Amazônia Legal brasileira³, dada a relevância da participação desta região na emissão de gases de efeito estufa no Brasil (58%) e no Mundo – 20% da emissão global devido a mudança no uso do solo e mais que 2% devido a desmatamento para realização de atividades econômicas como criação gado, produção de soja e cana de açúcar (IMORI; GUILHOTO *et al.* 2011). Além disso, há avanços de estudos nesta região referente à emissão destes gases que tornaram viável a realização da atual pesquisa.

Uma vez que alguns dos dados necessários ao cálculo da MCSA não se encontravam disponíveis, foi utilizado um modelo de Matriz Insumo Produto (MIP) para o cálculo do PIBA e análise de sensibilidade que permite a visualização dos resultados que podem ser obtidos com a aplicação do modelo de MCSA, um compromisso assumido pelos autores para trabalhos futuros. Foi aqui assumido que esta MIP é ambiental por haver sido incluído a depreciação de capital natural em sua estrutura, ainda que isso tenha sido realizado em um vetor externo à estrutura principal da matriz.

² Serviços Ecossistêmicos são benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Eles incluem serviços de abastecimento tais como comida e água; serviços de controle como o controle de inundações, do clima, de secas, da degradação do solo e de doenças; serviços de suporte tais como formação do solo e ciclagem de nutrientes; e serviços culturais como a recreação, benefício espiritual, religiosos e outros benefícios não materiais (MEA, 2005).

³ Sempre que citado Amazônia ou Amazônia Brasileira durante o decorrer do trabalho estar-se-á fazendo referência à Amazônia Legal brasileira, o que difere do bioma Amazônia, pois a Amazônia Legal no Brasil também inclui parte do bioma cerrado.

Sendo assim, o presente estudo buscar responder a seguinte problemática: Como incluir o impacto das emissões de gases de efeito estufa, oriundas das atividades econômicas sobre o ambiente, na estrutura de uma ferramenta analítica, que permita o cálculo do PIBA da Amazônia Legal brasileira e análise de sensibilidade desta economia e seus fluxos com o Ambiente? Para a inclusão do impacto das emissões na análise econômica dos fluxos entre economia e ambiente, partiu-se da elaboração de um modelo de Contabilidade Social e Ambiental (MCSA) para o cálculo do Produto Interno Bruto Ambientalmente Ajustado (PIBA), fazendo-se posteriormente uma análise de sensibilidade através do uso de uma Matriz Insumo - Produto Ambiental.

A dissertação está estruturada em seis capítulos. A introdução, seguida da fundamentação teórica, metodologia, resultados, discussão dos resultados e conclusões. A fundamentação teórica está dividida em três partes: uma discussão sobre o bem estar e sua mensuração; uma abordagem teórica das correntes da Economia do Meio Ambiente sobre a relação economia-ambiente; e os modelos que serviram de embasamento teórico para a elaboração da MCSA (Matriz de Insumo-Produto – MIP; Matriz de Contabilidade Social – MCS; e Manual de Contas Nacionais da Organização das Nações Unidas).

Na metodologia encontrar-se-á a fonte dos dados utilizados nesta pesquisa; o método de valoração econômica para mensuração da depreciação de capital natural em unidades monetárias; e os modelos de MIP e MCS inter-regional necessários ao isolamento da Região da Amazônia Legal brasileira. O resultado da pesquisa é a própria MCSA e o PIBA, que é seguido pela discussão dos resultados (análise de sensibilidade e discussão sobre o PIBA da Amazônia e Resto do Brasil). Por fim, as conclusões que busca sumarizar os aspectos importantes desta pesquisa, suas contribuições ao avanço da temática e suas limitações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Antes da apresentação das bases teóricas que permitiram a construção do modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental, faz-se necessário uma breve discussão sobre os fundamentos teóricos da Ciência Econômica que além de orientar a elaboração do modelo, justifica seu uso. Devido a isto este capítulo estará dividido em uma discussão inicial de caráter mais teórico (2.1 ao 2.2.2), na qual apresenta alguns conceitos necessários ao entendimento dos pressupostos teóricos do modelo, e uma posterior discussão de caráter mais técnico (2.3 ao 2.2.4.1) que serviu de alicerces ao desenvolvimento do modelo de MCSA enquanto ferramenta de análise e cálculo do PIBA.

2.1 Bem Estar

Visando melhorar o papel da economia sobre o bem estar, mecanismos para melhor aferir seu desempenho têm sido criados. Entre algumas alternativas, tem-se a Matriz de Contabilidade Social (MCS), uma ferramenta analítica dos fluxos e interações entre os agentes econômicos. As somas de alguns desses fluxos apresentam o cálculo de variáveis econômicas agregadas, como o Produto Interno Bruto (PIB), que pode ser medido como a soma de todos os valores referentes à demanda de bens e serviços finais por uma economia, ou pode ser medido pela soma de todo o valor adicionado de uma economia.

O cálculo de variáveis macroeconômicas permite uma avaliação do desempenho da economia. Mede-se o desempenho de uma economia para assim tomar as medidas políticas necessárias que permitam a constante melhora das variáveis macroeconômicas como produção, consumo, poupança, renda, investimento, formação de capital fixo, etc. Estas variáveis macroeconômicas são elementos-parte de indicadores de bem estar econômico. Ou seja, o PIB é uma medida da atividade econômica agregada (STIGLITZ *et al.* 2010), mas não é por si só uma medida de bem estar. O PIB expressa em valores monetários a satisfação do consumo de bens e serviços. Frente a isto, pode-se classificar o PIB como componente do bem estar, uma vez que bem estar total é a soma do bem

estar econômico e o bem estar não econômico (DALY; FARLEY, 2009), e o PIB é parte do primeiro.

O bem estar econômico é aquele oriundo da satisfação no consumo de determinados bens e serviços. Ou seja, é o consumo da utilidade que se trata de combinações temporárias e úteis de matéria e energia que servem aos nossos propósitos. O consumo é um meio no sentido de contribuir para o bem estar humano (DALY; FARLEY, 2009).

Logo, pensar em bem estar econômico é pensar na satisfação ou no atendimento das necessidades e desejos humanos através do consumo⁴. Por tanto, não seria o PIB um indicador de bem estar econômico? Seria, se algumas mudanças em seu cálculo fossem realizadas, como a inclusão de algumas variáveis e o tratamento adequado de outras necessárias ao cálculo do bem estar econômico. Algumas mudanças seriam necessárias: a inclusão da oferta de bens e serviços ecossistêmicos, a inclusão da redução da disponibilidade dos mesmos em detrimento da atividade econômica, entender gastos com educação e saúde como investimento em capital humano e não como consumo, a inclusão das atividades domésticas, entre outros.

O PIB não captura o bem estar oferecido pelos bens e serviços proporcionados pela natureza (incluindo a amenidade), assim como não contabiliza a perda da qualidade de água superficial, a exaustão de águas subterrâneas, a poluição do ar, a redução da disponibilidade de peixes e caça, a perda de biodiversidade, a erosão do solo, a desamenidade, ou seja, não computa a perda de qualidade e/ou o esgotamento dos recursos naturais. Estas perdas ambientais quando ocorridas devido às atividades econômicas deveriam ser lançadas com sinal negativo nos balanços do sistema de contas nacionais, uma vez que se trata de perda de capital natural⁵ e, por conseguinte, perda de bem estar (MOTTA, 1995).

A degradação e exaustão ambiental são entendidas como perda de bem estar econômico, uma vez que a indisponibilidade de um determinado recurso natural pode impedir a produção de um bem ou serviço destinado ao consumo (quando se configurar

⁴ Segundo Daly e Farley (2009) as necessidades requeridas para a sobrevivência são biologicamente determinadas. Mas as necessidades exigidas para uma boa qualidade de vida são determinadas de acordo com a percepção do que é necessário para se viver bem, e esta percepção é construída pelos valores que cada indivíduo carrega sob a influência do contexto cultural no qual está inserido.

⁵ “O capital natural é constituído por recursos não-renováveis (petróleo, carvão, minerais, etc) e recursos renováveis, representados por ecossistemas. É convencionalmente utilizado para denominar os estoques de recursos naturais (FOLKE *et al* apud DIAZ; AMIN, 2009, p.6)”.

em insumo da produção deste bem, exemplo: petróleo na produção de plástico). Alguns recursos naturais também são consumidos em forma de bem-final (exemplo: consumo de um peixe para alimentação). Em ambos os casos, a indisponibilidade do recurso natural levará a insatisfação pelo não atendimento de alguma necessidade ou desejo humano.⁶

O bem estar total depende dos recursos econômicos, tais como renda, e de aspectos não econômicos da vida das pessoas (o que elas fazem e o que elas podem fazer, e o ambiente natural que elas vivem). Logo, o bem estar é multidimensional, possuindo as seguintes dimensões-chave: a) padrão de vida material; b) saúde; c) educação; d) atividades pessoais incluindo trabalho; e) voz política e governança; f) conexões sociais; g) ambiente (condições presente e futura); e h) segurança, tanto de natureza econômica quanto física (STIGLITZ *et al.* 2010).

Dessa forma, se o PIB não mede bem estar econômico, tampouco poderia medir o bem estar total, uma vez que aspectos não econômicos, que possuem a propriedade de aumentar a satisfação humana, não são captados. Entretanto, há fatores econômicos que contribuem para o bem estar total, por isso a preocupação em incluir aspectos ambientais no cálculo do PIB que o aproxime de um indicador de bem estar econômico.

2.2 Bem Estar Econômico e a Economia do Meio Ambiente

Medir o bem estar econômico é uma atividade que implica na definição e delimitação das variáveis que o compõem, além da determinação da unidade de medida que melhor expresse seu valor.

A unidade de medida do valor dependerá da conjuntura paradigmática a qual a sociedade está inserida. Uma vez que estamos inseridos em um paradigma do consumo o ideal é que o valor seja mensurado em termos monetários (FUNTOWICZ; RAVETZ, 1993), o que não implica dizer que apenas o que possui preço de mercado é o que possui valor. A intenção é utilizar uma linguagem linear, correspondente ao contexto no

⁶ É sabido que alguns recursos naturais possuem alguns bens substitutos para atender às necessidades e desejos humanos, como no caso do álcool que substitui os combustíveis fósseis na produção de combustível ou uma determinada espécie de peixe que pode ser substituído por outro na alimentação humana. No entanto, aqui estamos considerando que os recursos naturais não possuem substitutos, pois cada um possui características próprias não reproduzíveis.

qual estamos inseridos, para que essa seja captada e entendida. A Economia do Meio Ambiente apresenta algumas das ferramentas multidisciplinares necessárias à mensuração monetária do bem estar econômico. Esta abordagem pode ser classificada em duas correntes principais: Economia Ecológica e Economia Ambiental.

A Economia Ambiental tem suas bases teóricas firmadas nos princípios da Economia Neoclássica, como disponibilidade infinita de recursos; perfeita substitutibilidade entre os fatores de produção (capital K, trabalho T, e recursos naturais R), e compensação de perdas ambientais pelo investimento em capital produzido. Esta corrente ficou conhecida na literatura como corrente da sustentabilidade fraca (ROMEIRO, 2003). Ela oferece instrumental para o trato de questões ambientais (como definição de ótimo de poluição e uso ótimo de recursos naturais) através da economia dos recursos naturais e a economia da poluição.

A Economia Ecológica, ainda que se utilize de alguns conceitos teóricos e ferramentas da economia neoclássica, contrapõem-se a esta no que tange aos itens acima mencionados. Neste sentido, para a Economia Ecológica:

- Não há perfeita substitutibilidade entre os fatores de produção capital K, trabalho T e recursos naturais R, uma vez que os recursos naturais não são substituíveis, pois possuem características não reproduzíveis. Ou seja, na função de produção $Y = (K, T, R)$, uma redução do uso de R não pode gerar o mesmo nível de produção Y, ainda que haja um aumento do uso de K ou T.⁷
- Os recursos naturais não são infinitos, logo o crescimento econômico é limitado por sua disponibilidade.
- Não há níveis de poluição aceitáveis, pois os ganhos econômicos não compensam as perdas ambientais. Logo o ponto de poluição ótima não necessariamente é aquele onde o custo marginal da degradação é igual ao benefício marginal da produção (MOTTA, 1995)⁸.

⁷ Embora o investimento em tecnologia tenha aumentado a otimização dos recursos naturais na produção de bens e serviços (BRASILEIRO; SINISGALLI, 2010), ou seja, é possível produzir a mesma quantidade de determinado produto com um menor uso de um recurso natural, essa otimização tem um limite, logo a produção de bens e serviços é limitada pela disponibilidade de recursos naturais (DALY; FARLEY, 2009).

⁸ O termo marginal é para expressar a variação de uma variável resultante de uma unidade adicional de outra. Ou seja, o custo marginal da degradação é a variação do custo da degradação dada uma unidade adicional de produção, enquanto que o benefício marginal da produção é a variação do benefício resultante de uma unidade adicional de produção.

A Economia Ecológica, ao contrário da Economia Ambiental, é chamada de corrente da sustentabilidade forte, uma vez que ela assume que o desenvolvimento econômico⁹ deve ser sustentável, ou seja, este deve melhorar a qualidade de vida¹⁰ sem necessariamente causar uma diminuição na quantidade dos recursos consumidos.

A Economia Ecológica é um novo campo transdisciplinar de estudo que amplia a relação entre sistemas econômicos e ecossistêmicos. Esta relação para que seja abordada leva a Economia Ecológica a transpor os limites das disciplinas já existentes, ao mesmo tempo em que recebe influência de muitas delas. Ou seja, a Economia Ecológica é uma ciência transdisciplinar, uma vez que ela vai além do conceito normal de disciplina científica e tenta integrar e sintetizar diferentes perspectivas disciplinares (COSTANZA *et al.* 1991).

Além de transdisciplinar, a Economia Ecológica é uma ciência interdisciplinar, e esta interdisciplinaridade é resultado de uma crescente demanda por disciplinas da Ciência Pós-Normal para resolução de problemas que ultrapassam as fronteiras das Ciências Normais ou Aplicadas (FUNTOWICZ; RAVETZ, 1993). O nível de complexidade na resolução de problemas ambientais é um exemplo disto. A Ciência Econômica enquanto Ciência Normal é incapaz de sugerir soluções adequadas às questões ambientais, exigindo assim conhecimentos de outras áreas do saber para propor soluções, como a Ecologia.

No entanto, a Economia Ecológica não se trata de uma simples fusão destas duas ciências, mas da formação de uma nova ciência que se utiliza de ideias e ferramentas das Ciências Sociais, Naturais e Humanas (DALY, FARLEY; 2009), enquadrando-a na categoria de Ciência Pós-normal.

O **gráfico 1** apresenta três categorias de estratégia para solução de problemas. A Ciência Normal se limita ao uso dos conhecimentos de um único campo disciplinar. Nela as incertezas do sistema e o que se põe em jogo são baixos. Uma vez que o problema vai caminhando em direção a um maior nível de complexidade, demandando então o uso de outras especialidades, mas não necessariamente a interação entre elas,

⁹ O desenvolvimento econômico abrange a renda per capita real e outros elementos do bem estar social, como educação, saúde e medidas de qualidade de vida e liberdade humana (SACHS, 2002).

¹⁰ A qualidade de vida é uma noção subjetiva de bem estar englobando dimensões física, psicológica, social e espiritual (COSTANZA *et al.* 2011).

tem-se então a consultoria profissional como proposta a solução deste problema. Por fim, no nível máximo de complexidade, no qual o que se põe em jogo e as incertezas são altos, a Ciência Pós-Normal é apresentada como melhor proposta a solução do problema em questão. Nesta estratégia, diferentes campos do conhecimento buscam a harmonização dos saberes entre eles que ajudem a solucionar o problema, transpassando assim os limites disciplinares que as separam.

Gráfico1 - Estratégia de Resolução de Problemas

Fonte: Funtowicz e Ravetz (1993, p. 36).

A Economia Ecológica é uma Ciência Pós-Normal, enquanto que a Economia Ambiental não se enquadra nesta categoria uma vez que não considera os limites do ambiente quanto à intervenção humana, ignorando assim conhecimentos vindos da Ecologia. Entretanto, ambas as correntes se utilizam de ferramentas da economia neoclássica, ainda que em proporções diferentes. O uso das ferramentas da economia neoclássica para a resolução de problemas ambientais se divide em duas abordagens básicas: a Economia dos Recursos Naturais e a Economia da Poluição, que serão apresentados nos dois próximos sub-tópicos.

2.2.1 Economia dos Recursos Naturais

A Economia dos Recursos Naturais, também conhecida como abordagem dos *inputs*, tem entre as suas preocupações considerar a análise intertemporal do uso dos recursos na busca de se definir uma extração ótima deste (AMAZONAS, 1994). O

objetivo é determinar as quantidades ótimas a serem extraídas em cada período do tempo.

A determinação da extração ótima difere de acordo com a classificação do recurso, que se dá pela sua capacidade de exaustão e/ou sua capacidade de renovação. Ou seja, a definição de um recurso natural como exaurível ou não exaurível dependerá da velocidade de extração e reposição natural do recurso. Se a velocidade de extração de um recurso supera seu processo de reposição natural ao ponto que gere uma redução do seu estoque total, este recurso é exaurível. Os recursos não-exauríveis são, por sua vez, aqueles cuja velocidade de extração é mais lenta que seu processo de reposição natural (SILVA, 2003).

Os recursos ainda podem ser classificados como sendo renováveis ou não renováveis. Os renováveis são aqueles que têm a capacidade de reprodução e crescimento, enquanto que os não renováveis são aqueles formados por processos geológicos que tomaram milhões ou bilhões de anos. Estes existem na forma de estoques físicos e, sendo assim, uma vez extraídos não podem ser renovados, como ocorre com o petróleo. Os renováveis ainda se dividem em organismos vivos (recurso de estoque, como os recursos pesqueiros) e sistemas inanimados, que podem ser de fluxo (i.e., energia solar, eólica, maremotriz e geotérmica) ou podem ser de estoque (i.e., água e sistemas atmosféricos). O **figura 1** abaixo resume as classificações mencionadas (PERMAN, 1999).

Figura 1 - Classificação dos Recursos Naturais
Fonte: Perman (1999).

A determinação da extração ótima dos recursos exauríveis está estruturada na teoria da Regra de Hotelling que diz que a trajetória de uso ótimo de um recurso se dá quando os preços deste evoluírem ao ritmo da taxa de desconto, que é igual à taxa de juros do mercado. A taxa de desconto é uma taxa de valor percentual que busca obter o valor presente de uma sequência de receitas, ou seja, a taxa de desconto traz para valores atuais receitas futuras, levando em conta a preferência positiva no tempo e os custos de oportunidade do capital (AMAZONAS, 1994).

Na determinação da extração ótima dos recursos renováveis considera-se a sua capacidade natural de crescimento e reprodução. Alguns destes recursos podem ter sua utilização e reprodução gerenciadas, dada a sua condição de bem privado (ex.: recursos madeireiros) e outros não, como no caso dos recursos pesqueiros que são bens comuns.¹¹ No primeiro caso, o da silvicultura, a reprodução e a extração (colheita) estão sob o controle do proprietário que tomará a decisão de extrair ou não baseado na maximização do valor do seu investimento. No segundo caso, o dos recursos pesqueiros, não há possibilidade de direito de propriedade¹², e a extração ótima requer uma taxa de uso sustentável do recurso renovável. Ou seja, no longo prazo a taxa de extração deveria ser menor ou igual a taxa de regeneração natural do recurso.

As implicações para a determinação da extração ótima dos recursos, sejam eles de propriedade comum ou de uso exclusivo, são muitas. A gestão dos recursos quando propriedade exclusiva é mais fácil, uma vez que o proprietário irá querer prolongar o máximo os ganhos oriundos da extração desse recurso. Os recursos de propriedade comum, por sua vez, tendem a ser mais dificilmente gerenciados quando da busca de uma extração ótima, porque na dúvida de sua disponibilidade futura, todos os agentes que têm acesso a este recurso irão buscar extrair o máximo possível dele hoje.

¹¹ Bens podem ser classificados em bens públicos, recurso comum, bens privados e monopólio natural. Esta classificação é realizada pela condição de rivalidade e excludibilidade de um recurso. No caso dos recursos comuns eles são rivais, mas não excludentes, enquanto que os bens públicos não são rivais nem excludentes. (MANKIW, 2001).

¹² Neste caso, refere-se a recursos pesqueiros oriundos de ambientes que não estejam sobre propriedade privada, como mares, oceanos, rios e lagos.

2.2.2 Economia da Poluição

A Economia da Poluição, também chamada de abordagem dos *outputs* (AMAZONAS, 1994), preocupa-se na determinação de um ótimo de poluição. Os recursos renováveis de estoque são o centro de preocupação desta abordagem, uma vez que são eles os sumidouros dos *outputs* das atividades econômicas.

Para a Economia Ecológica o ótimo de poluição é aquele onde a depuração e/ou eliminação de poluentes se dá sem comprometer a qualidade do recurso. Por sua vez, na abordagem da Economia Ambiental, o ótimo de poluição se dará quando os benefícios marginais da poluição se igualarem aos seus custos marginais. Isso implica que alguns níveis de poluição podem ser tolerados ou aceitos, contanto que seus benefícios superem seus custos.

Entretanto, deve-se considerar que os custos sociais são diferentes dos custos privados. Logo, se os custos sociais são superiores aos privados, mas os níveis de poluição estiverem na intersecção dos benefícios marginais com os custos privados, muito provavelmente haverá um caso de externalidade.

