

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Análise econômico-ecológica da agropecuária do Amazonas:
uma abordagem de insumo-produto**

Elane Conceição de Oliveira

Orientador: José Aroudo Mota

Tese de Doutorado

Brasília/DF, 5 de dezembro de 2012

Oliveira, Elane Conceição de

Análise econômico-ecológica da agropecuária do Amazonas:
uma abordagem de insumo-produto./Elane Conceição de Oliveira.
Brasília, 2012
142 p.; II

Tese (doutorado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável.
Universidade de Brasília, Brasília.

Orientação: Prof. José Aroudo Mota, Dr.

1. Agropecuária – Amazonas . 2. Economia e meio ambiente 3.
Amazônia I. Título. 4. Matriz de Leontief

CDU 502.33

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Elane Conceição de Oliveira

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Análise econômico-ecológica da agropecuária do Amazonas:
uma análise de insumo-produto**

Elane Conceição de Oliveira

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutora em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental.

Aprovado por:

José Aroudo Mota, Dr. (CDS/UnB)
(Orientador)

Maurício de Carvalho Amazonas, Dr. (CDS/UnB)
(Examinador Interno)

Doris Aleida Villamizar Sayago, Dra. (CDS/UnB)
(Examinadora Interna)

Geraldo Sandoval Góes, Dr. (MMA)
(Examinador Externo)

Alexandre Xavier Ywata Carvalho, Ph.D. (IPEA)
(Examinador Externo)

Brasília/DF, 5 de dezembro de 2012.

À minha filha, Sarah Luiza e ao meu marido, Gutemberg.

AGRADECIMENTOS

Ao primogênito de toda criação, que é a imagem do Deus invisível; pois nele foram criadas todas as coisas, nos céus e sobre a Terra, as visíveis e as invisíveis, sejam tronos, sejam soberanias, quer principados, quer potestades. Tudo foi criado por meio dele e para ele. Ele é antes de todas as coisas. Nele tudo subsiste.

Ao meu esposo Gutemberg pela compreensão até agora e a nossa filha, Sarah Luiza, que tem sido forte em momentos difíceis.

Ao meu pai, Hotoniel, e ao meu irmão, Otoniel, *in memoriam*.

À minha mãe, Maria Luiza, aos meus irmãos Olivan, Sirlane, Simone e Ana Paula, obrigada pelo amor e carinho e pelas palavras de vida.

Aos irmãos da Igreja pela interseção, amizade e apoio.

Aos colegas da Cogec/Suframa que me ajudaram e se alegraram comigo.

À Ana Maria, coordenadora geral de Estudos Econômicos e Empresariais da Suframa, que me apoiou desde o início do doutorado até o momento. A ela a minha gratidão.

Ao colega Renato Mendes Freitas, coordenador executivo na Suframa do Projeto da Tabela de Recursos e Usos do Amazonas e da Matriz de Insumo-Produto do Amazonas, muitíssimo obrigada pelas orientações.

Aos professores do CDS/UnB pelos ensinamentos; em especial ao meu orientador Dr. José Aroudo Mota.

À UEA/CDS-UnB, à Fapeam, à Fucapi, à UFAM e à Suframa por apoiar programas de pós-graduação.

RESUMO

Esta tese analisa o impacto das atividades produtivas da agropecuária do Estado do Amazonas sobre os serviços ecossistêmicos. Inicialmente, foi realizada uma abertura da atividade agropecuária na Tabela de Recursos e Usos do Estado do Amazonas 2006 em doze atividades econômicas e inseridos novos produtos-contas de relevante interesse regional. Isto deu origem à Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Amazonas – TRUAGRO AM 2006. Em seguida, foi elaborada a matriz de Leontief envolvendo relações intersetoriais do setor agropecuário desagregado; e, elaborados os vetores ambiental e de demanda final que subsidiaram a análise de impacto. O vetor ambiental diz respeito à utilização das terras por atividade da agropecuária e o vetor de demanda final consiste em um cenário criado da exportação para o resto do mundo de castanha-do-pará com casca e sem casca. Os resultados apontam que um choque na demanda final acarreta aumento em qualquer atividade da agropecuária. A análise de impacto em si permitiu inferir que a utilização de terras de toda a agropecuária é impactada em 0,21% em virtude de um cenário favorável para exportação da castanha-do-pará. O valor bruto da produção e o valor adicionado bruto da agropecuária são impactados em 0,04% e 0,03%, respectivamente. Mais setorialmente, o impacto na atividade de extração florestal é bem mais significativo pelo cenário da castanha. A utilização das terras, o valor bruto da produção e o valor adicionado bruto da atividade da extração florestal são incrementados em 0,74%, 0,58% e 0,66%, respectivamente. Contrariamente a isto, uma análise de impacto envolvendo produtos madeireiros causa um choque de 5,66% no valor bruto da produção do setor florestal. Estes resultados são extremamente relevantes quando se observa a importância da castanha-do-pará para o desenvolvimento regional, como lições para as políticas públicas ambientais, pode-se concluir que um aumento da utilização de suas terras para extração da castanha pode inibir o uso das terras para pastagens, lavouras e extração madeireira, uma vez que se dá em áreas de florestas.