As externalidades podem ser positivas ou negativas¹³. Externalidades negativas são falhas de mercado que ocorrem quando uma atividade ou transação causa uma perda de bem estar não intencional em uma das partes envolvidas na transação e nenhuma compensação ocorre (DALY; FARLEY 2009). A poluição do ar devido à produção de um bem é um exemplo de externalidade negativa.

Uma forma de corrigir o problema das externalidades e buscar um ótimo de poluição onde os benefícios sejam iguais aos custos é a internalização das externalidades, procedimento conhecido como taxa pigouviana. A taxa pigouviana é uma cobrança pelo uso do recurso referente à diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social (CÁNEPA, 2003), que busca reduzir a emissão de poluentes e/ou redução do uso do recurso através da taxação pelo uso destes.

Através destas abordagens (Economia dos Recursos Naturais e Economia da Poluição), identificam-se, no instrumental teórico da Ciência Econômica, ricas ferramentas no auxílio à gestão dos recursos naturais. A utilização ótima dos recursos escassos é um dos princípios básicos desta ciência e a manutenção da economia

¹³ Estes conceitos serão mais adiante retomados e exemplificados para uma melhor compreensão.

enquanto fluxos entre agentes econômicos (produção e consumo) é claramente dependente da disponibilidade dos recursos naturais.

A produção de bens e serviços tem por objetivo final a promoção de bem estar. Se este bem estar é comprometido pelo próprio processo que o promove, um resultado líquido deve ser buscado, ou seja, os benefícios menos os seus custos. A Contabilidade Nacional apresenta em termos monetários o PIB como parte de um indicador de bem estar econômico. Entretanto, ao não incluir a redução do bem estar frente a externalidades negativas da degradação e depleção, este não reflete a satisfação líquida resultante da produção e consumo de bens e serviços. E é devido à evidência da necessidade de mudança do cálculo do PIB para a consideração das questões aqui mencionadas que a Organização das Nações Unidas (ONU) traz em seu manual de Contas Nacionais (2003) uma proposta de correção do PIB em termos ambientais.

2.3 Contabilidade Nacional e o Ambiente

O Sistema de Contas Nacionais (SCN), publicado pela ONU em 1968 e com última revisão datada em 2008¹⁴, tem o objetivo de calcular todas as transações realizadas pelos agentes econômicos (famílias, empresas, governo e resto do mundo¹⁵) dentro de uma economia no período de, geralmente, um ano. São contabilizados os processos de geração, circulação e apropriação de riqueza¹⁶ em valores monetários que permitem o cálculo de indicadores macroeconômicos, possibilitando assim o acompanhamento da conjuntura econômica do país, no objetivo de elaborar políticas que contribuam positivamente para a constante melhora desses indicadores (PAULANI,

¹⁴ 2003 foi o ano da última revisão do SCN, cujo aborda a preocupação em inserir a contabilidade dos recursos naturais no Sistema de Contas Nacionais iniciada em 1993. Houve, entretanto, oito versões do manual de Sistema de Conta nacionais, a primeira em 1953 seguida das de 1958, 1968, 1991, 1993, 2000, 2003 e 2008.

¹⁵ Resto do mundo é a nomenclatura econômica utilizada como referência a todos os países que compõem o mundo, exceto o país a qual a contabilidade nacional em questão se refere.

¹⁶ Marx (1988) define riqueza como o acúmulo de mercadoria (bens produzidos: fruto da transformação de insumos em bens com utilidade através da utilização do trabalho humano).

2005). O principal agregado macroeconômico resultante da Contabilidade Nacional é o PIB. E a variação deste, de um ano para o outro, é tomado como a medida de crescimento econômico dos países.

A Contabilidade Nacional busca medir o bem estar econômico dos agentes, que se baseia na alocação ótima dos recursos entre os mesmos. Cada agente tem opções de alocação dos recursos dentro da sua cesta de bens, que possibilita otimizar sua satisfação, baseado em suas preferências (MANKIW, 2001). Dentro desta perspectiva, o bem estar econômico dos agentes está diretamente relacionado com os níveis de acumulação de riqueza, ou seja, o acúmulo de bens de valor econômico, sejam estes tangíveis ou intangíveis, que possibilitem a ampliação do consumo futuro.

Entretanto, como já mencionado, os aspectos econômicos são atualmente entendidos como alguns dos componentes do bem estar total. Entretanto, o questionamento com relação a extensão e composição do que viria a ser bem estar, e como este deveria ser mensurado, só começou a ser mais evidentemente levantado a partir do final do século XX, quando a necessidade de se mensurar o bem estar apresentou o PIB como insuficiente para tal, uma vez que negligenciava variáveis importantes como saúde, educação, lazer e ambiente.

A inclusão de avaliações de caráter social no bem estar foi concretizado com criação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), elaborado por Amartya Sen e Mahbub ul Hag em 1990, o qual inclui a expectativa de vida ao nascer, a educação e o PIB *per capita* em seu cálculo (PNUD, 2012). O PIB continua sendo um indicador de desempenho econômico, mas não de desenvolvimento ou bem estar. O IDH é entendido então como uma medida de desenvolvimento humano de caráter comparativo entre os países, que são ordenados com pontuação que vai de zero a um. Quando mais próximo de um, maior o IDH.

No entanto, mesmo se limitando a uma medida de variação de riqueza, o PIB passa a ser questionado por apresentar falhas metodológicas no cálculo da riqueza agregada, como o de ignorar a relação ambiente-economia-ambiente. Estes equívocos são aclarados com a quebra de um paradigma: a autonomia do sistema econômico, que é a capacidade do sistema econômico de garantir os fluxos de bens e serviços entre os agentes econômicos sem estarem limitados pelas condições impostas pelo ambiente e sociedade.

Alíer (2007) diz que a economia é um subsistema de um sistema maior que o contém. A economia está inclusa na esfera social, e esta por sua vez, é parte da biosfera

(figura 1). Para exemplificar, o autor apresenta o caso do preço do petróleo que não só tem a influência de interesses políticos e de direito de propriedade sobre a sua determinação, mas também é determinado pela capacidade de suporte da biosfera na emissão de gases poluentes, desde que as obrigações ambientais redirecionam investimento para fontes alternativas, por exemplo. Ou seja, a determinação dos preços dos bens não é regida apenas por fatores econômicos, mas também sociais, políticos e ambientais.

Figura 2- Os Três Níveis da Economia Ecológica

Fonte: Alier (2007, p. 48)

A discussão em torno da autonomia do sistema econômico frente às questões ambientais atribui ao ambiente um papel antes ignorado devido à crença na disponibilidade infinita de recursos naturais. Sendo assim, o ambiente nas análises econômicas passa a preencher quatro funções (BERGER, 2005):

1. Ofertar recursos naturais necessários à produção de bens;
2. Ambiente de descarte do subproduto das atividades econômicas;
3. Ofertar bens naturais para consumo; e
4. Suporte a vida.

Uma vez reconhecido que há interação ambiente-economia, qual a razão pela qual o uso de recursos naturais como bem e/ou serviço no processo de produção não são contabilizados na Contabilidade Nacional, e consequentemente no PIB?

Segundo Motta (1995), o volume/valor do PIB dependerá do conjunto das atividades consideradas produtivas. Estas atividades estarão delimitadas pelo que chamamos de *fronteira de produção*. Uma atividade só é capaz de gerar renda caso esteja incluída nesta fronteira de produção. Logo, “todas aquelas atividades não incluídas dentro da fronteira, não são registradas pelas Contas Nacionais, e, portanto não afetam o PIB” (DIAZ; AMIN, 2011, p. 5).

Para uma atividade estar incluída na fronteira de produção, de acordo com a atual metodologia do Sistema de Contas Nacionais (SCN) utilizado pelo Brasil, é imprescindível que esta gere renda, como supracitado, “... a produção é a única fonte de variação da riqueza, e essa variação da riqueza disponível para consumo ou acumulação, é a renda. Não pode haver geração de renda sem haver produção, e vice-versa” (MOTTA, 1995, p. 14). Desta forma pode-se afirmar que uma atividade para gerar renda teve que passar pelo processo produtivo. Por este motivo, os recursos naturais “cedidos gratuitamente” pela natureza não podem constar dentro da fronteira de produção, isto inviabiliza sua mensuração nas Contas Nacionais e consequentemente há uma indiferença por parte do SCN com relação à exaustão e degradação dos recursos naturais.

O adequado seria adotar para a depreciação de capital natural o mesmo procedimento adotado para a depreciação do capital fixo no cálculo do Produto Interno Líquido (PIL). Este assume que há um desgaste dos ativos fixos da economia dado a sua utilização no processo produtivo e preocupa-se em contabilizar estas perdas, uma vez que serão despendidos recursos para recuperação e manutenção destes ativos. Desta forma, este se torna um indicador mais indicado para a variação de riqueza.

$$\text{PIL} = \text{PIB} - \delta\mathbf{K} = \mathbf{C} + \mathbf{IL} + (\mathbf{X} - \mathbf{M}) \quad (1)^{17}$$

onde $\delta\mathbf{K}$ é a depreciação de capital fixo no período, $\mathbf{C}$ o consumo, $\mathbf{IL}$ o investimento líquido (investimento bruto menos a depreciação), $\mathbf{X}$ exportações e $\mathbf{M}$ importações. Neste cálculo a depreciação contabilizada não inclui a exaustão e degradação dos recursos naturais, que estes são admitidos como não fazendo parte da fronteira de produção.

¹⁷ (INEGI, 2006, p. 22).

Dentro desta perspectiva, algo se torna implícito: uma vez que o PIL contabiliza apenas a renda gerada a partir das atividades produtivas e considera apenas a depreciação do capital fixo e não do capital natural, pode-se concluir que quanto mais se degrada e se exauri os recursos naturais em prol da atividade produtiva, mais a economia cresce. Esta afirmação permite questionar a legitimidade das informações apresentadas pelo Sistema de Contas Nacionais acerca do crescimento econômico que eventualmente não se caracteriza em desenvolvimento econômico, e ainda menos em desenvolvimento sustentável.

O ambiente é o principal fornecedor de insumos da atividade produtiva, como também o principal receptor do resultado do fluxo de seu funcionamento, ou seja, dos resíduos, em decorrência da incapacidade de sua reciclagem automática (CARVALHO, 2008). Dessa forma, percebe-se que há uma forte interação entre o ambiente e as atividades produtivas, não podendo assim ser descartada a necessidade de incluí-lo na mensuração dos agregados econômicos da Contabilidade Nacional.

Frente a todas as questões de cunho metodológico apresentado para o cálculo do PIB como parte de um indicador de bem estar econômico, uma demanda pela revisão da metodologia da Contabilidade Nacional surge. Pois o que nós medimos afeta o que nós fazemos, e se nossas medidas são falhas, decisões devem ser distorcidas (STIGLITZ; SEN; FITOUSSI; 2010). Levanta-se então o seguinte questionamento: o que o ambiente representa para a Economia, e de que forma este deve ser tratado dentro dos cálculos dos agregados macroeconômicos, como o Produto Interno Bruto ou o Produto Interno Líquido?

É possível encontrar na literatura inúmeras propostas para o cálculo do bem estar e o trato do ambiente na medida do PIB. Nessas a questão da intertemporalidade é um dos pontos principais a serem considerados, no intuito de que a sustentabilidade do crescimento econômico ou do desenvolvimento econômico¹⁸ dos países seja medida. O Relatório Stiglitz, Sen e Fitoussi (2010) traz um breve sumário sobre as propostas existentes na literatura sobre a medição do desenvolvimento sustentável. Estes são divididos entre: a) largo e eclético painel de instrumentos; b) índices compostos; c) índices que consistem na correção do PIB e d) indicadores que focam no consumo excessivo e na falta de investimentos.

¹⁸ Para detalhes sobre as diferenças entre crescimento, desenvolvimento, e desenvolvimento sustentável ver Ignacy Sachs (2007).

Em painéis de ferramentas ou conjunto de indicadores estão: a) a Agenda 21, adotada na Rio 92, no qual em seus 40 capítulos convida os países signatários a desenvolver informações quantitativas sobre suas ações e cumprimentos; b) a Estratégia de Desenvolvimento Sustentável em 2001, elaborado pela Organização de Cooperação Econômica (OCDE), o Escritório de Estatística da União Européia (Eurostat) e o Conselho Europeu; e c) outros de pequena repercussão, desenvolvidos isoladamente por alguns países.

Na categoria de índices compostos incluem-se: o Índice Econômico de Bem estar de Osberg e Sharpe, que simultaneamente abrangem prosperidade corrente, acumulação sustentável e tópicos sociais; e o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI) e o Índice de Performance Ambiental (EPI). O ESI abrange 5 domínios: sistemas ambientais, estresse ambiental, vulnerabilidade humana, capacidade social e institucional e aliança global (cooperação com outros países no gerenciamento de problemas ambientais comuns). O EPI, por sua vez, é uma forma reduzida do ESI, que se caracteriza em recomendações políticas baseadas em 16 indicadores.

Classificado como PIBs Ajustados está a Medida Sustentável de Bem estar Econômico (SMEW) de Nordhaus e Tobin, que oferece dois indicadores: a Medida de Bem estar Econômico (MEW) – obtido pela subtração, no total do consumo privado, de um número de componentes que não contribuem positivamente para o bem estar e pela adição de estimativas monetárias que contribuem positivamente para o bem estar; e o próprio SMEW, que é resultado da inclusão das mudanças da riqueza total no cálculo do MEW (STIGLITZ, SEN, FITOUSSI, 2010).

Segundo os autores supracitados (op. cit.), na tentativa de melhorar a abordagem de Nordhaus e Tobin, outras propostas foram desenvolvidas: o Índice de Bem estar Econômico Sustentável (ISEW) e o Indicador de Progresso Genuíno (GPI). Estes indicadores deduzem do consumo algumas avaliações do custo de água, ar e poluição sonora, e buscam contabilizar: a perda de zonas úmidas, campos agrícolas, e florestas primárias; a depleção de outros recursos naturais; e os prejuízos do CO₂ e depleção da camada de ozônio.

Ainda na condição de PIBs Ajustados, há o *System of Integrated Environmental and Economic Accounting* (SEEA), uma proposta da Organização das Nações Unidas (ONU) apresentado em seu manual de Contas Nacionais, que deduz do PIL a degradação e exaustão ambiental para a obtenção do Produto Interno Líquido Ecológico (PILE) ou Produto Interno Líquido Ajustado Ambientalmente (PILA), como também é

chamado. Proposta que serviu de orientação para o modelo desenvolvido no presente trabalho.

A proposta do SEEA inclui o ambiente através de uma conta satélite, classificando os recursos naturais com preço de mercado de **ativos econômicos não-produzidos** e os recursos naturais sem preço de mercado, **ativos ambientais não-produzidos**. A degradação e exaustão destes é chamada de **depreciação do capital natural**, e suas reservas são chamadas de **estoque de capital natural**.

Através da metodologia do SEEA o impacto das atividades econômicas sobre o estoque físico dos recursos naturais é evidenciado. Atribuir valores monetários trata apenas de buscar uma unidade de medida comum para a economia e o ambiente, embora os montantes físicos fiquem registrados na memória de cálculo do SEEA.

O resultado final será a consideração do ambiente dentro do cálculo dos agregados macroeconômicos, ou seja, a inclusão das variáveis ambientais na Contabilidade Nacional. Com isto, o equívoco de registrar perda de qualidade ambiental como crescimento de riqueza é parcialmente corrigido. De forma não explícita, mas evidente, o ambiente passa a ser considerado, para análise do desempenho econômico, um agente deste. Trocas entre os agentes econômicos (famílias e empresas) e o ambiente passam a ser contabilizados.

Por fim, há os indicadores classificados como aqueles que focam no consumo excessivo e na falta de investimento, entre eles estão o *Adjusted Net Saving* – ANS – (Poupança Líquida Ajustada) e a Pegada Ecológica. O ANS é um indicador de sustentabilidade que trabalha com base nos conceitos de contas nacionais verdes, mas reformula estes conceitos em termos de estoque ou riqueza ao invés de fluxo de renda ou consumo. E a Pegada Ecológica seria utilizada como uma unidade genérica de diferentes formas de pressão que a humanidade exerce sobre a capacidade regenerativa da Terra (STIGLITZ; SEM; FITOUSSI, 2010, p. 75).

2.4 Fundamentos para a Elaboração da MCSA

A construção de um modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental (MCSA) para a região da Amazônia Legal brasileira teve como bases teóricas, além da própria MCS convencional, os modelos de Matriz de Insumo-Produto Ambiental

(MIPA) e as orientações do manual de Contas Nacionais da ONU sobre o Sistema de Contabilidade Econômica e Ambiental Integrada.

2.4.1 Contribuições do Manual da ONU para Inserção do Ambiente no SCN

A Organização das Nações Unidas (ONU) em seu manual de Contas Nacionais apresenta o Sistema de Contas Econômicas e Ecológicas Integradas – SEEA¹⁹ (1993, 2000 e 2003). Trata-se de um Sistema de Contas Nacionais (SCN) que integra as tabelas de oferta e uso, os balanços de ativos e contas de renda, identificando e incluindo recursos naturais em uma mesma estrutura, para a compilação de agregados macroeconômicos ajustados ambientalmente que permitem analisar o custo do consumo de capital natural (BATELMUS, 2009). Ver **anexo A**.

Os agregados macroeconômicos que se desejam obter com esta estrutura são: o Valor Adicionado Líquido Ecológico (VALE), o Produto Interno Líquido Ajustado Ambientalmente (PILA) e a Acumulação de Ativos Líquida Ajustada Ambientalmente (K_{t+1})²⁰. Estes podem ser apresentados como a soma total e elementos das identidades contábeis convencionais, que são mantidas no SEEA da seguinte forma (ONU, 2000):

a) Identidade Gastos – Oferta

$$O+M = CI+C+FC+E \quad (2)$$

Onde:

O é a oferta de bens e serviços

M é o montante de bens e serviços importados

CI é o consumo intermediário de bens e serviços

C é o consumo final

¹⁹ *System of Integrated Environmental and Economic Accountings (SEEA)*

²⁰ Os ativos da economia são o acúmulo de bens produzidos e não consumidos (estoques) e de máquinas, equipamentos, prédios (fatores do processo produtivo), ou seja, é tudo aquilo que não foi consumido no ano contábil, mas sim estocado, ou dado a sua natureza, será consumido gradativamente através do seu uso no processo produtivo (depreciação).

FC é a formação de capital

E é as exportações

b) Identidade do VALE para o setor j

$$\text{VALE}_j = X_j - \text{CI}_j - \text{CC}_j - \text{CD}_j \quad (3)$$

Onde:

X_j é a produção total do setor j

CI_j é o custo da produção do setor j²¹

CC_j é consumo de capital fixo (depreciação) do setor j

CD_j é o custo de degradação e depleção do setor j

c) Identidade PILA para a economia como um todo

$$\text{PILA} = \sum \text{VAE}_j - \text{CDf} = \text{PIL} - \text{CD} = \text{C} + \text{CF} - \text{CC} - \text{CD} + \text{X} - \text{M} \quad (4)$$

Onde:

CDf é os custos ambientais gerados pelas famílias

PIL é o produto interno líquido

CD é o custo de degradação total dos agentes econômicos.

Para o cálculo da Acumulação de Ativos Líquida Ajustada Ambientalmente da economia, o relatório classifica os recursos naturais em:

Figura 3 - Classificação dos Ativos

Fonte: INEGI (2008).

²¹ O custo de produção de um setor é parte do consumo intermediário da economia, ou seja, a soma total do custo de produção de todos os setores é o consumo intermediário da economia.

Uma vez classificados os ativos é possível calcular o balanço total de ativos líquido da economia ajustado ambientalmente.

$$K_{t+1} = K_t + (I_t - \delta K_{ept}) - (EG_{kenpt} + EG_{kanpt} + DG_{kanpt}) + (\Delta I_{kenpt} + \Delta I_{kanpt}) + R_{kept} + R_{kenpt} + R_{kanpt} \quad (5)$$

Onde:

K_{t+1} é o total de ativos líquido ajustado ambientalmente ao final do período t.

K_t é o total de ativos ao início do período t.

I_t é a formação de capital bruta ao início do período t.

δK_{ept} é a depreciação do capital fixo (ativos econômicos produzidos) no início do período t.

EG_{kenpt} é o esgotamento dos ativos econômicos não-produzidos.

EG_{kanpt} é o esgotamento dos ativos ambientais não-produzidos.

DG_{kanpt} é a degradação dos ativos ambientais não-produzidos.

ΔI_{kenpt} é a variação dos ativos econômicos não-produzidos.²²

ΔI_{kanpt} é a variação dos ativos ambientais não-produzidos.

R_{kept} é a reavaliação dos ativos econômicos produzidos.

R_{kenpt} é a reavaliação dos ativos econômicos não-produzidos.

R_{kanpt} é a reavaliação dos ativos ambientais não-produzidos

Nesta abordagem o conceito de ativo é ampliado para incluir recursos naturais, entendidos como capital natural K_n ²³. A depreciação deste é a depleção (perda de quantidade) e degradação (perda da qualidade) dos recursos naturais.

Logo o PILA será igual ao Produto Interno Bruto da Economia menos a depreciação de capital fixo e natural K_n , **equação 6**.

$$PILA = PIB - (\delta K + \delta K_n) \quad (6)^{24}$$

Ao considerar: a) produção, consumo, exportação e importação de produtos de proteção ambiental; b) estoque de ativos ambientais; c) investimento para a formação de capital natural bruto; d) consumo e degradação de capital natural; é possível montar uma estrutura que apresente os fluxos entre economia e meio ambiente incluindo variáveis como depreciação e impostos ambientais (ver **anexo A**).

²² I_t é a formação bruta de capital total do período. Formação de capital é o mesmo que investimento, e ativos o mesmo que capital. Logo quando citado formação de capital ou investimento estaremos nos referindo à mesma variável, da mesma forma que não há distinção entre capital e ativo.

²³ O capital natural é a soma do ativo econômico não produzido e o ativo ambiental que é, por sua vez, também não produzido.

²⁴ A equação 6 é um resumo da equação 4, uma vez que, a soma de todos os valores adicionados de uma economia (que não incluía depreciação) é o PIB desta economia.

No presente trabalho, tem-se a degradação das condições ambientais naturais que permitem o controle do clima em decorrência da emissão óxido nitroso, metano e dióxido de carbono, ou seja, a perda de qualidade de um recurso renovável de estoque, e ativo ambiental não produzido.

O SCN oferece as contas necessárias para a elaboração da Matriz de Insumo-Produto e Matriz de Contabilidade Social (MCS). A expansão da MCS para a inserção do capital natural, que será aqui apresentada, também recebeu influência dos diferentes modelos de MIP ambiental.

2.4.2 Modelos de Insumo-Produto Ambiental

A Matriz de Insumo-Produto (MIP) é uma estrutura analítica desenvolvida por Wassily Leontief no final da década de 1930. Este modelo consiste de um sistema linear de equações que descrevem a distribuição dos produtos das indústrias através da economia. Sua proposta fundamental é analisar as interdependências dos setores em uma economia. As extensões dadas à estrutura básica da MIP são introduzidas para incorporar detalhes da atividade econômica e para acomodar limitações de disponibilidade de dados ou para conectar o modelo de MIP a outros tipos de ferramentas de análise econômica (MILLER; BLAIR, 2009).

A MIP convencional é um importante instrumento na análise da estrutura econômica de uma dada região. Ela permite a análise dos seguintes aspectos: a) o impacto da variação da demanda final (variável exógena) sobre os fluxos inter-industriais da economia; b) o poder de geração de emprego, produção, renda dos setores, dada uma variação na produção dos setores destinada à demanda final; c) a determinação dos setores chaves da economia, através dos seus índices de ligação, que medem a importância dos setores enquanto demandantes e ofertantes de insumos na economia; entre outras utilidades. Abaixo o **quadro 1** apresenta a estrutura da Matriz de Insumo-Produto convencional.

		Setores compradores (j)				Demanda final (Y)	Produção total (X)
		1	2	3	n		
Setores vendedores (i)	1	Matriz Z - Formada pelas relações de compra e venda entre os setores da economia.				Vetor Y - Categoria formada pelas famílias, governo, investimento e exportações. Representa o consumo de bens e serviços finais.	Vetor X- É a soma da produção total de bens e serviços destinados ao consumo intermediário e final.
	2						
	3						
	m						
Valor adicionado		Categoria formada pela remuneração do trabalho, impostos, rendimentos do setor financeiro, aluguéis, lucros, etc.					
Importações		Vetor referente às importações oriundas do resto do mundo					
Produção total X		Vetor X' - soma total das despesas realizadas pelos setores para a produção de bens e serviços.					

Quadro 1- Estrutura da Matriz de Insumo-Produto

Fonte: elaboração própria com base em Miller e Blair (2009) e Guilhoto (2009).

A matriz de fluxos interindustriais de bens (Z) é formada pelos setores da economia que compram (setores que vão de 1 a n) e os que vendem (setores que vão de 1 a m). Esta matriz e a produção total da economia (X) oferecem as informações necessárias para o cálculo da matriz de coeficientes técnicos diretos (A). O coeficiente técnico (a_{ij}) mensura, em valores monetários, quanto o setor j usou de bens do setor i para sua produção total. Ou seja, apresenta a proporção de insumos vendidos ao setor j pelo setor i em relação à produção total do setor j.

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (7)$$

Onde z_{ij} representa as vendas intersetoriais do setor i ao setor j e x_j , a produção total do setor j.

Uma vez que a produção total é a soma da matriz de fluxos interindustriais e a demanda final da economia, pode-se demonstrar a relação (8) como se segue:

$$X = A \hat{X} + Y \quad (8)$$

Resolvendo a **equação 8**, obtém-se a produção total necessária para satisfazer a demanda final:

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (9)$$

Onde $(I - A)^{-1} = L$ é a matriz de coeficientes diretos e indiretos ou, simplesmente, a inversa da matriz de Leontief.

Cada elemento de L (l_{ij}) deve ser entendido como sendo a produção total do setor i necessária para produzir uma unidade da demanda final do setor j (GUILHOTO, 2009).

A matriz de insumo-produto apresenta parte dos fluxos entre os agentes econômicos, empresas e famílias²⁵, como representados no fluxo circular de renda da economia (**figura 4**), em que empresas demandam os fatores de produção das famílias e as remunera por isso. Em contrapartida, as famílias demandam das empresas bens e serviços e pagam por eles.

Figura 4 - Fluxo Circular de Renda

Fonte: Mankiw (2001, p. 102).

Entretanto, na estrutura convencional da matriz de insumo-produto não há a presença das questões referentes ao ambiente, como, por exemplo, a emissão de poluentes e a especificação das atividades de abatimento destas emissões. As atividades de abatimento estão inclusas em setores já existentes, tais como máquinas e

²⁵ Por questão de simplificação o fluxo não inclui governo e resto do mundo, entretanto o governo compõe as empresas na prestação de serviços públicos e é uma das categorias da demanda final, já que demanda bens e serviços das indústrias. O resto do mundo é representado na demanda final pela categoria de exportações líquidas (exportações menos importações).

equipamentos (chaminés de indústrias, por exemplo) e prestação de serviços (manutenção de área natural protegida).

Uma vez que há fluxos entre a economia e o meio ambiente, torna-se necessária a inclusão e especificação das questões ambientais na matriz de insumo-produto. Estes fluxos podem ser visualizados na **figura 5**. A economia (empresas, famílias, governo e resto do mundo) demanda do ambiente bens intermediários - matéria-prima utilizada no processo produtivo - e bens finais, consumidos pela demanda final. Em contrapartida, a economia deposita no ambiente resíduos, como a emissões de poluentes.

Ainda na **figura 3**, há os fluxos dentro da economia, já demonstrados na **figura 1**, e há os fluxos dentro do ambiente. Estes últimos se dão, por exemplo, no serviço prestado pela luz solar no processo de fotossíntese, como também no trabalho das abelhas na polinização. A mensuração dos fluxos totais referentes ao ambiente é, para o momento, impraticável.

Figura 5 - Inter-relações entre Economia e Ambiente

Fonte: ONU (2000, p.31).

Herman Daly (1968) apresentou as bases conceituais para a elaboração de uma matriz de insumo-produto que contempla os fluxos mencionados no **quadro 2**. Neste modelo, intitulado Modelo Econômico Ecológico, uma sub-matriz do ecossistema é criada e interligada à matriz de fluxos econômicos inter-industrial setor por setor, assim como as regiões são interconectadas em um modelo de matriz insumo-produto inter-regional²⁶.

²⁶ A matriz de insumo-produto inter-regional apresenta os fluxos inter-industriais entre uma região A e uma região B, e os fluxos dentro destas regiões (Miller; Blair, 2009).

A justificativa para tal modelo está na argumentação de que os fluxos de recursos materiais do ambiente para a economia tornam possível a produção de bens, e esta produção resulta em vários fluxos da economia para o ambiente. Estes fluxos, por sua vez, afetam a capacidade do ambiente para substituição dos recursos que foram inicialmente retirados pela economia (HUANG *et al.* 1994).

A Matriz de Insumo-Produto Econômica Ecológica assume a seguinte estrutura.

	Setores	Processos Ecológicos
Setores	Fluxos entre setores econômicos.	Fluxos da economia para o ecossistema.
Processos Ecológicos	Fluxos do ecossistema para os setores econômicos.	Fluxos dentro do ecossistema.

Quadro 2 - Estrutura Básica do Modelo Econômico Ecológico

Fonte: Miller e Blair (2009).

Dada a complexidade da mensuração dos fluxos dentro do ambiente, foram elaboradas algumas propostas de matriz de insumo-produto ambiental, que contemplam os fluxos economia – ambiente – economia. Em 1970, Leontief elaborou um modelo que inclui a emissão de poluentes e as atividades de abatimento destes poluentes. Este trabalho apresentou as bases para o modelo de Geração/Eliminação de Poluição, também chamado de Modelo de Leontief Aumentado (MILLER; BLAIR, 2009).

No Modelo de Geração/Eliminação de Poluição, a poluição é entendida como um subproduto criado pelas atividades econômicas de cada setor. Parte da poluição emitida é tolerada, representado pelo valor negativo no vetor de demanda final da **tabela 1**, e outra parte é assumida para ser abatida. Esta é a diferença entre o valor total da poluição emitida pelos setores e a quantidade tolerável (6), valor presente na produção total de geração de poluição na tabela abaixo.

Tabela 1 - Matriz Estrutural da Economia Nacional com Produção e Eliminação de Poluentes²⁷.

	Manufatura	Serviços	Abatimento da Poluição	Produção intermediária	Demanda Final	Produção Total
Manufatura	15	25	0,6	40,6	59,4	100
Serviços	20	5	1,2	26,2	73,8	100
Geração de Poluição	5	4	0	9	-3	6

Fonte: Miller e Blair (2009, p. 479).

²⁷ Valores hipotéticos em unidades físicas.

A tolerância de um dado nível de poluição é definida não necessariamente por aspectos ambientais, mas pelo anteriormente mencionado com relação ao ótimo de poluição pela perspectiva da corrente da economia ambiental, onde alguns níveis de poluição são aceitos e tolerados dado a sua compensação em termos de benefício econômico. Para a eliminação de parte da poluição, assume-se que algum custo deve ser incorrido através do pagamento para um setor, por isso há a inclusão da atividade de abatimento da poluição.

A matrix de coeficientes técnicos e coeficientes de poluição A_p é encontrada multiplicando-se a matriz de fluxos inter-industriais Z_p , que aqui incluem geração da poluição e abatimento da poluição, pelo vetor de produção total diagonalizado a inversa $\hat{X}^{-1}$.

$$A_p = Z_p \hat{X}^{-1} \quad (10)$$

O coeficiente técnico²⁸ (**figura 6**) é o rateio entre o valor do insumo comprado pelo setor j ao setor i e o valor da produção total do setor j . O coeficiente técnico indica a quantidade de insumo do setor i que é necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j (GUILHOTO, 2009). Os coeficientes de poluição apresentam produção física de cada poluente por unidade de valor da produção setorial, ou seja, é a quantidade de poluição emitida pelo setor j para a produção de uma unidade de produto do setor j .

Figura 6 - Matriz de Coeficientes Técnicos do Modelo de Geração e Eliminação de Poluição

Fonte: elaboração própria baseada em Miller e Blair (2009).

²⁸ Os termos coeficiente de insumo-produto e coeficiente de insumo direto também são utilizados para se referir ao coeficiente técnico (MILLER, BLAIR, 2009).

Da mesma forma do modelo tradicional de Leontief (equação 9), a produção total é calculada através do produto da matriz $(I - A_p)^{-1}$, pela demanda final f_p .

$$X_p = (I - A_p)^{-1} f_p \quad (11)$$

Através do Modelo de Geração/Eliminação de Poluição é possível a representação dos fluxos entre os agentes econômicos (neste exemplo: setor 1, setor 2 e demanda final) e entre a economia e o ambiente (geração e eliminação da poluição). Entretanto, neste modelo a oferta de bens e/ou serviços do ambiente para a economia não é contemplada. A **figura 7** representa esquematicamente estes fluxos.

Figura 7 - Fluxos Economia - Meio Ambiente do Modelo de Geração/Eliminação de Poluição

Fonte: elaboração própria

O terceiro dos principais modelos de insumo-produto ambiental é o Econômico Ecológico Limitado, também chamado de Modelo Produto por Setor Ambiental. Suas bases teóricas se encontram no trabalho de Victor (1972), que se baseou no Modelo Econômico Ecológico de Daly (1968), já mencionado.

Neste modelo uma matriz de insumo-produto, com produtos nas linhas e setores nas colunas, é construída com a inclusão do uso de bens ecológicos pelos setores (matriz T) - como solo, água e ar - e a produção de produtos ecológicos (matriz R), que são os poluentes oriundos da atividade econômica. Os fluxos inter-industriais são representados nas matrizes de produção V (bens produzidos por cada setor) e na matriz

de uso U (bens consumidos por cada setor). O **quadro 3** apresenta a estrutura do Modelo produto por Setor Ambiental.

	Produtos	Setores	Demanda Final	Produção Total	Produtos Ecológicos
Produtos		U	F	q	R
Setores	V			x	
Valor Adicionado		W	PIB		
Produção Total	q'	x'			
Insumos Ecológicos		T			

Quadro 3 - Estrutura Modelo Produto por Setor Ambiental

Fonte: elaborado a partir de Miller e Blair (2009) e Huang (1999)

A matriz de coeficientes de insumos ecológicos (G), para cada setor da economia, pode ser encontrada por multiplicar a matriz T pelo vetor de produção total diagonalizado à inversa. Cada valor da matriz representa quanto de bem ecológico é necessário para a produção de uma unidade de valor da produção total dos setores.

$$G = T \hat{x}^{-1} \quad (12)$$

Calculando a matriz de participações D, que diz quanto cada setor participa na produção de um produto, e a matriz de coeficientes técnicos produto por setor B, que apresenta quanto de cada produto é necessário para a produção de uma unidade de valor da produção setorial total, é possível calcular a variação no vetor de uso de bens ecológicos totais t (Ti)²⁹ decorrente de uma variação na demanda final (f), ver **equações 13, 14, 15 e 16**.

$$D = V \hat{q}^{-1} \quad (13)$$

$$B = U \hat{x}^{-1} \quad (14)$$

$$t = Ti = Gx = [GD(I - BD)^{-1}]f \quad (15)$$

$$\Delta t = [GD(I - BD)^{-1}] \Delta f \quad (16)$$

A matriz de coeficientes de poluição P é dada pela multiplicação da matriz R pelo vetor de oferta de consumo total (q) diagonalizado à inversa. Cada valor da matriz

²⁹ O vetor i é um vetor de uns de dimensão n por 1, onde n é o número de linhas de T.

representa quanto de poluição é gerada para a produção de uma unidade de valor da produção setorial total destinada ao consumo intermediário e final.

$$P = R \hat{q}^{-1} \quad (17)$$

O modelo de matriz de insumo-produto ambiental, produto por setor, apresenta os fluxos entre o ambiente - economia - ambiente, entretanto as atividades de abatimento neste exemplo, não estão contempladas, elas seriam a contrapartida positiva que a economia daria ao meio ambiente.

Huang (1994) acrescenta a este modelo as atividades de abatimento, intitulado por ele de 3R (reciclagem, reuso e redução) através de um modelo inter-regional para o caso dos resíduos sólidos, com a seguinte estrutura.

	Setores	Atividade 3R	Demanda Final	Produção Total	Produção Ecológica
Setores	Z	Za	F	X	R
Atividade 3R	Az	A			
Insumo Ecológico	T				

Quadro 4 - Estrutura Modelo da Matriz Insumo-Produto Produto por Setor Ambiental

Fonte: elaboração própria a partir de Huang (1994).

Onde Z representa os fluxos inter-industriais; Za representa os fluxos das indústrias para as atividades de reciclagem, reuso e redução; Az é a demanda por atividades de 3R como insumo para as indústrias; T é a poluição do solo, ar e água devido às atividades industriais e de 3R; A é os fluxos dentro da atividade de 3R; e R é o montante de resíduos sólidos gerados por cada setor, incluindo 3R.

Com a versão de Huang é possível apresentar os fluxos economia- ambiente (produção de resíduos e atividades de abatimento) e ambiente-economia (fornecimento de insumos como água, solo e ar, na forma de serviços para depuração da poluição devido à incineração e aterro de resíduos sólidos), **figura 8**.

Com relação à oferta de outros bens cedidos pelo ambiente, como recursos madeireiros e minerais, estes encontram-se em todos os modelos aqui apresentados, entretanto não estão identificados como recurso da natureza, mas sim, encontram-se dentro dos fluxos econômicos, uma vez que possuem preço de mercado.

Figura 8 - Modelo de Balanço de Materiais

Fonte: Thomas e Callan (2010, p. 17).

Todos estes modelos permitem o cálculo de coeficientes técnicos diretos, multiplicadores e geradores de impactos diretos e indiretos e índices de ligação. Estes cálculos matemáticos permitem a análise dos impactos das atividades econômicas na geração de resíduos sobre o ambiente, assim como a variação de uma demanda final que estimula o aumento da produção e, conseqüentemente, destes impactos. A identificação dos setores com maior participação na degradação e/ou exaustão do meio ambiente também se torna possível.

A matriz de insumo-produto se mostra como um importante instrumento e aliado para políticas de determinação da taxaço pelos danos causados pelas atividades econômicas ao ambiente. No modelo de Leontief isto é possível com a inclusão das atividades de abatimento, que se torna responsável por abater o montante não tolerável de emissões.

Embora com todas as vantagens dos modelos insumo-produto ambiental, estes não apresentam uma única unidade de medida de valor para todas as variáveis. A unidade de medida mais aplicável seria a monetária, entretanto atribuir valor monetário aos recursos que não possuem preço de mercado se constitui um desafio. Iniciativas têm sido realizadas através do uso de métodos de valoração ambiental como o método do custo de uso, o método do preço líquido e o método de despesas ambientais.

As matrizes de insumo-produto ambiental também não distinguem, dentre as atividades econômicas, aquelas que são derivadas da extração de recursos naturais.

Nelas o preço de mercado do recurso ambiental seria aproximadamente o custo de extração, comercialização, transporte e custo de oportunidade³⁰ menos a receita oriunda da venda do recurso. Este procedimento tem sido realizado por alguns países seguindo a orientação da Organização das Nações Unidas em seu Manual de Contas Nacionais sobre o Sistema de Contas Econômicas e Ecológicas Integradas.

2.4.3 Matriz de Contabilidade Social

O Sistema de Contas Nacionais (SCN) foi desenvolvido a partir dos conceitos básicos do fluxo circular de renda e gastos na economia. Sua estrutura permite a organização e compilação das estatísticas nacionais agregadas, que caracterizam o desempenho e perfil econômico de uma economia.

A extensão de um modelo que combina o SCN com a matriz de insumo-produto, para um maior detalhamento do papel do trabalho, das famílias e das instituições sociais da economia, resulta na Matriz de Contabilidade Social (MCS). Sua principal característica adicional, quando comparada com a estrutura do SCN, é a incorporação das transações e transferências entre instituições relacionadas com a distribuição de renda na economia (MILLER; BLAIR, 2009).

Por incorporar a MCS dentro da estrutura de oferta e uso, é possível desenvolver um modelo de insumo-produto estendido, que pode ser empregado para analisar políticas econômicas e sociais (MILLER; BLAIR, 2009). A representação da matriz de contabilidade social das contas de insumo-produto estendida é apresentada no **quadro 5**.

³⁰ O custo de oportunidade é o custo advindo da renúncia do benefício que seria adquirido caso ele optasse por direcionar o investimento realizado na atividade em questão para outro tipo de investimento. Geralmente é utilizada a taxa de juros de mercado como medida do custo de oportunidade.

	Produtos	Setores	Valor Adicionado	Demanda Final	Renda total
Produtos		U		F	g
Setores	V				x
Valor adicionado		W			PIL
Demanda Final			R		PIL
Renda total	g	x	PIL	PIL	

Quadro 5 - Representação da Matriz de Contabilidade Social das Contas de Insumo-Produto Estendidas

Fonte: elaboração própria a partir de Miller e Blair (2009).

A matriz U corresponde à matriz de usos, V à matriz de produção e F aos vetores de demanda final. A matriz W corresponde aos insumos de valor adicionado para as indústrias e R representa as fontes de renda do valor adicionado. Os vetores g e x são a produção total de produtos e setores, respectivamente, que devem ser iguais. O PIL é o produto interno líquido, que é a soma dos valores adicionados correspondentes a cada setor, ou a soma total do consumo da demanda final.

A demanda final é composta pelas categorias de consumo das famílias, investimentos, governo e exportações, enquanto que o valor adicionado é formado pela depreciação, renda de exportações, impostos diretos, transferências unilaterais, impostos indiretos e rendimentos financeiros (juros).

Esta estrutura permite análises similares à matriz de insumo-produto convencional, como cálculo de multiplicadores, por exemplo. Nela, estão contempladas as vantagens do modelo de insumo-produto e as vantagens da cobertura da matriz de contabilidade social que, para o objeto da pesquisa, permite a inclusão da depreciação de capital natural.

Para a inclusão de variáveis relacionadas ao ambiente é necessário atribuir valores monetários ao recurso em questão, e assim, chegar a uma mesma unidade de valor. Não é possível subtrair toneladas de CO₂ dos milhões ou bilhões de unidades monetárias do PIL. A conversão de unidades físicas para unidades monetárias é realizada através do uso de métodos de valoração econômica dos recursos naturais.