Palavras-chaves: agropecuária; serviços ecossistêmicos; tabela de recursos e usos; análise de insumo-produto; matriz de Leontief.

ABSTRACT

This paper analyzes the impact of agriculture and livestock production activities in the State of Amazonas on ecosystem services. Initially, a breakdown was made of agriculture and livestock activities from the Table of Uses and Resources of the State of Amazonas 2006 for twelve economic activities and new product accounts of relevant regional interest were inserted. This resulted in the Table of Resources and Uses of Agriculture and Livestock in the Amazon – TRUAGRO AM 2006. Following this, a Leontief matrix was created, which involved intersectoral relations in the disaggregated agricultural sector; also environment and final demand vectors were elaborated, which supported impact analysis. The environmental vector deals with the use of land for agriculture and livestock activity and the final demand vector consists of a scenario created for the export of Brazil nuts with and without peel to the rest of the world. The results show that a shock in final demand leads to an increase in any agriculture and livestock activity. The impact analysis suggests that the use of all land in agriculture and livestock is impacted 0.21% due to a favorable scenario for the export of Brazil nut. The gross production value and gross value added of agriculture and livestock are impacted at 0.04% and 0.03%, respectively. Sectorally, the impact on forest extraction activity is much more significant due to the Brazil nut scenario. The use of land, the gross production value and gross value added of forest extraction activity are increased in 0.74%, 0.58% and 0.66%, respectively. Contrary to this, an impact analysis involving wood products leads to a shock of 5.66% on the gross production value in the forestry sector. These results are extremely relevant considering the relevance of Brazil nut for regional development, as lessons for environmental public policies, we can be concluded that an increase in the use of land for the extraction of nuts can inhibit the use of land for grazing, farming and logging by the use of forest areas.

Keywords: agriculture and livestock; ecosystem services; table of resources and uses; input-output analysis; Leontief matrix.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1 As teorias econômicas e o meio ambiente.....	16
1.2 Sistema e escala econômica versus capital natural e serviços ecossistêmicos	25
2 O AMAZONAS, A ECONOMIA E O MEIO AMBIENTE: “UM POUCO-ANTES E ALÉM-DEPOIS”	32
2.1 Território, população e florestas do Amazonas.....	32
2.2 Antecedentes histórico-econômicos amazonenses.....	33
2.3 Zona Franca de Manaus.....	39
2.4 Aspectos estratégicos a partir do setor agropecuário amazonense.....	43
3 O MODELO DE INSUMO-PRODUTO EM SÍ E SUAS INTERRELAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE: ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	48
3.1 O modelo de insumo-produto em si.....	48
3.2 Insumo-produto e meio ambiente.....	57
3.2.1 Repercussões ambientais nas estruturas de insumo-produto.....	57
3.2.2 Modelos de insumo-produto generalizados.....	58
3.2.3 Modelos econômico-ecológicos.....	63
3.2.4 Modelos produto por setor.....	68
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	71
4.1 Elaboração da tabela de recursos e usos da agropecuária do Estado do Amazonas.....	71
4.1.1 Valor da produção - VP.....	72
4.1.2 Consumo intermediário - CI.....	73
4.1.3 Valor adicionado - VA.....	74
4.1.4 Demanda final - DF.....	74
4.1.5 Margem de comércio e margem de transporte.....	75
4.1.6 Equilíbrio da TRUAGRO AM 2006.....	75
4.2 Elaboração da matriz insumo-produto com destaque para a atividade agropecuária do Estado do Amazonas.....	76
4.2.1 Formulações para a passagem de preço ao consumidor para preço básico da TRUAGRO AM 2006.....	77
4.2.1.1 Estimação dos valores da margem de transporte, margem de comércio, IPI, ICMS e outros impostos líquidos de subsídios.....	77
4.2.1.2 Estimação dos valores das importações e do imposto de importação.....	78
4.2.2 Formulações para a passagem dos dados da TRUAGRO AM 2006 a preço básico estadual para o cálculo da matriz de coeficientes técnicos diretos e da matriz de Leontief.....	79

4.3	Métodos básicos de análise da teoria insumo-produto.....	82
4.3.1	Índice de encadeamento produtivo.....	82
4.3.2	Análise de impacto.....	83
4.3.3	Multiplicador de impacto.....	85
4.4	Elaboração dos vetores ambiental e demanda final.....	85
4.4.1	Utilização e valor das terras dos estabelecimentos agropecuário.....	86
4.4.2	O mercado de castanha-do-pará no Amazonas.....	90
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	92
5.1	TRUAGRO AM 2006: elementos e agregados essenciais.....	92
5.2	Matriz de Impacto Intersetorial de Leontief.....	100
5.3	Vetores para análise de impacto.....	103
5.3.1	Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários do Amazonas.....	103
5.3.2	Mercado de castanha-do-pará no Amazonas.....	106
5.4	Resultado dos métodos da teoria de insumo-produto.....	108
5.4.1	Índices de encadeamentos produtivos.....	108
5.4.2	Análise de impacto.....	111
5.4.3	Multiplicador de imposto de utilização de terras.....	120
	CONCLUSÕES E RESULTADOS.....	123
	REFERÊNCIAS.....	131
	APÊNDICE.....	139