2.4.4 Valoração Econômica dos Recursos Naturais

Os recursos naturais possuem valor econômico uma vez que eles oferecem bens e serviços às empresas (enquanto insumo para a produção) e às famílias (enquanto bem final). A parcela do valor dos recursos naturais que é mensurada pelo seu uso fundamenta-se na teoria neoclássica do valor utilidade, que cada bem utilizado no processo produtivo será remunerado dado a sua importância e uso no mesmo (HUNT, 1989).

O Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) é formado pelo seu valor de uso e valor de não-uso. O valor de uso por sua vez é subdividido no valor de uso direto, no valor de uso indireto e no valor de opção. E o valor de não-uso configura-se no valor de existência (MOTTA, 2009; YOUNG, 2000; ORTIZ, 2003; FROMM, 2000; TORRAS, 1999; CARVALHO, 2008)³¹. Ver **quadro 6** a taxonomia geral do valor econômico do recurso ambiental.

Valor Econômico do Recurso Ambiental			
Valor de Uso			Valor de Não-Usos
Valor de Uso Direto	Valor de Uso Indireto	Valor de Opção	Valor de Existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje.	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje.	Bens e serviços ambientais de uso diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro.	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruístas.

Quadro 6 - Taxonomia Geral do Valor Econômico do Recurso Ambiental

Fonte: Motta (2009, p. 33)

O valor de uso direto (VUD) configura-se quando o indivíduo usufrui atualmente de um recurso através de, por exemplo, extração, visitação ou alguma outra forma de atividade produtiva ou consumo direto. O valor de uso indireto (VUI), por sua vez, dá-se quando o benefício atual do recurso é derivado de funções ecossistêmicas como, por exemplo, a proteção dos corpos d'água decorrente da preservação das florestas (YOUNG, 2000).

³¹ Carvalho, diferente dos outros autores, embora considere o VUD, o VUI, o VO e o VE, agrupa-os de forma diferente, não em valor de uso e valor de não-uso, mas sim em dimensão tangível (que seria o VUD) e dimensão intangível (que seriam o VUI, o VO e o VE).

O valor de opção (VO) trata-se de um valor relacionado a usos futuros que podem gerar alguma forma de benefício ou satisfação aos indivíduos, ou seja, opção para uso futuro, direto ou indireto, ao invés do uso presente. Por exemplo, o benefício advindo de fármacos desenvolvidos com base em propriedades medicinais ainda não descobertas de plantas em florestas tropicais (MOTTA, 1997).

O valor de existência (VE) é o valor atribuído ao recurso ambiental independente de seu uso atual ou futuro, ou seja, é o valor que os indivíduos atribuem a estes bens sem intenções de usá-los. Ortiz (2003, p. 83) exemplifica com a “disposição positiva a pagar pelo não desmatamento da Floresta Amazônica, mesmo que essas pessoas nunca venham a visitar a floresta ou consumir qualquer dos seus produtos”.

Logo, o Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) é a soma da composição do valor de uso, apresentado isoladamente entre parentes, e o valor de existência:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE} \quad (18)$$

Estes valores são estimados através de técnicas e métodos no qual se busca determinar o valor econômico de um recurso ambiental em relação a outros bens e serviços disponíveis na economia. A valoração econômica dos recursos naturais tem como objetivo avaliar os custos e benefícios de uma tomada de decisão na busca de otimizar uma escolha frente à várias alternativas, logo os efeitos negativos são encarados como custos, e os positivos são tratados como benefícios. Como se deseja comparar os custos aos benefícios, faz-se necessário que estes estejam em uma medida comum. Desta forma a valoração econômica busca expressar estes custos e benefícios em termos monetários (AZQUETA; SOTELSEK, 2007).

O método de valoração econômica dos recursos ambientais tem sua origem na teoria econômica do bem estar, pois os impactos de decisões tomadas geram externalidades que afetam o bem estar de um indivíduo, não só pelas suas atividades de consumo, mas também pela atividade de outros indivíduos.

Voltando a discussão das externalidades para melhor esclarecimento, estas podem ser positivas ou negativas configurando-se em, respectivamente, benefícios externos e custos externos, como já mencionado no ponto 2.2.2. Por exemplo, uma empresa decide construir o Shopping Center próximo a um residencial, as casas deste residencial sofrerão uma externalidade positiva por estar próximo a um centro comercial que além de possuir uma estética que valoriza o bairro, fornece serviços e produtos de consumo, logo este residencial poderá ter o preço de mercado dos seus imóveis alterado

para um patamar mais alto que antes da chegada do *Shopping* ao bairro. Como exemplo de externalidade negativa, tem-se uma usina de aço que lança efluentes em um rio, a atividade pesqueira poderá ser prejudicada³², o lazer de banhista poderá ser comprometido, entre outras situações que gerarão desconforto e redução do bem estar de indivíduos que pesquem, que tenham o rio como lazer, entre outros.

Estas externalidades negativas não possuem preço de mercado, logo se faz necessário mensurá-las para que medidas sejam tomadas no intuito de amenizar seus efeitos, ou que outras que as gerem não venham ser tomadas, ou ainda, outra alternativa seja adotada mediante a relação custo-benefício apresentada. A mensuração se dá através de métodos de valoração econômica, que buscam captar os custos incorridos pela sociedade devido à externalidade. Estes métodos também são aplicáveis às externalidades positivas. Dentro do exemplo supracitado, o benefício social pode ser captado na diferença do valor do imóvel depois e antes da chegada do *Shopping*.

A variação do bem estar do consumidor também permite mensurar a disposição a pagar ou a disposição a aceitar por aquela externalidade negativa ou positiva. Os métodos de valoração econômica dos recursos naturais buscam através destes princípios valorar os bens e serviços ambientais. Tais métodos são selecionados de acordo com o objetivo da pesquisa e as características do recurso ambiental. Alguns recursos são mais facilmente valorados, uma vez que possuem preço de mercado (ex.: minérios), outros são mais difíceis de mensurar, uma vez que não possuem este preço de mercado, pois se configuram em um bem público.

A valoração econômica, embora com suas limitações, busca analisar o valor econômico de um recurso ambiental através da determinação do que é equivalente, em termos de outros recursos disponíveis na economia (preço-sombra) que estaríamos dispostos a abrir mão de maneira a obter uma melhoria de qualidade ou quantidade do recurso ambiental. De forma integrada a perspectiva econômica, as técnicas de valoração objetivam avaliar os aspectos ecológicos que atribuem valor intrínseco aos recursos ambientais.

A economia tem como base de seus princípios a alocação ótima dos recursos escassos na busca de obter a maior satisfação social a partir do uso destes recursos. No caso dos recursos ambientais, a disponibilidade finita e a constante degradação ao qual

³² Embora a atividade pesqueira possua preço de mercado e a crescente escassez de uma espécie possa ser evidenciada com o aumento do seu preço, a extinção desta espécie e outros fatores de caráter subjetivo, como o prazer usufruído pela prática da pesca, não possuem preço de mercado.

estão submetidos, que pode inviabilizar seus usos ou torná-los exauríveis, dão à valoração econômica ambiental um papel crucial no apoio a gestão dos mesmos e na orientação de projetos que possam ter um forte impacto ambiental.

A valoração econômica dos recursos naturais (capital natural) permite não só a inclusão destes dentro da estrutura da SCN, da MIP e MCS como também o cálculo do PIB ajustado ambientalmente, uma vez que é possível deduzir deste a depreciação de capital natural.

2.4.4.1 Métodos de Valoração Econômica para Recursos Naturais

A literatura a respeito do tema traz métodos de valoração econômica que se dividem em diretos e indiretos. Os métodos diretos são aqueles que utilizam a disposição a pagar e a aceitar dos indivíduos coletadas através de enquetes, para a valoração dos recursos ambientais que não possui preço de mercado, como, por exemplo, o valor de existência de um bioma. Os métodos de valoração econômica indiretos são aqueles que utilizam valores já existentes no mercado como baliza para a estimativa do valor econômico dos recursos naturais, dado a existência de bens complementares ou substitutos (CARVALHO, 2008), (ORTIZ, 2003), (YOUNG, 2000), (SAGOFF, 2011).

Entre os métodos de valoração indireta estão: Método da Produtividade Marginal; Conceito de Produção Sacrificada; Conceito de Capital Humano; Método Custo de Doença; Método do Custo de Despesas Defensivas; Método de Preço de Mercado de Gastos Potenciais; Custo de Oportunidade; Método do Preço Hedônico; Método do Custo de Viagem; Método do Preço Líquido e Método do Custo de Uso.

O Método indireto é formado, como já mencionado, por avaliações que se baseia em enquetes sobre a disposição a pagar e receber dos consumidores. Dentro desta classificação está o Método de Valoração Contingente.³³

³³ Para saber mais sobre cada método de valoração ver Carvalho (2008), Ortiz, (2003) e Young (2000).

Dentre os métodos indiretos dois são adequados para a inclusão dos gases de efeito estufa na matriz de contabilidade social: o Método do Custo de Despesas Defensivas e o Método de Preço de Mercado de Gastos Potenciais.

O Método do Custo de Despesas Defensivas calcula as despesas defensivas, ou seja, os gastos efetivos que a economia incorreu a fim de se precaver contra a poluição ou degradação decorrente do uso dos recursos naturais (YOUNG, 2000). Por exemplo, o filtro nas chaminés de industriais para diminuir os níveis de poluição emitidos pelas mesmas.

O Método de Preço de Mercado de Gastos Potenciais calcula o valor do recurso natural em função dos recursos econômicos que devem ser despendidos, na busca de recuperar o ambiente ou manter os níveis de poluição dentro dos limites permitidos, devido a uma perda da qualidade ambiental do recurso em questão (CARVALHO, 2008). Este método se divide em dois:

➤ Métodos de Despesas Ambientais (Método do Custo de Reposição)

As despesas ambientais configuram-se nos gastos potenciais, ou seja, não efetivos, que a economia deveria despende para evitar a degradação, mantendo o ambiente intacto ou plenamente restaurado (BARTELMU apud YOUNG, 2000, p. 10).

➤ Método do Custo de Mitigação

Dado um padrão máximo de degradação aceito, calcula-se: 1) Gastos a serem despendidos com diferentes tecnologias e métodos de controle ambiental que possam retornar o nível de degradação para níveis considerados padrões, quando extrapolado os limites; 2) Gastos a manter os níveis de degradação, quando os mesmos estão abaixo do padrão.

O método de despesas defensivas é adequado para calcular os gastos que já estão presentes na matriz de contabilidade social, mas não estão identificados como atividade de abatimento da degradação ou depleção ambiental.

O Método de Preço de Mercado de Gastos Potenciais é adequado para mensurar a depreciação do capital natural. Quanto é necessário de investimento para devolver ao ambiente a mesma qualidade de antes de ser poluído, considerando que isto seja possível? Esta é a pergunta no qual este método procura responder. Este valor, dentro da MCSA se encontra na conta de valor adicionado com sinal negativo. Logo, sua dedução no PIB é imediata.

3. METODOLOGIA - MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL

Para a elaboração de um modelo de Matriz de Contabilidade Social Inter-regional Ambiental (MCSA), realizou-se revisão bibliográfica e documental, dando assim a pesquisa um caráter qualitativo-quantitativo.

A metodologia está organizada de acordo com a sequência da elaboração do modelo. Primeiramente, foi selecionada a região dada a relevância da mesma na emissão de gases de efeito estufa. Em seguida, uma revisão bibliográfica foi realizada para identificar os modelos alternativos ao modelo de MCSA, que será aqui apresentado. Iniciou-se pelos modelos de insumo-produto e os de MCS que incluíssem variáveis ambientais, entretanto estes modelos apresentavam muitas vezes estas variáveis em termos físicos e em uma conta externa ao modelo, uma conta satélite.

Dado que o objetivo era elaborar um modelo de matriz que incluísse as externalidades negativas em valores monetários para a obtenção de um PIB ajustado ambientalmente, como orientação do manual da ONU já mencionado, a Matriz de Contabilidade Social se apresentou como mais adequada, uma vez que sua estrutura permite a inclusão da depreciação de capital natural.

Com a determinação do modelo a ser usado, restou a determinação dos métodos de valoração a serem utilizados para a estimativa da depreciação de capital natural, das atividades de abatimento e do investimento em capital natural.

Para o isolamento da região da Amazônia Legal brasileira foi adotado o modelo de Insumo-Produto Inter-regional, que se justifica dado que se pretende identificar os fluxos de bens e serviços dentro da Amazônia Legal, entre ela e o Resto do Brasil, e dentro do Resto do Brasil.

A metodologia aqui apresentada se refere à elaboração do modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental e o cálculo do PIBA através do uso de uma Matriz de Insumo-Produto Ambiental (MIPA). Como já mencionado, a indisponibilidade de dados não permitiu a aplicação do modelo de MCSA para a Amazônia Legal brasileira, entretanto o cálculo do PIBA e a análise de sensibilidade para esta região pôde ser realizada utilizando a MIPA, que possui o instrumental analítico similar a MCSA. Embora, saiba-se que estes modelos possuem contas diferentes, e a MCSA inclui além dos fluxos de bens, os fluxos de renda.

Sendo assim, esta seção está dividida em cinco subseções, iniciando-se pela delimitação da área estudada, seguida pela apresentação das origens dos dados que serão aqui trabalhados e os métodos de valoração econômica sugeridos para a estimativa do valor monetário das variáveis relacionadas às emissões. Por fim, há as duas últimas subseções apresentando o modelo de MIP Inter-regional e o modelo da MCS para a Amazônia Legal brasileira.

3.1 Delimitação da Área de Estudo

A Região da Amazônia Legal brasileira é formada por 9 estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos estados do Tocantins, Mato Grosso e Maranhão. Totalizando uma área de aproximadamente 5.217.423 km², a Amazônia Legal brasileira corresponde a 61% do território nacional, entretanto sua população representa apenas 12% da população total do país (IBGE, 2010).

Figura 9 - Amazônia Legal na América do Sul e no Brasil
 Fonte: Hervé Théry (1998, p. 23)

As principais atividades econômicas da região da Amazônia Legal brasileira para o ano de 2004 foram a da administração pública, a de produtos alimentícios, comércio, equipamentos eletrônicos, construção e outras atividades da agricultura e pecuária. Entretanto, observou-se uma considerável participação das atividades, com uso direto de recursos naturais ou extração destes, na participação da produção total da região, que foram os setores de criação de bovino, mineração e soja (IMORI; GUILHOTO *et al.* 2011). Ver **gráfico 2** abaixo.

Gráfico 2 - Participação dos Setores da Amazônia no Valor de Produção Total da Região para o Ano de 2004

Fonte dos dados: Imori e Guilhoto *et al.* (2011).

Quando confrontados estes dados com os de emissão de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) realizado pelos setores econômicos da região da Amazônia Legal (**gráfico 3**), observa-se que estas atividades (bovino, mineração e soja) são responsáveis pela maior proporção de emissões dentre as atividades econômicas. Maior destaque é dado para a atividade de criação de bovino, que é responsável por 58% das emissões de CO₂eq da região, sendo acompanhado pela atividade de produção de soja (28%), e outras atividades da agricultura e pecuária (11%). Estas proporções significativas se dão pelo fato de que para a realização destas atividades é realizado desmatamento e queimadas.

Gráfico 3 - Participação dos Setores Econômicos da Amazônia na emissão de CO₂eq (GTP-100) da Região

Fonte dos dados: Imori e Guilhoto *et al.* (2011).

Dado que uma considerável proporção das emissões de gases efeito estufa se dá no país devido à agricultura e mudança de uso do solo, 58% e 22% respectivamente (MCT, 2011), e estas atividades têm participação relevante na região da Amazônia Legal, uma avaliação da contribuição das emissões desta região sobre a emissão total do país se faz necessária, assim como o impacto destas externalidades negativas sobre o bem estar econômico através da monetarização destas e inclusão no cálculo do PIB.

3.2 Fonte dos Dados

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o responsável pela elaboração e publicação do Sistema de Contas Nacionais (SCN) do Brasil. O Sistema de Contas Nacionais é formado pelas seguintes conjuntos de contas e tabelas: Contas Econômicas Integradas, Tabelas de Recursos e Usos, Tabela Tridimensional (operações financeiras), Tabela das Operações por Função e Tabelas de População e Emprego (IBGE, 2012). As informações necessárias a elaboração da Matriz de Insumo-Produto (MIP) e Matriz de Contabilidade Social (MCS) são retiradas destas tabelas, em especial a Tabela de Recursos e Usos.

O IBGE tem calculado a MIP em uma periodicidade de cinco em cinco anos. As últimas matrizes publicadas foram as de 2000 e 2005. Enquanto que a MCS, quando calculada, é uma iniciativa de grupos de pesquisas e pesquisadores isolados, como por exemplo, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Matrizes Inter-regionais também são resultado de iniciativas isoladas. Imori e Guilhoto *et al.* (2011) calcularam a MIP inter-regional para a Amazônia e Resto do Brasil para o ano de 2004, e estimou as emissões de gases de efeito estufa por setor da economia, para estas regiões³⁴.

Os dados das emissões antropogênicas de dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄) e Óxido Nitroso (N₂O) são oriundos do segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antropogênicas e Remoções de Gases de Efeito Estufa, elaborado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e publicado no ano de 2010 para o ano de 2005. Estas emissões são líquidas, ou seja, emissões decorrentes de atividades econômicas e subtraído o que foi capturado pelo próprio ambiente. O ano mais recente que foi possível calcular a MIPA para a Amazônia Legal brasileira foi o ano de 2004, dada a possível combinação da disponibilidade de dados de emissão (2005) e MIP Inter-regional (2004).

O inventário apresenta as emissões segundo sua fonte, que pode ser mudança de uso do solo, energia, agricultura, processos industriais e tratamento de resíduos. As emissões da Região Amazônica brasileira oriunda de mudança de uso do solo são apresentadas isoladamente das do Resto do Brasil, uma vez que para este tipo de fonte o inventário apresenta as emissões por bioma brasileiro. A distribuição das emissões por setor da economia é oriundo do trabalho de Imori e Guilhoto *et al.* (2011), no qual estes alocam as emissões por mudança de uso do solo entre os setores agrícolas do modelo de MIP (cana-de-açúcar, soja, bovinos e outras atividades da agricultura e pecuária) de acordo com a variação da área ocupada entre os anos de 2004 e 2005 por estas atividades em cada estado.

No que tange às atividades de cultivo agrícola, eles estimaram a área desmatada pela variação das áreas de cultivos em hectares. Enquanto que as emissões da atividade de criação de bovino foram estimadas pela área média ocupada pela atividade em nível de estado (dados oriundos do Censo Agrícola de 2006 do IBGE) multiplicada pelo

³⁴ Embora as emissões do inventário se refiram ao ano de 2005, a Matriz de Insumo-Produto interregional utilizada foi a de 2004, uma vez que esta era a mais recente disponível. Logo, assumiu-se que as emissões de 2004 foram iguais a de 2005.

número de bovinos entre 2004 e 2005 (dados oriundos do relatório de Produção Pecuária Municipal do IBGE).

Após a obtenção da variação das áreas ocupadas pelo cultivo agrícola, cana-de-açúcar, soja, gado e outras atividades agrícolas e pecuárias, as emissões resultantes das mudanças de uso do solo foram ponderadas pelos autores supracitados entre os setores da economia.

As emissões provenientes da energia, processos industriais e tratamento de resíduos são apresentadas no inventário para o Brasil como um todo. Para alocação destas emissões por setor da economia, Imori e Guilhoto *et al.* (2011) agregaram os setores do inventário em seus respectivos setores segundo MIP. E para distribuição entre Amazônia e Resto do Brasil eles utilizaram a matriz de coeficientes técnicos (ver **anexo B**)³⁵.

3.3 Estimativa do Valor Monetário das Variáveis Relacionadas às Emissões

Para a inclusão dos fluxos entre economia e ambiente dentro da Matriz de Contabilidade Social, três novas categorias foram criadas: Atividades de Abatimento, Depreciação de Capital e Investimento em Capital Natural.

As atividades de abatimento, como anteriormente mencionadas, são o setor da economia que agrega todas as atividades econômicas que tem como resultado de sua produção um bem ou serviço direcionado a eliminar ou reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Estas atividades já estão presentes na MIP e na MCS convencionais, entretanto não estão isoladas como atividades com esta finalidade.

A identificação das atividades de abatimento e sua agregação em um único setor se justificam, uma vez que, através delas é possível analisar quanto de recursos a economia tem despendido para a redução da emissão de gases de efeito estufa de origem antropogênica e, conseqüentemente, para a proteção do ambiente, assim como o impacto da redução ou do aumento da demanda destes bens e serviços sobre os outros setores da economia.

³⁵ Imori e Guilhoto *et al.* (2011) não consideraram nestes cálculos as emissões diretas das famílias e de transportes de passageiros (automóvel pessoal).

Para estimar os valores de oferta do setor atividades de abatimento é necessário calcular quanto cada setor da economia gasta no total com redução e ou eliminação das emissões (demanda por atividades de abatimento) para sua produção. Para estimar as despesas deste setor, sugere-se calcular quanto de bens e serviços de outros setores as atividades de abatimento demandavam para sua produção.

Exemplificando, supõe-se uma economia com a seguinte matriz de fluxos interindustriais (**tabela 2**):

Tabela 2 - Matriz Inter-industrial sem Isolamento da Atividade de Abatimento³⁶

SETORES	SETORES				
		Agricultura	Manufatura	Filtro de chaminés	P&D para tecnologias alternativas de energia limpa
	Agricultura	10	10	2	1
	Manufatura	20	5	5	8
	Filtro de chaminés	2	3	1	1
	P&D para tecnologias alternativas de energia limpa	4	1	2	3

Fonte: elaboração própria.

Uma vez que filtro de chaminés e P&D para tecnologias alternativas de energia limpa são ambos destinados à redução e ou eliminação de gases de efeito estufa, estes podem ser agregados em um mesmo setor e a matriz interindustrial acima apresentada assumiria a seguinte dimensão (**tabela 3**).

Tabela 3 - Matriz Inter-industrial Isolando a Atividade de Abatimento³⁷

Tabela 3 – Matriz Iner Industrial Isolada à Atividade de Abatimento				
	SETORES			
SETOR EC		Agricultura	Manufatura	Atividades de Abatimento
	Agricultura	10	10	2
	Manufatura	20	5	5
	Atividades de abatimento	6	4	7

Fonte: elaboração própria.

A identificação das atividades de abatimento se torna complexa quando o nível de agregação das atividades econômicas nas Contas Nacionais é ampla. Quanto mais detalhada estiverem as atividades mais facilmente será realizada a identificação das atividades de abatimento. Uma vez que nas Contas Nacionais brasileiras o nível de agregação não nos permite identificar as atividades de abatimento para uma posterior agregação destas em um único setor, estas não foram calculadas para a MIPA para a Amazônia, entretanto para ilustração do modelo, a atividade de abatimento permanece, como uma sinalização de sua importância em futuros cálculos.

³⁶ Valores hipotéticos em unidades monetárias.

³⁷ Idem.

A depreciação de capital natural se refere à redução de qualidade ou quantidade do recurso natural em questão. Uma vez que, o recurso natural analisado foi o serviço ecossistêmico de controle climático, o comprometimento deste é a sua depreciação.

Para estimar o valor monetário da depreciação do capital natural, multiplicou-se as emissões por setor pelo valor médio das transações de carbono florestal nos principais mercados mundiais R\$ 34/tC (MEDEIROS *et al.* 2011) deflacionado para o ano de 2004 (R\$ 20,24), ou seja, cada tonelada emitida foi multiplicada pelo valor de R\$ 20,24. Uma vez que está sendo trabalhado com três diferentes gases (CO_2 , CH_4 , N_2O), foram utilizados os valores de CO_2 equivalente, calculado com a metodologia do *Global Temperature Potencial* (GTP)³⁸ (IMORI; GUILHOTO *et al.* 2011).

Este método de valoração da depreciação do ar aproxima-se do método de valoração econômica de despesas ambientais, ou seja, os recursos necessários para devolver ao ambiente a qualidade de antes de ser degradado. No caso em questão, considerou-se o custo de CO_2 nos mercados de carbono, que implica nas despesas de atividades que garantam a redução de emissões destes gases, por exemplo, através de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Considerou-se o investimento em capital natural como o gasto que deveria ser realizado pela economia para a contribuição da reposição natural da qualidade ambiental. Como por exemplo, o investimento em reflorestamento para auxiliar na redução dos impactos das emissões de CO_2 ao desequilíbrio climático através da captação de gás carbônico. O investimento também assume valor negativo. Esse pressuposto é justificado uma vez que o investimento ambiental apresentado no modelo é um investimento não realizado durante o período contábil em questão, mas trata-se do investimento necessário para mitigar as emissões de CO_2 realizadas pelas atividades econômicas para atender a demanda final no referente período contábil. Logo, o investimento de capital natural assume o mesmo valor que a depreciação de capital natural.

A legitimidade deste método está no fato que a vegetação é capaz de realizar captação de CO_2 , uma vez que há fixação desta molécula durante o processo de fotossíntese das plantas (RAVEN *et al.* 2007), causando portanto, a redução de um dos gases de efeito estufa. Por isso, investimento em reflorestamento, por exemplo, está

³⁸ Nesta metodologia uma tonelada de CO_2 é equivalente a 5 de CH_4 e 270 de N_2O , no que tange a sua contribuição no processo de efeito estufa (MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010).

sendo considerado como investimento em redução de gases de efeito estufa, ainda que este processo não inclua CH₄ e N₂O, os dois outros gases aqui considerados, uma vez que se está trabalhando com emissões equivalentes em CO₂.

3.4 Matriz de Insumo- Produto Inter-regional

Para isolar a região da Amazônia Legal brasileira e discriminar seus fluxos do resto do país, utilizou-se o modelo de Matriz de Insumo-Produto inter-regional (GUILHOTO, 2009). Este modelo apresenta os fluxos de compra e venda de bens e serviços dentro da região e entre a região e o resto do país, como pode ser observado no quadro abaixo.

	Setores – Amazônia (A)	Setores – Resto do Brasil (RB)	A	RB	
Setores – Amazônia (A)	AA	A-RB	Demanda Final A-A	Demanda Final A-RB	Produção total A
Setores – Resto do Brasil	RB-A	RB-RB	Demanda Final RB-A	Demanda Final RB-RB	Produção total RB
	Importação resto do mundo A (M)	Importação resto do mundo RB (M)	(M)	(M)	(M)
	Imposto indireto líquido A (IIL)	Imposto indireto líquido RB (IIL)	(IIL)	(IIL)	(IIL)
	Valor adicionado A	Valor adicionado RB			
	Produção total Amazônia	Produção total Resto do Brasil			

Quadro 7 - Estrutura da Matriz de Insumo-Produto Inter-regional

Fonte: Guilhoto (2009)

Para exemplificar usaremos um modelo inter-regional para A e RB com dois setores, onde a matriz de insumos intermediários é:

$$Z_{ij} = \begin{pmatrix} Z_{ij}^{AA} & Z_{ij}^{ARB} \\ Z_{ij}^{RBA} & Z_{ij}^{RBRB} \end{pmatrix}$$

Onde:

Z_{ij}^{AA} é os fluxos monetários entre setor i e o setor j da região A (matriz de fluxos intra-regionais).

Z_{ij}^{ARB} é os fluxos monetários entre setor i da região A e o setor j da região RB (matriz de fluxos inter-regionais).

Z_{ij}^{RBA} é os fluxos monetários entre o setor i da região RB e o setor j da região A (matriz de fluxos inter-regionais).

Z_{ij}^{RBRB} é os fluxos monetários entre setor i e o setor j da região RB (matriz de fluxos intra-regionais).

A produção total de cada setor é determinada pela soma do que o setor oferta para ele próprio e para outros setores da região A e RB mais a demanda final das duas regiões. Para o exemplo hipotético de uma economia com dois setores, o total do bem 1 produzido na região A (X_1^A) é resultado da seguinte soma:

$$X_1^A = Z_{11}^{AA} + Z_{12}^{AA} + Z_{11}^{ARB} + Z_{12}^{ARB} + Y_1^A \quad (16)$$

O coeficiente técnico intrarregionais é calculado pela razão entre cada item da matriz Z dividido por sua produção total:

$$a_{ij}^{AA} = \frac{Z_{ij}^{AA}}{X_j^A} \Rightarrow Z_{ij}^{AA} = a_{ij}^{AA} \cdot X_j^A \quad (17)$$

a_{ij}^{AA} significa quando o setor j da região A compra do setor i da região A. O mesmo se aplica para o cálculo dos coeficientes da região RB.

Os coeficientes técnicos de produção inter-regionais são adquiridos pela razão entre cada item da matriz inter-regional e sua respectiva produção total.

$$a_{ij}^{RBA} = \frac{Z_{ij}^{RBA}}{X_j^A} \Rightarrow Z_{ij}^{RBA} = a_{ij}^{RBA} \cdot X_j^A \quad (18)$$

a_{ij}^{RBA} representa quanto o setor j da região A compra do setor i da região RB. O mesmo se aplica para o coeficiente técnico de produção inter-regional a_{ij}^{ARB} .

Logo, têm-se as seguintes matrizes de coeficientes técnicos:

$$A = \begin{pmatrix} A^{AA} & A^{ARB} \\ A^{RBA} & A^{RBRB} \end{pmatrix}$$

Com o coeficiente calculado, pode-se ainda calcular a produção total como sendo $X = (I - A)^{-1} Y$, assim como em uma matriz de insumo-produto convencional. Onde I é uma matriz identidade.

Sendo assim a demanda final Y pode ser calculada apenas isolando-a na equação anterior como sendo $Y = (I - A) \cdot X$. O sistema inter-regional completo é representado por esta equação. Nela as matrizes ficam dispostas da seguinte forma:

$$\left\{ \begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} A^{AA} & A^{ARB} \\ A^{RBA} & A^{RBRB} \end{pmatrix} \right\} \begin{pmatrix} X^A \\ X^{RB} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y^A \\ Y^{RB} \end{pmatrix}$$

3.4.1 Matriz de Insumo-Produto Ambiental Inter-regional

O modelo de MIPA inter-regional foi construído baseado na matriz de Insumo-Produto Inter-regional para Amazônia e Resto do Brasil, para o ano de 2004, de Imori e Guilhoto *et al.* (2011). Foi acrescentado a esta matriz um vetor referente à depreciação de capital natural e investimento em capital após os valores de produção total. Este procedimento foi adotado, uma vez que a estrutura da Matriz de Insumo-Produto não comporta depreciação de capital natural dentro da conta de valor adicionado, enquanto que na Matriz de Contabilidade Social a depreciação de capital natural faz parte do valor adicionado, assim como a depreciação de capital fixo. Por esta razão o modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental contém estas variáveis dentro de sua estrutura principal, o que permite análises de sensibilidade mais complexas que as possíveis com a MIPA.

3.5 Matriz de Contabilidade Social Inter-regional

Para a construção de uma Matriz de Contabilidade Social que permitisse o isolamento da Região Amazônica Brasileira foram adotados os pressupostos e conceitos teóricos do modelo inter-regional da Matriz Insumo-Produto. As categorias do valor adicionado e demanda final referente a uma MCS foram apenas adicionadas ao modelo. Como resultado, tem-se a Matriz de Contabilidade Social Inter-regional apresentada no **quadro 8**.

As matrizes de fluxo industrial Z^{AA} , Z^{ARB} , Z^{RBA} e Z^{RBRB} são as mesmas mencionadas acima no ponto 3.4.

A matriz W^A é a matriz de insumos de valor adicionado para os setores da Amazônia, assim como W^{RB} é a matriz de insumos de valor adicionado para o Resto do Brasil.

As matrizes R^A e R^{RB} são as matrizes de fontes da renda do valor adicionado para a Amazônia e o Resto do Brasil, respectivamente.

Os vetores Y^{AA} , Y^{ARB} são as demandas finais para a Amazônia, enquanto que Y^{RBA} e Y^{RBRB} são as demandas finais para o Resto do Brasil.

Uma matriz de contabilidade social inter-regional é uma espécie de matriz com linhas e colunas duplicadas. Os fluxos dentro da Região Amazônica, dentro do Resto do Brasil e entre Amazônia e Resto do Brasil são isoladamente apresentados.

A demonstração destes fluxos é importante para evidenciar a dependência de insumos de uma região com relação à outra, assim como os impactos ambientais, neste caso emissões, que são oriundos da produção de bens e serviços para as regiões. Isto entre outras análises que serão trabalhadas na discussão dos resultados.

	Setores da Amazônia	Setores do Resto do Brasil	Valor Adicionado Amazônia	Valor Adicionado Resto do Brasil	Demanda Final Amazônia	Demanda Final Resto do Brasil	Total
Setores da Amazônia	Z^{AA}	Z^{ARB}			Y^{AA}	Y^{ARB}	X^A
Setores do Resto do Brasil	Z^{RBA}	Z^{RBRB}			Y^{RBA}	Y^{RBRB}	X^{RB}
Valor Adicionado Amazônia	W^A						PIL^A
Valor Adicionado Resto do Brasil		W^{RB}					PIL^{RB}
Demanda Final Amazônia			R^A				PIL^A
Demanda Final Resto do Brasil				R^{RB}			PIL^{RB}
Total	X^A	X^{RB}	PIL^A	PIL^{RB}			

Quadro 8 - Matriz de Contabilidade Social Inter-regional

Fonte: elaboração própria a partir de Guilhoto (2009) e Miller e Blair (2009).

4. MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL AMBIENTAL INTER-REGIONAL

O modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental Inter-regional (MCSA) descreve os fluxos de renda e os fluxos de bens e serviços intercambiados entre os agentes econômicos (empresas, famílias, governo e resto do mundo). Faz isto, apresentando como os fatores de produção se transformam em bens ao passar pelo processo produtivo, para posteriormente serem entregues aos agentes da economia. Esta estrutura apresenta como o fluxo de produtos descritos pela Matriz de Insumo-Produto é compatível com o fluxo de renda entre instituições, fatores e agentes da economia.

Suas linhas apresentam os pagamentos recebidos pelas entidades descritas nela, que são realizadas pelas entidades descritas nas colunas. Logo, leem-se as informações das linhas como pagamentos recebidos e as informações das colunas como pagamentos realizados. Por esta razão o somatório de cada linha é igual ao somatório da coluna correspondente, ou seja, o somatório da linha 1 é igual ao somatório da coluna 1. Ao final o somatório da linha da produção total será igual ao somatório da coluna da produção total. Desta forma, receitas serão iguais aos gastos obedecendo ao princípio de partidas dobradas do sistema contábil.

A MCSA é formada pela matriz de fluxos inter-industriais (Z^{AA} , Z^{ARB} , Z^{RBA} e Z^{RBRB}), o valor adicionado (W^A e W^{RB}) e os vetores de demanda final (Y^{AA} , Y^{ARB} , Y^{RBA} e Y^{RBRB}). A matriz de fluxos inter-industriais Z é formada por setores nas linhas e setores nas colunas. Ela apresenta quando o setor 1 produz em valores monetários para ele mesmo e os outros setores da economia (linha), ao mesmo tempo em que apresenta quanto o setor 1 utiliza de bens e serviços oriundos dele próprio e dos outros setores da economia, assim como fatores do valor adicionado, para a produção de um bem econômico (coluna). Esta matriz difere das convencionais por agregar em um único setor as atividades da economia voltadas para proteção e/ou restauração ambiental, chamado setor de atividade de abatimento AA.

O valor adicionado W é formado pelos pagamentos feitos pelas empresas aos empregados (salários), serviços do governo, capital, aluguéis, lucro, etc. No presente modelo, esta conta está formada pelas seguintes categorias: depreciação do capital fixo δK , rendimentos da exportação RE , impostos diretos ID , transferências unilaterais TU ,

impostos indiretos Π e rendimentos financeiros RF. Adicionalmente, tem-se a depreciação de capital natural δK_n .

A depreciação do capital natural é a emissão de gases de efeito estufa, entendido como responsável pelo desequilíbrio climático. Seu valor é apresentado em unidades monetárias através do método de valoração econômica dos recursos naturais de despesas ambientais. Este é incluso na matriz com valor negativo, uma vez que representa perda de bem estar econômico. Este procedimento corrobora com as orientações do Manual da ONU de Contas Nacionais (2003), e o resultado do somatório de todo o valor adicionado da economia será o Produto Interno Líquido Ecológico (PILE) ou Produto Interno Líquido Ajustado Ambientalmente (PILA), como também é chamado.

A demanda final Y é formada pelos consumidores dos bens e serviços produzidos pelas indústrias da economia. São estes: as famílias F , o governo G , investimento em capital fixo IK e as exportações E (que representa o consumo dos produtos nacionais pelo resto mundo). O vetor de investimento em capital natural IK_n é adicionado a conta de Y como o saldo de investimento e estoque de qualidade do ar. Uma vez que é identificado emissão de poluentes, significa que a redução de estoque de K_n foi superior ao investimento de K_n , logo, em termos líquidos, há uma redução de estoque, que leva o investimento a ser negativo. Os valores são estimados em unidades monetárias pelo método de despesa ambiental, assim como a depreciação de capital natural.

O IK_n também representa quanto a economia necessitaria despendar para que toda a emissão de poluentes oriundos das atividades econômicas fossem eliminadas. Este vetor, além de representar variação de estoque, também assume sinais negativos, porque representa perda de bem estar econômico. Desta forma, o somatório de toda a demanda final da economia será o PILA.

A MCSA aqui apresentada é inter-regional porque objetiva-se isolar a região Amazônia para uma análise das emissões oriundas desta região sobre o PIL dela, assim como a origem das demandas que levam a esta região a produzir bens e serviços com alto potencial de emissão de gases de efeito estufa. Sendo assim, todas as contas são duplicadas, isolando a região da Amazônia brasileira do Resto do País. Ver **quadro 9** para demonstração detalhada do modelo.

Nesta estrutura, é possível identificar a contribuição dos modelos de Insumo Produto Ambiental e do manual da ONU, sobre *The System of Integrated*

Environmental Economic Accounting (SEEA), no modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental aqui apresentado. A ideia da inclusão de uma atividade de abatimento é oriunda dos modelos de Geração/eliminação da Poluição de Leotief e do modelo de Produto por Setor Ambiental de Victor, já mencionados.

A depreciação de capital natural negativa é uma orientação da ONU quanto ao trato da perda de qualidade do ar, por exemplo, decorrente das atividades econômicas. E o investimento negativo é resultado do pressuposto aqui considerado que se há presença de poluentes, significa que os investimentos foram inferiores a redução de estoque, logo o investimento torna-se negativo. A obtenção do PILA através da dedução da depreciação de capital natural do PIL também é uma contribuição do SEEA ao modelo de MCSA.

		Setores da Região Amazônica			Setores do Resto do Brasil			Valor Adicionado da Região Amazônica							Valor Adicionado do Resto do Brasil							Demanda Final da Região Amazônica					Demanda Final do Resto do Brasil					Total
		1	2	AA	1	2	AA	δK	δKn	RE	ID	TU	II	RF	δK	δKn	RE	ID	TU	II	RF	F	IK	IKn	G	E	F	IK	IKn	G	E	
Setores da Região Amazônica	1	Z _{AA} – Fluxos inter-industriais entre setores da Amazônia			Z _{ARB} – Fluxos inter-industriais de setores da Amazônia para o Resto do Brasil																	Y _{AA} - Demanda final da Amazônia por bens da Amazônia					Y _{ARB} - Demanda final do Resto do Brasil por bens da Amazônia					X _A
	2																															
	AA																															
Setores do Resto do Brasil	1	Z _{RBA} – Fluxos inter-industriais dos setores do Resto do Brasil para a Amazônia			Z _{RBRB} – Fluxos inter-industriais entre setores do Resto do Brasil																	Y _{RBA} - Demanda final da Amazônia por bens do Resto do Brasil					Y _{RBRB} - Demanda final do Resto do Brasil por bens do Resto do Brasil.					X _{RB}
	2																															
	AA																															
Valor Adicionado da Região Amazônica	δK	W _A – Valor Adicionado para setores da Amazônia																														PIL _A
	δKn																															
	RE																															
	ID																															
	TU																															
	II																															
Valor Adicionado do Resto do Brasil	RF				W _{RB} – Valor Adicionado para setores do Resto do Brasil																											PIL _{RB}
	δK																															
	δKn																															
	RE																															
	ID																															
	TU																															
Demanda Final da Região Amazônica	II							R _A – Fontes da renda do Valor Adicionado para a Demanda Final da Amazônia																								PIL _A
	F																															
	IK																															
	IKn																															
	G																															
Demanda Final do Resto do Brasil	E														R _{RB} – Fontes da renda do Valor Adicionado para a Demanda Final do Resto do Brasil																	PIL _{RB}
	F																															
	IK																															
	IKn																															
	G																															
Total	E	X _A			X _{RB}			PIL _A							PIL _{RB}							PIL _A					PIL _{RB}					

Quadro 9 - Matriz de Contabilidade Social Ambiental Inter-regional

Fonte: elaboração própria a partir de Guilhoto (2009) e Miller e Blair (2009).

4.1 Matriz de Insumo-Produto Ambiental para a Amazônia Legal Brasileira

A Matriz de Insumo-Produto Ambiental (MIPA) para a Amazônia Brasileira e, por conseguinte, para o Resto do Brasil foi construída a partir da Matriz de Insumo-Produto Híbrida³⁹ calculada por Imori e Guilhoto (2011) para o ano de 2004. A diferença entre elas está na unidade de medida atribuída à emissão de gases de efeito estufa (monetária) que o transforma em depreciação de capital natural.

A atividade de abatimento considerada no modelo não foi calculada na MCSA para a Amazônia, uma vez que a indisponibilidade de dados poderia tornar as estimativas não confiáveis. Além disto, dado que o objetivo principal foi analisar o impacto da depreciação sobre o valor adicionado dos setores e do PIB total, este cálculo não se tornava imprescindível. Entretanto, isto seria possível se o IBGE disponibilizasse uma matriz detalhada, onde pudessem ser identificadas as atividades voltadas à eliminação/redução/prevenção da emissão de gases de efeito estufa.

Assim, tem-se: matriz inter-industrial Z, valor adicionado da Amazônia e Resto do Brasil, a demanda final e o vetor de depreciação de capital natural (δKn).

A matriz inter-industrial Z é formada pelos fluxos de compra e venda entre a Amazônia e ela mesma (Z^{AA}), entre a Amazônia e o Resto do Brasil (Z^{ARB}), entre o Resto do Brasil e a Amazônia (Z^{RBA}) e entre o Resto do Brasil e ele mesmo (Z^{RBRB}). Estas matrizes são compostas pelos seguintes setores da economia: cana-de-açúcar, soja, bovinos, outras atividades da agropecuária, mineração, indústria de minerais não metálicos, metalurgia, máquinas e equipamentos, material elétrico e eletrônicos, material de transporte, madeira, mobiliário, papel, álcool, refino de petróleo e coque, outros químicos e farmacêuticos, têxtil, vestuário, calçados, produtos alimentícios, indústrias diversas, energia elétrica, outros serviços industriais de utilidade pública (SIUP), construção, comércio, transportes, serviços privados e governo e serviços públicos.

O valor adicionado é formado pelas seguintes categorias: salários, previdência oficial/Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), previdência privada, contribuições sociais imputadas, rendimento misto bruto, excedente operacional bruto

³⁹ A matriz híbrida é aquela que trabalha com variáveis em diferentes unidades de valor, por exemplo, monetários e toneladas, kW, m³, etc. No caso acima mencionado, os autores trabalharam com emissão de CO₂eq em unidades de tonelada.

(EOB), outros impostos sobre a produção e outros subsídios à produção. Sendo assim o PIB é o somatório destes (o total do valor adicionado) com os impostos: impostos da importação, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) de produtos nacionais, ICMS sobre produtos importados, Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) nacionais, IPI sobre produto importado, outros Impostos Indiretos líquidos (IIL) sobre produtos nacionais e outros IIL sobre produtos importados.

A demanda final é representada pelas famílias, a administração pública, resto do mundo, instituições sem fins lucrativos de serviço às famílias, formação bruta de capital fixo e variação de estoque.

A depreciação de capital natural e a estimativa de investimento em capital natural estão alocadas em vetores externos a estrutura principal da matriz. Estas variáveis ambientais são equivalentes, uma vez que a identificação das emissões é uma evidência da variação de estoque negativa. Logo, as emissões de gases de efeito estufa tanto representam a perda de qualidade do ar, como também a variação de estoque negativa e a necessidade de investimento em capital natural em valores correspondentes.

Calculada a MIPA para Amazônia Legal Brasileira e Resto do Brasil, obtiveram-se os resultados apresentados na **tabela 4** para a produção total da economia e depreciação de capital natural.

Tabela 4 - Produção Total dos Setores da Economia da Amazônia e Resto do Brasil
(em milhões de Reais - 2004)

Região	Categoria	Produção Total	Depreciação do Kn
SETORES DA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA	Cana-de-açúcar	787,97	-61,6089
	Soja	11.857,94	-6058,99
	Bovinos	9.048,63	-12509,6
	Outros Agropecuária	15.700,39	-2334,88
	Mineração	7.567,73	-41,3275
	Indústria de Minerais Não Metálicos	1.314,09	-42,0777
	Metalurgia	8.466,21	-114,331
	Maquinas e Equipamentos	372,85	-14,6942
	Material Elétrico e Eletrônicos	22.169,63	-0,03143
	Material de Transporte	7.319,91	0
	Madeira, Mobiliário, Papel	8.637,01	-2,30976
	Alcool	625,17	0
	Refino de petróleo e coque	1.390,83	-6,30468
	Outros Químicos e Farmacêuticos	2.943,46	-12,6341
	Têxtil, Vestuário, Calçados	997,58	-0,30515
	Produtos Alimentícios	25.606,58	-9,51551
	Indústrias Diversas	1.334,33	-3,14576
			Continua...

	Continuação		
	Categoria	Produção Total	Depreciação do Kn
	Energia Elétrica	9.097,03	-50,7742
	Outros Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP)	1.713,96	-14,5986
	Construção	16.188,24	0
	Comércio	22.185,44	-3,42977
	Transportes	11.817,73	-138,231
	Serviços Privados	41.763,66	0
	Governo e Serviços Públicos	36.474,86	-3,41257
	Subtotal	265.381,22	-21.422,24
SETORES DO RESTO DO BRASIL	Cana-de-açúcar	12.938,48	-1084,32
	Soja	25.003,44	-4740,14
	Bovinos	30.431,33	-2315,29
	Outros Agropecuária	97.363,83	-995,833
	Mineração	74.071,27	-420,025
	Indústria de Minerais Não Metálicos	30.240,91	-616,125
	Metalurgia	122.970,79	-1226,01
	Maquinas e Equipamentos	57.104,15	-26,1413
	Material Elétrico e Eletrônicos	65.455,37	0
	Material de Transporte	128.738,09	0
	Madeira, Mobiliário, Papel	97.561,99	-80,573
	Alcool	10.196,83	0
	Refino de petróleo e coque	100.020,17	-453,396
	Outros Químicos e Farmacêuticos	162.722,54	-660,963
	Têxtil, Vestuário, Calçados	82.082,42	-25,1082
	Produtos Alimentícios	226.290,42	-84,0904
	Indústrias Diversas	54.460,67	-128,394
	Energia Elétrica	85.163,97	-475,334
	Outros Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP)	25.925,04	-240,527
	Construção	141.183,76	0
	Comércio	235.901,56	-36,4693
	Transportes	144.988,27	-1854,26
	Serviços Privados	813.745,34	0
	Governo e Serviços Públicos	340.297,14	-31,838
	Subtotal	3.164.857,78	-15.494,83
	TOTAL	3.430.239,00	-36.917,07

Fonte: elaboração própria a partir de Imori e Guilhot *et al.* (2011)

A produção total pode ser calculada como a soma do consumo intermediário dos setores da economia (matriz z) mais a demanda final da economia, ou pode ser calculada como a soma do consumo intermediário mais o valor adicionado da economia, importações do resto de mundo e impostos indiretos líquidos. A produção total da Região da Amazônia Legal Brasileira foi de R\$ 265.381,22 milhões, enquanto que para o Resto do Brasil foi de R\$ 3.164.857,78 milhões de reais. Os valores correspondentes de depreciação de capital natural total foram respectivamente -

21.422,24 e -15.494,83, o que totaliza uma depreciação de capital natural para economia brasileira no ano de 2004 de -36.917,07.

Embora a produção total e o PIB da economia do Resto do Brasil sejam maiores que a produção total e o PIB da Amazônia Legal Brasileira (1093% e 1039% respectivamente), a depreciação de capital natural da Amazônia Legal Brasileira foi 38% maior que a depreciação de capital natural do Resto do Brasil (ver **tabela 5**).

Tabela 5 – Produto Interno Bruto da Região Amazônica e Resto do Brasil
(em milhões de Reais - 2004)

Região	Categoria	Valor total
PIB DA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA	Imposto sobre importado	183,712
	ICMS de produto nacional	4850,285
	ICMS de produtos importados	172,1355
	IPI sobre produto nacional	149,4355
	IPI sobre produto importado	18,85196
	Outros IIL sobre produto nacional	2758,478
	Outros IIL sobre produtos importados	39,93349
	Salários	47.271
	Previdência oficial /FGTS	9.845
	Previdência privada	211
	Contribuições sociais imputadas	3.340
	Rendimento misto bruto	20.950
	Excedente operacional bruto (EOB)	54.109
	Outros impostos sobre a produção	1.777
	Outros subsídios à produção	-194
	PIB	145.481,20
	Depreciação de kn	-21.422,24
	PIBA	124.058,96
PIB DO RESTO DO BRASIL	Imposto sobre importado	5.346,09
	ICMS de produto nacional	54.947,91
	ICMS de produtos importados	1.961,13
	IPI sobre produto nacional	6.108,13
	IPI sobre produto importado	937,599022
	Outros IIL sobre produto nacional	57.333,19
	Outros IIL sobre produtos importados	805,690098
	Salários	550.181
	Previdência oficial /FGTS	119.266
	Previdência privada	3.690
	Contribuições sociais imputadas	29.433
	Rendimento misto bruto	168.304
	Excedente operacional bruto (EOB)	636.581
	Outros impostos sobre a produção	23.172
	Outros subsídios à produção	-1.678
	PIB	1.656.389,37
	Depreciação de kn	-15.494,83
	PIBA	1.640.894,53
TOTAL	PIB total	1.801.870,57
	Depreciação de Kn total	-36.917,07
	PIBA total	1.764.953,49

Fonte: elaboração própria a partir de Imori e Guilhoto *et al.* (2011).

A **tabela 5** apresenta os valores do Produto Interno Bruto para as duas regiões (Amazônia Legal e Resto do Brasil), assim como o Produto Interno Bruto Ajustado Ambientalmente. Este último calculado como a diferença entre o PIB e depreciação de capital natural. Não foi possível o cálculo do Produto Interno Líquido Ajustado Ambientalmente, uma vez que os valores de depreciação de capital fixo não estavam disponíveis para o ano em questão (2004).

As demandas finais da economia da Amazônia Legal Brasileira e do Resto do Brasil (**tabela 6**) têm como componente de maior relevância o consumo das famílias (R\$ 75.058 e R\$ 913.714 respectivamente), e é esta categoria também a maior responsável pelas emissões de gases de efeito estufa em ambas as regiões, 46,4% e 55,9% (**anexo C**).

Tabela 6 - Demanda Final da Amazônia e Resto do Brasil

(em milhões de Reais - 2004)

Região	Categoria	Valor total
DEMANDA FINAL DA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA	Resto do mundo	27.850
	Administração pública	36.715
	Instituições sem fins lucrativos de serviços as famílias	1.269
	Famílias	75.058
	Formação bruta de capital fixo	20.246
	Variação de estoque	9.382
	Subtotal	170.519
DEMANDA FINAL DO RESTO DO BRASIL	Resto do mundo	271.671
	Administração pública	336.061
	Instituições sem fins lucrativos de serviços as famílias	23.810
	Famílias	913.714
	Formação bruta de capital fixo	240.037
	Variação de estoque	6.921
	Subtotal	1.792.214
TOTAL		1.962.732

Fonte: elaboração própria a partir de Imori e Guilhoto *et al.* (2011).

4.2 Análise de Sensibilidade

Assim como uma Matriz de Insumo-Produto, a Matriz de Contabilidade Social permite análises de sensibilidade, ou seja, a estimativa do comportamento das variáveis endógenas ao modelo (fluxos inter-industriais) frente às variações das variáveis exógenas ao modelo (demanda final).

Como apresentado na seção 2.4.2 a produção total da economia X é igual a inversa de Leontief multiplicado pela demanda final (**equação 9**). Logo a variação da produção será:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad (19)$$

Através desta equação é possível estimar, considerando *ceteris paribus*, a variação da produção total estimulada pela variação na demanda final.

A matriz inter-industrial Z é calculada pela matriz de coeficientes técnicos A multiplicada pelo vetor de produção total diagonalizado $\hat{X}$. Logo, calculando-se um novo X^{novo} , como resultado de uma variação da demanda final, é possível estimar uma nova matriz Z^{novo} . Ver **equação 20**.

$$Z^{novo} = A \hat{X}^{novo} \quad (20)$$

O multiplicador de produção MP, por sua vez, é calculado como a soma das colunas da matriz da inversa de Leontief L. O MP apresenta os efeitos diretos e indiretos de um dado setor, por exemplo, a quantidade de produção gerada na economia para produzir uma unidade de demanda final do setor 1 (MILLER; BLAIR, 2009). Este é calculado pela seguinte equação:

$$MP = \sum_{ij}^n l_{ij} \quad (21)^{40}$$

Ainda para análise de sensibilidade é possível calcular o coeficiente de depreciação de capital natural de cada setor da economia e o coeficiente de abatimento da AA.

$$C\delta_{KNj} = \frac{\delta_{KNj}}{x_j} \quad (22)$$

O coeficiente de capital natural ($C\delta_{KNj}$), apresentado na **equação 22**, é a razão entre a depreciação de capital natural de um dado setor (δ_{KNj}) e a produção total do setor (x_j). O coeficiente de depreciação de capital natural representa o quanto de emissão é gerado na produção de uma unidade de valor do produto final do setor j. No caso da atividade de abatimento, lê-se coeficiente de abatimento, ou seja, quanto de poluição é reduzido dado a uma unidade de valor da produção do setor j.

⁴⁰ Outros multiplicadores e índices de ligação são aplicáveis a MCSA. Ver Guilhoto (2009) e Miller e Blair (2009) para consultar sobre multiplicadores e índices de ligação.

Uma vez estimada a variação de X frente uma variação de Y, é possível estimar também as novas emissões, fruto destas variações. Uma vez que o modelo é linear, as variações de δKn e os valores de abatimento da poluição realizado pelo setor AA, são diretamente proporcionais as variações de X.

Foram calculados os coeficientes técnicos (**anexo G**), a matriz inversa de Leontief (**anexo H**) e o multiplicador de produção para a economia da Amazônia e Resto do Brasil (ver **tabela 7** abaixo).

Tabela 7 - Multiplicadores de Produção

SETORES	MULTIPLICADORES DE PRODUÇÃO					
	A-A	RB-A	Total	A-RB	RB-RB	Total
Cana-de-açúcar	1,19	0,28	1,47	0,01	1,53	1,55
Soja	1,12	0,44	1,56	0,02	1,55	1,57
Bovinos	1,19	0,52	1,71	0,04	1,84	1,88
Outros Agropecuária	1,18	0,44	1,62	0,03	1,72	1,75
Mineração	1,36	0,37	1,73	0,02	1,88	1,90
Indústria de Minerais Não Metálicos	1,45	0,39	1,84	0,04	1,88	1,92
Metalurgia	1,33	0,58	1,91	0,04	1,93	1,96
Maquinas e Equipamentos	1,49	0,51	2,01	0,04	2,05	2,09
Material Elétrico e Eletrônicos	1,52	0,58	2,10	0,05	1,97	2,02
Material de Transporte	1,51	0,60	2,11	0,04	2,31	2,35
Madeira, Mobiliário, Papel	1,44	0,44	1,88	0,04	1,90	1,94
Alcool	1,41	0,45	1,86	0,03	1,84	1,87
Refino de petróleo e coque	1,62	0,40	2,02	0,03	2,16	2,19
Outros Químicos e Farmacêuticos	1,47	0,63	2,10	0,04	2,08	2,12
Têxtil, Vestuário, Calçados	1,56	0,58	2,13	0,05	2,04	2,09
Produtos Alimentícios	1,65	0,69	2,34	0,08	2,27	2,35
Indústrias Diversas	1,28	0,66	1,94	0,05	2,05	2,10
Energia Elétrica	1,40	0,27	1,67	0,02	1,64	1,66
Outros Serviços Industriais de Utilidade Pública	1,34	0,38	1,72	0,02	1,62	1,63
Construção	1,25	0,46	1,71	0,03	1,71	1,74
Comércio	1,22	0,15	1,38	0,01	1,42	1,42
Transportes	1,34	0,42	1,76	0,01	1,76	1,77
Serviços Privados	1,29	0,16	1,45	0,01	1,52	1,53
Governo e Serviços Públicos	1,27	0,15	1,41	0,01	1,50	1,51

Fonte: elaboração própria.

A - Região Amazônica Brasileira

RB - Resto do Brasil

Estes valores nos apresentam a quantidade de produção gerada na economia para produzir uma unidade de demanda final de cada setor. Por exemplo, para produzir uma unidade da demanda final da Amazônia por bens do setor de soja, será gerada uma produção de 1,12 na Amazônia e 0,44 no Resto do Brasil, um total de 1,56. Esta mesma leitura é feita para todos os outros setores. Nos multiplicadores onde a Amazônia é o demandante, o setor com maior multiplicador de produção é o produtos alimentícios (2,34), já para o Resto do Brasil são os setores de metalurgia e de Outros Serviços

Industriais de Utilidade Pública (ambos 2,35). Isto reflete a capacidade de geração de produção destes setores frente a variações em sua demanda final.

Os coeficientes técnicos de depreciação de capital natural foram calculados a partir da **equação 22**. Os resultados obtidos estão apresentados na **tabela 8**:

Tabela 8 - Coeficientes de Depreciação de Capital Natural

SETORES	COEFICIENTES DE δK_n	
	A	RB
Cana-de-açúcar	-0,08	-0,08
Soja	-0,51	-0,19
Bovinos	-1,38	-0,08
Outros Agropecuária	-0,15	-0,01
Mineração	-0,01	-0,01
Indústria de Minerais Não Metálicos	-0,03	-0,02
Metalurgia	-0,01	-0,01
Maquinas e Equipamentos	-0,04	-0,00
Material Elétrico e Eletrônicos	-0,00	0,00
Material de Transporte	0,00	0,00
Madeira, Mobiliário, Papel	-0,00	-0,00
Álcool	0,00	0,00
Refino de petróleo e coque	-0,00	-0,00
Outros Químicos e Farmacêuticos	-0,00	-0,00
Têxtil, Vestuário, Calçados	-0,00	-0,00
Produtos Alimentícios	-0,00	-0,00
Indústrias Diversas	-0,00	-0,00
Energia Elétrica	-0,01	-0,01
Outros Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP)	-0,01	-0,01
Construção	0,00	0,00
Comércio	-0,00	-0,00
Transportes	-0,01	-0,01
Serviços Privados	0,00	0,00
Governo e Serviços Públicos	-0,00	-0,00

Fonte: elaboração própria.

A - Região Amazônica Brasileira

RB - Resto do Brasil

O coeficiente de depreciação de capital natural indica quanto de depreciação de capital natural é gerado na produção de uma unidade de valor do produto final do setor em questão. Por exemplo, para a produção de uma unidade de valor do setor de máquinas e equipamentos da Amazônia 0,04 unidades de depreciação de capital natural (devido a emissão de gases de efeito estufa) são geradas. Quando o coeficiente é maior do que 1 isto significa que para gerar uma unidade de valor do setor em questão, mais de uma unidade equivalente de depreciação de capital natural é gerado. Este é caso do setor de bovino na Amazônia (-1,38).

No objetivo de apresentar a funcionalidade da MCSA e MIPA para estimativas de impacto da variação da demanda final sobre os níveis de depreciação de capital natural e produção total, foi realizado uma simulação onde a demanda final do setor de

produtos alimentícios da Amazônia foi alterado com um aumento de 10%. Os resultados obtidos estão apresentados na **tabela 9**.

TABELA 9. Variação de Produção Total e Depreciação de Capital Natural devido a Variação da Demanda Final

(em milhões de Reais)

Região	Setor	DF	X	δKn	DF'	X'	Kn'
SETORES DA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA	Cana-de-açúcar	203	788	-61,61	203,02	824,77	-64,49
	Soja	6.868	11.858	-6.058,99	6.868,21	12.168,37	-6.217,61
	Bovinos	3.659	9.049	-12.509,63	3.659,20	9.635,53	-13.321,02
	Outros Agropecuária	6.270	15.700	-2.334,88	6.269,92	16.192,24	-2.408,03
	Mineração	3.468	7.568	-41,33	3.468,16	8.047,56	-43,95
	Indústria de Minerais Não Metálicos	-193	1.314	-42,08	-192,96	1.396,57	-44,72
	Metalurgia	4.825	8.466	-114,33	4.825,29	8.705,11	-117,56
	Maquinas e Equipamentos	248	373	-14,69	248,43	387,88	-15,29
	Material Elétrico e Eletrônicos	15.653	22.170	-0,03	15.653,20	23.804,71	-0,03
	Material de Transporte	5.373	7.320	0,00	5.373,15	7.877,52	0,00
	Madeira, Mobiliário, Papel	4.053	8.637	-2,31	4.053,48	8.935,78	-2,39
	Álcool	371	625	0,00	370,67	643,74	0,00
	Refino de petróleo e coque	511	1.391	-6,30	510,66	1.499,50	-6,80
	Outros Químicos e Farmacêuticos	-356	2.943	-12,63	-355,57	3.176,36	-13,63
	Têxtil, Vestuário, Calçados	629	998	-0,31	628,93	1.022,78	-0,31
	Produtos Alimentícios	18.054	25.607	-9,52	19.859,92	27.930,25	-10,38
	Indústrias Diversas	783	1.334	-3,15	783,09	1.365,80	-3,22
	Energia Elétrica	3.619	9.097	-50,77	3.619,12	9.911,36	-55,32
	Outros Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP)	538	1.714	-14,60	537,73	1.875,88	-15,98
	Construção	14.329	16.188	0,00	14.329,38	16.350,90	0,00
	Comércio	12.716	22.185	-3,43	12.715,54	23.707,05	-3,67
	Transportes	5.013	11.818	-138,23	5.013,36	12.918,12	-151,10
	Serviços Privados	20.654	41.764	0,00	20.654,33	44.704,80	0,00
	Governo e Serviços Públicos	35.988	36.475	-3,41	35.987,90	36.542,39	-3,42
SETORES DO RESTO DO BRASIL	Cana-de-açúcar	1.180	12.938	-1.084,32	1.180,06	13.013,75	-1.090,63
	Soja	7.791	25.003	-4.740,14	7.790,80	25.183,84	-4.774,34
	Bovinos	9.338	30.431	-2.315,29	9.337,70	30.690,73	-2.335,02
	Outros Agropecuária	38.574	97.364	-995,83	38.573,67	97.975,40	-1.002,09
							Continua...

Continuação						
Setor	DF	X	δKn	DF'	X'	Kn'
Mineração	18.957	74.071	-420,03	18.957,39	74.943,43	-424,97
Indústria de Minerais Não Metálicos	4.099	30.241	-616,13	4.098,81	30.479,68	-620,99
Metalurgia	37.433	122.971	-1.226,01	37.433,00	124.744,00	-1.243,69
Maquinas e Equipamentos	41.470	57.104	-26,14	41.470,04	57.347,34	-26,25
Material Elétrico e Eletrônicos	38.650	65.455	0,00	38.650,20	66.451,59	0,00
Material de Transporte	85.517	128.738	0,00	85.517,34	128.989,66	0,00
Madeira, Mobiliário, Papel	41.878	97.562	-80,57	41.877,72	98.082,19	-81,00
Álcool	3.932	10.197	0,00	3.932,11	10.290,96	0,00
Refino de petróleo e coque	28.834	100.020	-453,40	28.833,64	101.501,14	-460,11
Outros Químicos e Farmacêuticos	45.664	162.723	-660,96	45.664,45	164.476,89	-668,09
Têxtil, Vestuário, Calçados	51.406	82.082	-25,11	51.406,04	82.224,34	-25,15
Produtos Alimentícios	153.117	226.290	-84,09	153.117,37	226.987,49	-84,35
Indústrias Diversas	11.886	54.461	-128,39	11.885,75	55.163,82	-130,05
Energia Elétrica	24.101	85.164	-475,33	24.100,75	85.566,76	-477,58
Outros Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP)	8.165	25.925	-240,53	8.164,73	26.047,71	-241,66
Construção	119.055	141.184	0,00	119.055,16	141.224,82	0,00
Comércio	134.667	235.902	-36,47	134.667,40	236.485,83	-36,56
Transportes	62.651	144.988	-1.854,26	62.650,54	145.529,61	-1.861,19
Serviços Privados	497.759	813.745	0,00	497.758,66	814.942,78	0,00
Governo e Serviços Públicos	333.330	340.297	-31,84	333.330,29	340.334,01	-31,84

Fonte: elaboração própria.

Como pode ser observado, um aumento da demanda final do setor de produtos alimentícios da Amazônia gera alterações na produção total de todos os setores da economia e, conseqüentemente, na depreciação de capital natural, uma vez que os novos níveis de depreciação de capital natural são calculados a partir da multiplicação entre os coeficientes de poluição e a nova produção total.

Isto mostra de que forma a economia está completamente interligada, que alterações em um único setor podem gerar alterações em outros, uma vez que estes participam do processo de produção do primeiro com insumos da produção. Isto pode ser visualizado nos **gráficos 4 e 5**. As variações da produção (X) e depreciação de capital natural (δKn) são equivalentes, dada a condição de sistema linear do modelo. Os gráficos mostram claramente como a alteração em 10% na demanda final por produtos

alimentícios da Amazônia Legal geram uma alteração na produção total e depreciação de capital natural de quase todos os setores da Amazônia Legal e Resto do Brasil. As alterações são maiores dentro da própria Região da Amazônia Legal que no Resto do Brasil, resultado esperado uma vez que a localização da atividade influencia na sua interligação com outras atividades.

Gráfico 4 – Variação da Produção Total e Depreciação de Capital Natural da Amazônia devido à alteração da Demanda Final por Produtos Alimentícios da Amazônia

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 5 – Variação da Produção Total e Depreciação de Capital Natural do Resto do Brasil devido à alteração da Demanda Final por Produtos Alimentícios da Amazônia

Fonte: elaboração própria.

Estes cálculos nos permitem fazer estimativas da alteração dos valores de depreciação de capital natural e investimento em capital natural necessário a novos níveis de produção da economia estimulados pela variação da demanda final, mostrando assim que a MCSA e a MIPA são ricos instrumentos para a análise de políticas públicas.

5. PRODUTO INTERNO BRUTO AJUSTADO AMBIENTALMENTE

A mensuração do Produto Interno Bruto Ajustado Ambientalmente (PIBA) é uma tentativa de correção do Produto Interno Bruto (PIB), no sentido de dar mais um passo e contribuição ao cálculo de um melhor indicador de bem estar econômico. O bem estar econômico é parte necessária, embora não suficiente, do bem estar total. Ele, por si só, pouco irá revelar sobre a qualidade de vida das pessoas, entretanto é um indicador das categorias econômicas necessárias ao alcance da qualidade de vida.

Ao consumir itens, sejam bem ou serviços, que satisfazem às necessidades humanas, os níveis de bem estar se elevam. É sabido que estes níveis de satisfação variam entre os indivíduos, assim como a delimitação das necessidades, entretanto algumas necessidades (como alimentação, saúde e moradia) quando não supridas comprometem a qualidade de vida e bem estar de quem o necessita, independente da classe social ao qual pertence e da cultura no qual esteja inserido.

Com isto, sabe-se que há fatores que aumentam o bem estar e há fatores que diminuem o bem estar, entre estes últimos está a poluição. As condições ambientais têm impacto direto sobre o bem estar. Níveis elevados de poluição do ar podem gerar desconforto a saúde humana causando doenças, comprometendo assim a qualidade de vida das pessoas. Tanto há uma redução do bem estar não-econômico (devido ao desconforto na saúde humana), quanto do bem estar econômico, (devido aos custos com medicamentos e a redução da produtividade do indivíduo doente no seu trabalho).

Como apresentado na seção 2.2.2 sobre a economia da poluição, quando os custos (sociais e privados) marginais da atividade forem iguais aos benefícios (sociais e privados) marginais desta, tem-se um ótimo de poluição. Pela ótica da análise de custo-benefício, quando os custos superam os benefícios totais, a relação entre estes é negativa e alguma compensação deve ser realizada aqueles que tiveram algum tipo de perda, ou a atividade deve ser abandonada. A análise de custo-benefício é uma metodologia indispensável aos tomadores de decisão engajados na elaboração de decisões coletivas (HUSSEN, 1999).

Ou seja, o bem estar irá depender das relações de custo e benefício, assim como dos níveis ótimos de poluição. O cálculo da depreciação do recurso natural ar é um fator relevante para estas análises, assim como para oferecer um indicador de bem estar econômico corrigido ambientalmente.

A correção do PIB para alcançar a condição de indicador de bem estar econômico, incluiria outros ajustes que não só os ambientais. Gastos com educação, por exemplo, deveriam ser contabilizados como investimento em capital natural não como despesas (STIGLITZ, SEN, FITOUSSI, 2010). Entretanto, o PIBA, sendo adequadamente calculado, apresenta-se como um componente importante do cálculo de indicadores de bem estar. O adequado aqui referido é a inclusão das externalidades negativas oriundas das atividades econômicas, que exercem impacto sobre o bem estar humano.

Emissão de gases de efeito estufa provenientes das atividades econômicas é um exemplo de externalidade negativa. Trata-se de degradação ambiental, ou seja, perda das condições ambientais naturais que garantem o controle climático, que quando incluso no cálculo do PIB, permite a obtenção do PIB parcialmente ajustado ambientalmente, já que apenas se está incluindo um fator de perda de bem estar decorrente da degradação do Ambiente devido as atividades econômicas, que aqui continuará sendo referido como PIBA , ver **equação 23**.

$$\text{PIBA} = \text{PIB} - \delta K_n \quad (23)^{41}$$

No objetivo de apresentar o impacto das externalidades negativas sobre o PIB da Região Amazônica e Brasil, estimou-se o valor da depreciação de capital natural através da emissão de CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso) em valores monetários, para o ano de 2004. Ver tabela abaixo.

⁴¹ ONU (2003).

TABELA 10. Depreciação do Capital Natural devido a Emissão de Gases de Efeito Estufa para o Ano de 2004 em Valores Monetários⁴².

Setores	CO ₂ eq - GTP-100 (Em mil toneladas)		δKn (em milhões de Reais- 2004)	
	AMZ	RBR	AMZ	RBR
Cana de Açúcar	3 043,92	53 573,05	61,61	1.084,32
Soja	299 357,41	234 196,47	6.058,99	4.740,14
Bovino	618 064,76	114 391,64	12.509,63	2.315,29
Outras Atividades da Agricultura e Pecuária	115 359,79	49 201,25	2.334,88	995,83
Mineração	2 041,87	20 752,23	41,33	420,03
Produtos Mineraiis Não metálicos	2 078,94	30 440,96	42,08	616,13
Produtos de Metal Fabricados e Metal Primário	5 648,76	60 573,60	114,33	1.226,01
Máquinas e Equipamentos	726,00	1 291,57	14,69	26,14
Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	1,55	0,00	0,03	0,00
Equipamentos de transporte	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira, Mobiliário e Produtos de Papel	114,12	3 980,88	2,31	80,57
Etanol	0,00	0,00	0,00	0,00
Produtos de Petróleo Refinado	311,50	22 401,00	6,30	453,40
Outros Produtos Químicos e Farmacêuticos	624,22	32 656,26	12,63	660,96
Têxteis, Produtos Têxteis e Calçados	15,08	1 240,52	0,31	25,11
Produtos Alimentícios	470,13	4 154,67	9,52	84,09
Manufatura (indústrias diversas)	155,42	6 343,58	3,15	128,39
Energia Elétrica	2 508,60	23 484,90	50,77	475,33
Serviços de Gás, Água e Esgoto	721,27	11 883,73	14,60	240,53
Construção	0,00	0,00	0,00	0,00
Comércio a Varejo e Atacado	169,46	1 801,84	3,43	36,47
Transporte	6 829,62	91 613,85	138,23	1.854,26
Outros serviços	0,00	0,00	0,00	0,00
Administração Pública	168,61	1 573,02	3,41	31,84
Total	1 058 411,02	765 555,03	21.422,24	15.494,83

Fonte: elaboração própria.

A **tabela 10** apresenta as quantidades em unidades físicas de tonelada de CO₂eq para cada setor da região Amazônica e do Resto do Brasil, assim como seus valores em unidades monetárias, calculados pelo método de valoração de despesas ambientais.

As unidades físicas nos permitem observar o montante de emissão que podem vir a comprometer os níveis de qualidade do ar. Uma vez que o capital natural selecionado para esta pesquisa foi o ar, a sua perda de qualidade é entendida como depreciação de capital natural.

⁴² Os dados de emissão por setor é oriundo do trabalho de Imori e Guilhot *et al.* (2011) e o valor da depreciação é o produto entre os valores de emissão e o valor de R\$ 34/tC (MEDEIROS *et al.*, 2011) deflacionados com deflator implícito do PIB calculado pelo IPEA para o ano de 2004, que resultou no valor de R\$ 20,24 por tonelada de CO₂eq.

Os setores econômicos que apresentaram maior depreciação de capital natural para a região Amazônica foram sequencialmente os setores de criação de bovino (R\$ 12.509,63), produção de soja (R\$ 6.058,99), outras atividades da agricultura e pecuária (R\$ 2.334,88) e transporte (R\$ 138,23). Para o Resto do Brasil foram os setores de soja (R\$ 4.740,14), criação de bovino (R\$ 2.315,29), transporte (R\$ 1.854,26) e produtos de metal fabricado e metal primário (R\$ 1.226,01), nesta ordem.

A atribuição de um valor monetário à depreciação de capital natural permite visualizar o impacto desta sobre o PIB, entendido aqui como um relevante componente do indicador de bem estar econômico. Através deste método a redução dos níveis de bem estar é evidenciada, podendo este chegar a ser negativo, que em circunstâncias de tomada de decisão indicaria a necessidade de abandonar a atividade econômica em questão, caso se chegasse a conclusão que os benefícios desta atividade são inferiores aos seus custos.

Embora os GHGs emitidos pela região da Amazônia Legal brasileira e Resto do Brasil tenham impacto global, a dedução da depreciação de capital natural do PIB regional se torna coerente dado que a região está inserida dentro do espaço impactado, logo há perda de bem-estar humano da região. Adicionalmente, as regras ambientais referentes as emissão de gases de efeito estufa mundial atribuem ao emissor a responsabilidade por esta emissão, esta afirmação se evidencia no Protocolo de Quioto (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2012), onde os maiores emissores mundiais na história são responsabilizados por estas emissões e iniciativas que mudem o atual quadro, resultado disto, são demandadas deles. Desta forma, atribuir valor monetário as emissões da Amazônia Legal brasileira e deduzi-las do PIB para a obtenção do PIBA para a região é considerar que esta emissão reduz o bem-estar da região e, uma vez sendo responsáveis por estas emissões, cabe a região o investimento ambiental que busque mitigá-las.

A depreciação de capital natural quando subtraída do valor adicionado setorial e total (PIB) da região Amazônica Brasileira e Resto do Brasil apresentam um impacto significativo (ver **tabela 11 e tabela 5**). Para a região da Amazônia Brasileira maior destaque é dado para os setores de criação de gado (queda de 235%), soja (queda de 77%) e outras atividades da agricultura e pecuária (queda de 24%). No caso do setor de criação de bovino o valor adicionado ajustado ambientalmente (VAA) chegou a ser negativo, saindo de R\$ 5.318,03 milhões para um VAA de R\$ -7.191,60 milhões.

Para o Resto do Brasil os destaques são para o setor de soja (queda de 30%), criação de bovino (queda de 15%) e o setor de cana de açúcar (queda de 13%). Quando incluso a emissão de CO₂eq, o PIB do Resto do Brasil cai 1%, enquanto que para a região amazônica este valor é de 15%. Isto se dá pela representativa dos setores de alta emissão de CO₂eq na participação do PIB da região.

TABELA 11. Valor Adicionado Ajustado Ambientamente⁴³

Em milhões de Reais-2004

Setores	Região Amazônica Brasileira				Resto do Brasil			
	VA	δKn	VAA	Δ do PIB	VA	δKn	VAA	Δ do VA
	A	B	A-B	B/A	A	B	A-B	B/A
Cana de Açúcar	563,38	-61,61	501,77	-11%	8.489,88	-1.084,32	7.405,56	-13%
Soja	7.863,09	-6.058,99	1.804,10	-77%	15.886,67	-4.740,14	11.146,54	-30%
Bovino	5.318,03	-12.509,6	-7.191,60	-235%	15.091,30	-2.315,29	12.776,02	-15%
Outras Atividades da Agricultura e Pecuária	9.693,34	-2.334,88	7.358,46	-24%	52.288,29	-995,83	51.292,46	-2%
Mineração	3.700,20	-41,33	3.658,88	-1%	28.296,80	-420,03	27.876,77	-1%
Produtos Minerais Não metálicos	558,27	-42,08	516,19	-8%	11.862,73	-616,13	11.246,60	-5%
Produtos de Metal Fabricados e Metal Primário	3.132,75	114,33	3.018,42	-4%	45.007,25	-1.226,01	43.781,24	-3%
Máquinas e Equipamentos	119,23	-14,69	104,53	-12%	16.766,77	-26,14	16.740,63	0%
Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	3.766,80	-0,03	3.766,77	0%	17.970,20	0,00	17.970,20	0%
Equipamentos de transporte	1.467,46	0,00	1.467,46	0%	22.054,54	0,00	22.054,54	0%
Madeira, Mobiliário e Produtos de Papel	3.725,01	-2,31	3.722,70	0%	39.222,99	-80,57	39.142,42	0%
Etanol	277,56	0,00	277,56	0%	4.476,44	0,00	4.476,44	0%
Produtos de Petróleo Refinado	150,35	-6,30	144,04	-4%	10.267,65	-453,40	9.814,26	-4%
Outros Produtos Químicos e Farmacêuticos	731,01	-12,63	718,38	-2%	42.770,99	-660,96	42.110,03	-2%
Têxteis, Produtos Têxteis e Calçados	330,24	-0,31	329,94	0%	28.679,76	-25,11	28.654,65	0%
Produtos Alimentícios	5.000,28	-9,52	4.990,76	0%	45.443,72	-84,09	45.359,63	0%
Manufatura (indústrias diversas)	527,65	-3,15	524,51	-1%	15.913,35	-128,39	15.784,95	-1%
Energia Elétrica	4.769,67	-50,77	4.718,89	-1%	45.141,47	-475,33	44.666,13	-1%
Serviços de Gás, Água e Esgoto	733,68	-14,60	719,08	-2%	14.038,19	-240,53	13.797,67	-2%
Construção	8.847,09	0,00	8.847,09	0%	76.020,91	0,00	76.020,91	0%

Continua...

⁴³ Idem.

Continuação								
Setores	Região Amazônica Brasileira				Resto do Brasil			
	VA	ΔKn	VAA	VA	ΔKn	VAA	VA	ΔKn
Comércio a Varejo e Atacado	16.385,66	-3,43	16.382,23	0%	167.378,34	-36,47	167.341,87	0%
Transporte	5.847,18	-138,23	5.708,95	-2%	72.488,82	-1.854,26	70.634,55	-3%
Outros serviços	28.531,21	0,00	28.531,21	0%	514.234,79	0,00	514.234,79	0%
Administração Pública	25.269,22	-3,41	25.265,81	0%	219.157,78	-31,84	219.125,94	0%
Total VA	137.308,37	-21.422, 24	158.730,61	-16%	1.528.949,63	-15.494	1.513.454,80	-1%
PIB e PIBA	145.481,20	-21.422, 24	124.058,96	-15%	1.656.389,37	-15.494	1.640.894,53	-1%

Fonte: elaboração própria.

O impacto da degradação ambiental sobre os setores de criação de gado (-235%) e produção de soja (-77%) para a Amazônia é significativo. Isto se dá por estas atividades serem intensivas em emissão de gases de efeito estufa (sendo aqui considerados dióxido de carbono, metano e óxido nitroso) associada à mudança do uso do solo.

Estes resultados trazem um alerta ao poder público sobre a necessidade de adotar medidas que o evitem ou o reduza, caso assim seja julgado necessário quando feito uma extensa avaliação do problema. Embora seja importante ressaltar que as emissões geradas pelos setores da região Amazônica são realizadas não só para atender a demanda das famílias da Amazônia (16,28%)⁴⁴, mas também a demanda das famílias do Resto do Brasil por produtos da Amazônia (30,09%), a demanda final das exportações da Amazônia (16,6%) e a demanda do Resto do Brasil para a exportações por bens da Amazônia (6,27%) (IMORI; GUILHOTO *et al.* 2011), ver **anexo C**. Outros componentes da demanda final completam estas porcentagens em 100%, entretanto aqui são apresentados estes dados para demonstrar quanto do que é emitido pela região Amazônica é decorrente da produção direcionada a atender outros países (16,6% e 6,27%) e outras categorias da demanda final do Resto do Brasil que são responsáveis por 40,53% das emissões da Amazônia (famílias: 30,09%, governo e ONGs: 1,38%, formação bruta de capital fixo e variação de estoque: 9,06%).

Alguns trabalhos já foram realizados para estimar o custo de degradação e ou exaustão de alguns recursos naturais devido a atividades econômicas no Brasil. Alguns destes foram: a depleção dos recursos minerais para o período de 1990, a emissão de poluentes industriais para o ano de 1985 e o período de 1990-1996; a perda de recursos

⁴⁴ Participação da demanda final da Amazônia por produtos da Amazônia na emissão de gases de efeito estufa da demanda final total da Amazônia.

madeireiros por causa do desmatamento da Amazônia para o período de 1978-1998 (YOUNG, 2003); o custo de exaustão dos recursos minerais para o período de 1970-1988; o custo de exaustão dos recursos florestais para o período de 1971-1985; os custos de degradação dos recursos hídricos para o ano de 1988; os custos de saúde associados à poluição hídrica para os anos de 1970-1989 e os custos de saúde associados à poluição do ar de para o ano de 1989 (MOTTA, 1995).

Impactos consideráveis da exaustão de recursos madeiros, devido ao desmatamento para a atividade agropecuária, foram observados quando comparados com o valor agregado da agropecuária em um trabalho realizado por Motta (1995), utilizando o método do custo de uso⁴⁵ e o método do preço líquido⁴⁶.

Para estimar o valor do custo da exaustão de recursos florestais devido a desmatamento para realização da atividade agropecuária, foi considerado apenas os produtos florestais comercializáveis à época e economicamente expressivos, a saber: material lenhoso (no caso dos recursos madeireiros) e a produção de látex, frutas, nozes, folhas, cera ou palmito, e as principais espécies extrativistas (castanheira, seringueira, açaí, babaçu, carnaúba, piaçava, palmeira).

Os resultados da pesquisa realizada por Motta (1995) mostram que o desmatamento implica em consideráveis perdas econômicas em certos períodos, independente do método empregado. Em alguns, por exemplo, pelo método do preço líquido, o ajuste do valor agregado da agropecuária seria quase o total do valor agregado convencional, como, por exemplo, para o ano de 1975, em que o custo da exaustão dos recursos florestais chegou a 89,5%, sendo seguido por 79,7% em 1976 e 77,2% em 1974.

Com relação ao valor que foi utilizado para cada tonelada de CO₂eq (R\$ 20,24 ou US\$ 6,92) este não esteve tão distante de valores apresentados em pesquisas já realizadas – que apontam um intervalo de preço de US\$ 3 a US\$ 10 (Unctad 2001) e de US\$ 10 a US\$ 15 (Nordhaus 2000). Aqui foi considerado o valor médio para captação de CO₂eq nos mercados mundiais de carbono, isto se insere na categoria de valoração econômica pelo método de despesas ambientais, na tentativa de estimar o valor de uso

⁴⁵ “Valora el recurso con base en el costo por agotamiento del mismo, estimado como una parte del valor presente del ingreso neto esperado en la vida útil del recurso, bajo la condición de que dicha parte sea reinvertida para obtener un ingreso permanente en el futuro” (INEGI, 2008, p.25).

⁴⁶ Este método defende que é possível valorar a depreciação dos recursos ambientais através do produto entre sua “variação física pelo preço de mercado do recurso líquido de custos de produção, acrescentando um fator de correção referente às variações dos preços e dos estoques ao longo do período observado” (MOTTA, 1995, p. 44).

do recurso em questão, através do necessário para evitar sua depreciação ou recuperar sua qualidade.

A atribuição do valor monetário à depreciação e exaustão natural, embora muitas vezes subestime o real valor do recurso em questão, é um cálculo necessário para se utilizar da linguagem argumentativa necessária no contexto paradigmático em que vivemos, onde estímulos a utilização racional dos recursos naturais são realizados através do uso de instrumentos econômicos.

6. CONCLUSÕES

Indicadores são calculados no intuito de oferecer aos tomadores de decisões de políticas públicas as informações necessárias para tal. Estes quando calculados incorretamente levam a tomadas de decisão equivocadas (STIGLITZ, SEN, FITOUSSI, 2010). O Produto Interno Bruto (PIB) enquanto indicador de bem estar econômico possui equívocos, como os de não contabilizar as contrapartidas negativas da atividade econômica ao ambiente, as externalidades negativas. Quando estas são inclusas no seu cálculo, um dos passos necessários à correção do PIB como indicador de bem estar econômico é realizado. Esta inclusão é feita através da mensuração física e monetária da degradação e/ou exaustão dos recursos naturais, que permite a obtenção do PIB líquido em termos ambientais, chamado aqui de Produto Interno Bruto Ajustado Ambientalmente (PIBA), como sugerido pelo relatório das Nações Unidas de elaboração do Sistema de Contas Econômicas e Ecológicas Integradas (ONU, 2003).

Corrigir o PIB ambientalmente dentro de uma estrutura analítica do comportamento da economia, para assim obter ambos, PIBA e análise de sensibilidade da economia, foi o objetivo principal deste trabalho, que pode ser alcançado através da aplicação do Modelo de Contabilidade Social Ambiental (MCSA) que foi desenvolvido analisando os fluxos entre a economia e o ambiente, além dos fluxos de bens e de renda da economia entre seus agentes. Estes fluxos (economia-ambiente) estão descritos em três diferentes categorias: atividades de abatimento, depreciação de capital natural e investimento em capital natural.

As atividades de abatimento da poluição (embasadas do Modelo de Geração/Eliminação de Leontief) é uma proposta de agrupar em um mesmo setor todas as atividades da economia que estão direcionadas à redução/eliminação de danos ambientais. Estas atividades já existem na MCS convencional, entretanto não estão agregadas em um mesmo setor. Esta agregação permite visualizar quanto da produção total da economia é destinada a atividades que são geradas decorrentes dos impactos das atividades econômicas de outros bens e serviços sobre a qualidade do ambiente. Estes valores são positivos, porque eles, ainda que evidenciem que há necessidade de descontaminação ou restauração, são uma contrapartida positiva ao ambiente. Na elaboração da MIPA para a Amazônia este não foi calculado devido às razões já mencionadas, indisponibilidade de dados, entretanto esta atividade foi mantida no

modelo de MCSA para evidenciar sua necessidade em cálculos futuros, quando haja disponibilidade dos dados ou informações que permitam sua estimativa.

A depreciação de capital natural é uma categoria que implica em um novo conceito de capital. Os recursos naturais passam a ser parte dos ativos e capital total da economia, uma vez que estes participam do processo econômico oferecendo bens e serviços à economia, seja na condição de insumo à produção ou sumidouro de resíduos gerado no processo produtivo. Considerando os recursos naturais como capital natural, a exaustão ou depleção destes são entendidas como depreciação, que é incluída na conta de valor adicionado da MCSA com sinal negativo, uma vez que é a contrapartida negativa da economia ao ambiente. Esta medida ajusta o PIB ambientalmente, uma vez que o PIB é a soma do valor adicionado total da economia.

O investimento em capital natural é aqui assumido para ser negativo, uma vez que evidencia também a redução de bem-estar econômico. Ele, assim como a depreciação de capital natural, ajusta o PIB ambientalmente, uma vez que a soma de toda a demanda final da economia é o PIB, e o investimento é uma categoria da demanda final.

Estas variáveis quando incluídas dentro da MCS, resultando assim na MCSA, permite realizar estudos de impacto das atividades econômicas sobre o ambiente, assim como os setores mais responsáveis pela emissão de poluentes na economia; estimativas de níveis de poluição frente à alteração da demanda final da economia; o potencial de eliminação da poluição das atividades de abatimento; entre outras funcionalidades da Matriz de Contabilidade Social.

A indisponibilidade de dados para pesquisas ambientais ainda restringe o alcance destas, e foi devido a isto e à complexidade de incluir outras categorias de depreciação de capital natural, que este trabalho se limitou à emissão de gases de efeito estufa, aqui representados por dióxido de carbono, metano e óxido nitroso. Entretanto, o modelo desenvolvido pode ser ampliado para a inclusão de outras categorias de depreciação de capital natural.

Para evidenciar os fluxos entre Amazônia e Resto do Brasil, a Matriz de Insumo-Produto Ambiental foi construída no modelo inter-regional. O que permitiu calcular o PIBA para a região Amazônica do Brasil e o PIBA para o Resto do Brasil, que resultou em valores consideráveis como a redução relevante do valor adicionado de alguns setores da economia, que chegou até a 235% (o setor de criação de gado da Amazônia). O PIB da região Amazônica caiu 15% e o PIB do Resto do Brasil caiu 1%.

Como mencionado anteriormente, parte relevante das emissões geradas pela região Amazônica é devido à produção destinada à demanda final do Resto do Brasil (incluindo exportações) e às exportações da Amazônia (IMORI; GUILHOTO *et al.* 2011). Estas informações combinadas com os obtidos nesta pesquisa levam a questionamentos do tipo: até que ponto pode uma região assumir o subproduto (rejeitos) do processo produtivo, para atender a demandas que não são locais? Ou: Pode ser uma região responsabilizada pela emissão de poluentes quando esta é direcionada a atender não só a demanda local? Frente a estes questionamentos, objetiva-se com o instrumental aqui apresentado oferecer aos tomadores de decisões coletivas algumas das ferramentas úteis a sua atuação.

Frente ao exposto, o presente trabalho traz duas contribuições no avanço da temática: o desenvolvimento de um modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental, no qual as variáveis ambientais são inclusas com valores monetários, permitindo assim, o cálculo do PIBA e análises de sensibilidade da economia incluindo suas externalidades negativas. Outra contribuição deste trabalho à literatura é a aplicação de um modelo de MIPA para a região da Amazônia Legal brasileira e o Resto do Brasil através do uso de um modelo inter-regional, que permitiu estimar o PIBA de ambas as regiões com relação à emissão de gases de efeito estufa oriundo das atividades econômicas.

Entretanto, é importante ressaltar que o modelo de MCSA e sua aplicação possuem limitações. A primeira dessas limitações é a linearidade do modelo que assume coeficientes técnicos fixos, logo as variações da produção serão diretamente proporcionais às variações da demanda final. Essa limitação não é exclusiva do modelo aqui proposto, ou seja, é recorrente aos modelos de Matriz de Insumo-Produto e Contabilidade Social convencionais. A segunda limitação é referente à disponibilidade de dados, que permitiu apenas o cálculo da MIPA para Amazônia Legal Brasileira e Resto do Brasil para o ano de 2004. Por último, tem-se a limitação do número de variáveis que compõe a depreciação do capital natural, que além de uma limitação de disponibilidade de dados foi uma decisão de tornar o trabalho exequível de acordo com o cronograma da pesquisa. Por essas duas razões foi considerado apenas o comprometimento do serviço ecossistêmico de controle climático devido às emissões de gases de efeito estufa oriundas das atividades econômicas no cálculo da depreciação de capital natural.

Contudo, as limitações acima mencionadas não invalidam o uso do modelo proposto e as análises oriundas dos resultados obtidos, no qual permite concluir que o Modelo de Matriz de Contabilidade Social Ambiental aqui apresentado é um útil instrumento para auxiliar os tomadores de decisões coletivas referente ao comportamento da economia e seu impacto ao ambiente. Faz-se isso ao permitir o cálculo do PIBA e a análise de sensibilidade.

Com relação aos resultados da aplicação do modelo de MIPA para a região da Amazônia Legal brasileira e Resto do Brasil, pode-se finalizar afirmando que o impacto da inclusão da depreciação de capital natural no cálculo do VA é relevante, principalmente para os setores de criação de bovino, soja, cana de açúcar e outras atividades da agricultura e pecuária. Sendo a variação do total do PIB mais significativa para a região da Amazônia Legal brasileira que para o Resto do Brasil, uma vez que esta região tem uma relevante participação das atividades intensivas em emissão de gases de efeito estufa na produção total da região, que como observado, não é para atender em maior parte a demanda final local, mas sim ao Resto do Brasil e Resto do Mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIER, J. M. **Ecologismo dos pobres**. São Paulo: Editora Contexto, 2007. 384p.

AMAZONAS, M. C. **Economia do Meio Ambiente**: uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Campinas (Unicamp), Campinas, 1994.

AZQUETA, D.; SOTELSEK, D. Valuing Nature: From environmental impacts to natural capital. **Ecological Economics**, v.63, p. 22 – 30, 2007.

BATELMUS, P. The Cost of Natural Capital Consumption: Accounting for a sustainable world economy. **Ecological Economics**, v. 68, p. 1850–1857, 2009.

BERGER, J. The Economy and the Environment. In: SMELSER, N.; SWEDBERG, R. **The Handbook of Economic Sociology**. 2. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2005. 826p.

BRASILEIRO, A. C. B. ; SINISGALLI, P. A. A. A Tecnologia como Ampliadora dos Limites Impostos ao Crescimento Econômico Pela Iminência de Escassez de Recursos Exauríveis. In: XXIV Asepelt 2010, Congreso Internacional de Economía Aplicada, 2010, Alicante. **Anales de Economía Aplicada 2010**. Alicante: Delta Publicações, 2010. v. 1. p. 181-181.

CÁNEPA, E. M. Economia da Poluição. In: MAY, P. H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.). **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p 33-60.

CARVALHO, Gardênia Maria Braga de. **Contabilidade Ambiental**: teoria e prática. 2. ed. Curitiba: Juruá, 2008. 217p.

COSTANZA, Robert. What is Ecological Economics? **Ecological Economics**, v.1, p.1-7, 1989.

COSTANZA, R. *et al.* **Quality of Life and the Distribution of Wealth and Resources**. Disponível em: http://www.pdx.edu/sustainability/sites/www.pdx.edu.sustainability/files/media_assets/iss/fellow_publications/chs1112f.pdf. Acesso em: fevereiro de 2011.

COSTANZA, R.; DALY, H. E.; BARTHOLOMEW, J.A. Goals, Agenda, and Policy Recommendations for Ecological Economics In. CONSTANZA, R. **Ecological Economics**: the science and management of sustainability. New York: Columbia University Press, 1991. p. 1-20.

DALY, Herman. On Economics as a Life Science. **Journal of Political Economy**, v. 76, 1968, p. 392-406.

DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological Economics**: principles and applications. 2.ed. Washington: Island Press, 2009.

DIAZ, M. C. V.; AMIN, M.M. **Sistema de Contas Ambientais (SCN)**: a inclusão da exaustão e degradação dos recursos naturais nas estimativas econômicas. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/v_en/Mesa1/9.pdf. Acesso em: fevereiro de 2011.

FROMM, O. Ecological Structure and Functions of Biodiversity as Elements of Its Total Economic Value. **Environmental and Resource Economics**, v.16, p. 303–328, 2000.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. **La Ciencia Posnormal**: ciencia con la gente. Barcelona: Icaria, 1993. p.23-105.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Word Footprint**. Disponível em: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/. Acesso em julho de 2012.

GUILHOTO, Joaquim J. M. **Análise de Insumo-Produto**: teoria, fundamentos e aplicações. Livro em elaboração. Departamento de Economia, FEA-USP, 2009.

HUANG, G.H. *et al.* Environmental Input-Output Analysis and its Application to Regional Solid-Waste Management Planning. **Journal Environmental Management**, v.42, 1994, p. 63-79.

HUNT, E. K. **História do Pensamento Econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 1989. p 277-314.

HUSSEN, A. M. **Principles of Environmental Economics**: economics, ecology and public policy. New York: Routledge, 1999. 341p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de Contas Nacionais**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2008/publicacao2004_2008.pdf. Acesso em: fevereiro de 2012.

IMORI, D., GUILHOTO, J.J.M., DAVID, L.S., GUTIERRE, L.M., WAISMAN, C. **The Development of the Brazilian Amazon Region and Greenhouse Gases Emission: A Dilemma to Be Faced!** In.: 19th International Input Output Conference, 2011, Alexandria, Virginia, USA. Disponível em: <http://www.iioa.org/Conference/19th-downable%20paper.htm>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. **Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México**. Aguascalientes: INEGI, 2008. 152p.

KEUNING, S. J. SESAME: An Integrated Economic and Social Accounting System. **International Statistical Review**, v. 65, N. 1, p. 111-121, Apr.1997.

LEOTIEF, W. Environmental Repercussions and Economic Structure: An Input-Output Approach. **The Review of Economics and Statistics**, v. 52, nº 3, p 262-271, Agosto de 1970.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**: princípios de micro e macroeconomia. 2^a ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 831p.

MARX, K. **O Capital**. Livro I, v. 1. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

MEDEIROS, R. *et al.* **Contribuição das Unidades de Conservação Brasileiras para a Economia Nacional**. Brasília: UNEP- WCMC. 2011.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Cambridge University Press: Cambridge, 2009. 784p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press: Washington D.C, 2005.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não**

Controlados pelo Protocolo de Montreal. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0214/214061.pdf>. Acesso em: agosto de 2011.

MORILLA, C. R. *et al.* Economic and Environmental Efficiency Using a Social Accounting Matrix. **Ecological Economics**, v. 60, p. 774 – 786, 2007.

MOTTA, R. S. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, setembro de 1997. 242p.

MOTTA, R. S. **Economia Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009. 225p.

MOTTA, R. S.(Coord.). **Contabilidade Ambiental**: teoria, metodologia e estudos de caso no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 1995. 126p.

NORDHAUS, W.D.;BOYER, J. Requiem for Kyoto: an economic analysis of the Kyoto Protocol. **The Energy Journal**, May 1999, p. 93-133.

ORTIZ, R. A. Valoração Econômica Ambiental. In. MAY, Peter H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.). **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p 81-99.

PAULANI, L. M.; BRAGA, M. B. **A Nova Contabilidade Social**. São Paulo: Saraiva, 2005. 297p.

PERMAN, R. *et al.* **Natural Resources e Environmental Economics**. Essex, England: Pearson Education Limited. 1999.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Desenvolvimento Humano e o IDH**. Disponível em Fonte: <http://www.pnud.org.br/idh/>. Acesso em: fevereiro de 2012.

RAVEN, Peter H. *et al.* **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830p.

ROMEIRO, A.R. Economia ou Economia Política da Sustentabilidade. In. MAY, Peter H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.). **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p 1-29.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SAGOFF, M. The quantification and valuation of ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 70, p. 497 – 507, 2011.

SILVA, M. A. R. Economia dos Recursos Naturais. In. MAY, Peter H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p 33-60.

STIGLITZ, J.; SEN, A.; FITOUSSI, J. P. **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**. Disponível em: <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/en/index.htm>. Acesso em: novembro de 2010.

THERY, H. **Configurações Territoriais na Amazônia**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1998. 68p.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S.J. **Economia Ambiental: fundamentos, políticas e aplicações**. São Paulo: Cengage Learning, 2010, 556p.

TORRAS, M. The total economic value of Amazonian deforestation, 1978–1993. **Ecological Economics**, v. 33, p. 283–297, 2000.

UNITED NATIONS. **Integrated Environmental and Economic Accounting: a operational handbook**. New York: ONU, 2000. 244p.

UNITED NATIONS. **Integrated Environmental and Economic Accounting: a operational handbook**. New York: ONU, 2003. 598p.

UNCTAD. **Greenhouse gas Market Perspectives**. New York and Geneva: United Nations Foundation, 2001.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Kyoto Protocol**. Disponível: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. Acesso em: dezembro 2012).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Climate Change Basics**. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/basics/>. Acesso em: outubro de 2012.

VICTOR, P. A. Pollution: **economic and environmental**. London: George Allen and Unwin, 1972.

VINHA, V. (org.). **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p 101-132.

XIE, J. An Environmental Social Accounting Matrix: conceptual framework and application to environmental policy analysis in China. **Environmental and Resource Economics**, v. 16, p. 391-406, 2000.

YOUNG, C. E. F. Contabilidade Ambiental Nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil. In. MAY, Peter H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.). **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p 33-60.

YOUNG, C. E. F.; PEREIRA, A. A.; HARTJE, B. C. R. **Sistema de Contas Ambientais para o Brasil**. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2000. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/td448.pdf>. Acesso em: dezembro de 2010.

ANEXO A

ESTRUTURA PARA CONTAS ECONÔMICAS E ECOLÓGICAS INTEGRADAS

Balanço de ativos por tipo de ativo

Abertura de estoques de ativos produzidos	Abertura de estoques de ativos econômicos não- produzidos	Abertura de estoques (apenas ativos físicos)
---	---	--

Tabelas de Uso e Oferta

Produção	Importação			
Produção de Produtos de proteção ambiental	Importação de Produtos de proteção ambiental			
Consumo intermediário	Exportações	Consumo final	Formação de capital bruta	Formação de capital bruta (apenas solo)
Consumo intermediário de produtos para proteção ambiental	Exportações de produtos para proteção ambiental		Formação de capital bruta para proteção ambiental	Formação de capital bruta para proteção ambiental (apenas solo)
Valor adicionado bruto				
Consumo de capital fixo				
Consumo de capital fixo usado para proteção ambiental				
Valor adicionado líquido				

Continua...

Continuação

Fonte: ONU, 2000.

Anexo B - Emissões por Setor da Economia para o ano de 2004 em toneladas

	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		CO ₂ eq - GWP - 100		CO ₂ eq - GTP - 100	
	A	RB	A	RB	A	RB	A	RB	A	RB
Cana de Açúcar	2 819,40	49 828,43	14,43	245,38	0,56	9,32	3 297,36	57 872,14	3 043,92	53 573,05
Soja	293 335,36	228 021,31	712,91	552,67	9,10	12,64	311 128,06	243 544,60	299 357,41	234 196,47
Gado	576 378,17	6 400,01	4 005,22	8 776,87	80,22	237,43	685 357,30	264 318,99	618 064,76	114 391,64
Outras Atividades da Agricultura e Pecuária	107 410,07	9 242,25	480,33	1 043,84	20,55	128,67	123 867,01	71 049,40	115 359,79	49 201,25
Mineração	1 900,17	19 108,83	27,69	322,31	0,01	0,12	2 485,38	25 913,92	2 041,87	20 752,23
Produtos Minerais Não-metálicos	2 071,66	30 296,34	0,26	4,74	0,02	0,45	2 083,96	30 534,74	2 078,94	30 440,96
Metal Primário e Produtos de Metal Fabricados	5 581,55	60 022,45	2,96	43,04	0,09	1,24	5 703,93	61 311,97	5 648,76	60 573,60
Máquinas e Equipamentos	8,43	1 291,57	0,00	0,00	0,00	0,00	832,30	1 291,57	726,00	1 291,57
Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,78	0,00	1,55	0,00
Equipamento de Transporte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira, Mobiliário e Produtos de Papel	110,11	3 840,89	0,05	1,75	0,01	0,49	115,48	4 028,32	114,12	3 980,88
Etanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Produtos de Petróleo Refinado	310,16	22 304,84	0,27	19,23	0,00	0,00	315,78	22 708,72	311,50	22 401,00
Outros Produtos Químicos e Farmacêuticos	438,75	26 867,25	0,01	0,49	0,67	21,43	651,83	33 521,38	624,22	32 656,26
Texteis, Produtos Texteis e Calçados	14,96	1 231,04	0,00	0,30	0,00	0,03	15,15	1 246,45	15,08	1 240,52
Produtos Alimentícios	393,71	3 479,29	1,89	16,71	0,25	2,19	510,31	4 509,69	470,13	4 154,67
Manufatura (indústrias diversas)	155,33	6 339,67	0,02	0,78	0,00	0,00	155,73	6 356,07	155,42	6 343,58
Energia Elétrica	2 507,88	23 478,12	0,14	1,36	0,00	0,00	2 510,92	23 506,58	2 508,60	23 484,90
Serviços de Gás, Água e Esgoto	4,64	105,36	111,43	1 631,57	0,59	13,41	2 527,76	38 525,24	721,27	11 883,73
Construção	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comércio Varejo e Atacado	167,97	1 786,03	0,11	1,19	0,00	0,04	171,38	1 822,32	169,46	1 801,84
Transporte	6 799,38	91 156,88	0,53	7,22	0,10	1,56	6 842,14	91 791,77	6 829,62	91 613,85
Outros Serviços	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Administração Pública	168,35	1 570,65	0,00	0,04	0,00	0,01	168,70	1 573,93	168,61	1 573,02
Total	1 000 576,06	586 371,21	5 358,26	12 669,49	112,19	429,02	1 148 742,26	985 427,81	1 058 411,02	765 555,03

Fonte: Imori e Guilhot *et al.* (2011, p. 36)

ANEXO C

Emissão de CO₂eq por Componente da Demanda Final

Origem do produto	Componentes da Demanda Final	Emissão de CO ₂ eq (GTP - 100) em %	
		Amazônia	Resto do Brasil
Amazônia	Exportações	16,60	0,78
	Governo e ONGs	0,50	0,20
	Famílias	16,28	3,41
	Formação Bruta de Capital fixo e variação de estoque	19,82	0,95
Resto do Brasil	Exportações	6,27	28,27
	Governo e ONGs	1,38	3,83
	Famílias	30,09	52,43
	Formação Bruta de Capital fixo e variação de estoque	9,06	10,14
Total		100%	100%

Fonte: Imori e Guilhoto *et al.* (2011, p. 45)