INTRODUÇÃO

A ciência econômica, ao longo do tempo, internaliza diversas contribuições das demais ciências, as quais representam o avanço do conhecimento científico. As contribuições de Georgescu-Roegen: a) a lei da entropia e o problema econômico (1993, 1995); b) energia e mitos econômicos (1995); c) análise de energia e avaliação econômica (1979) e; d) a lei da entropia e o processo econômico, retrospectivamente (1986) representam semínulas na análise econômico-ecológica, pois conseguiram sedimentar a lei da entropia e a lei da conservação de matéria e energia¹ para a análise econômica.

Essas leis não se aplicam apenas aos processos termodinâmicos, mas a todos os sistemas que processam matéria e energia, como o sistema econômico, em que as atividades econômicas produzem e consomem também matéria e energia. Logo, é imperativo entender que o sistema econômico é um subsistema do ecossistema global² e não pode crescer indefinidamente, pois o ecossistema global (fonte de insumos e sumidouro de resíduos) é finito e tem limitada capacidade de regeneração e assimilação (COSTANZA *et. al.*, 1997a, p. 6-7; DALY & FARLEY, 2004, p. 93).

A questão é que o propósito do processo econômico é o bem-estar. Mas, tanto o bem-estar quanto o progresso econômico contínuo dependem da disponibilidade de insumos de baixa entropia, pois é evidente que o processo econômico não é um sistema fechado ou isolado dos demais entes, mas uma evolução unidirecional irreversível, que aproveita a baixa entropia e inevitavelmente produz alta entropia, explica Georgescu-Roegen.

Essa relação não apresenta simbiose, pois tem colocado o subsistema econômico em debate e o ecossistema global em risco. Uma vez que o subsistema econômico detém uma forte e inclusiva dependência do capital natural, tanto de recursos de fluxo de estoque quanto de recursos de serviço de fundo³, fica patente que nenhum dos dois poderá subsistir indefinidamente.

¹ A primeira lei da termodinâmica ou lei da conservação da energia estabelece que a energia pode ser transformada de uma forma para outra, mas não pode ser criada nem destruída (ODUM & BARRET, 2008, p. 78). Da mesma forma, conceituam os autores, a segunda lei da termodinâmica ou lei da entropia, afirma que nenhum processo envolvendo transformação de energia irá ocorrer espontaneamente, a menos que haja a degradação de energia de uma forma concentrada para uma forma dispersa. A entropia, então, é uma medida de energia não disponível resultante das transformações.

² Um sistema ecológico ou ecossistema é qualquer unidade que inclui todos os organismos (a *comunidade biótica*) em uma dada área interagindo com o ambiente físico de modo que um fluxo de energia leve a estruturas bióticas claramente definidas e à ciclagem de materiais entre componentes vivos e não vivos (ODUM & BARRETT, 2008, p.18). É mais que uma unidade geográfica (ou ecorregião); e uma unidade de sistema funcional, com entradas e saídas, e fronteiras que podem ser tanto naturais quanto arbitrárias.

³ Os recursos de fluxo de estoque são transformados no que produzem (causa material), podem ser usados a qualquer ritmo e serem armazenados, esgotam-se, não se gastam; já os recursos de serviço de fundo não são transformados materialmente no que produzem (causa eficiente), podem ser utilizados a um dado ritmo e a sua produtividade é medida como produção por unidade de tempo, não podem ser armazenados e gastam-se, não se esgotam (DALY & FARLEY, 2004, p. 105).

Verdade esta já constatada, segundo Bursztyn (1995, p. 101), ao longo da história dos últimos dois séculos por vários alertas explicitados nas obras de pensadores da sociedade: Em 1798, Malthus já apontava para o risco do crescimento populacional; em 1920, a consciência das externalidades surge com Pigou; em 1950, a obra do físico Jacob Bronowsky “por uma ciência ética” aparece como um manifesto contundente em virtude da catástrofe de Hiroshima; em 1968, a preocupação com uma economia que leve em conta o excesso de pessoas com Garret Hardin; em 1970, os estudos do Clube de Roma “Limites ao Crescimento” propunha um crescimento populacional e econômico zero; em 1990, novamente surgem estudos com a preocupação do excesso de pessoas de Paul e Anne Ehrlich; a preocupação com uma ciência econômica que leve em conta a natureza aparece nos estudos dos economistas Pearce, Allier, Kneese, entre outros.

Apesar das iniciativas bem-intencionadas por parte desses pensadores a favor da causa ambiental, ainda que seja possível detectar elementos de preocupação quanto aos limites do crescimento econômico, na matriz teórica da economia industrial, há subestimação dos aspectos relativos aos limites da natureza (BURSZTYN, 1995, p. 100), uma vez que a sociedade ocidental se desenvolveu segundo a lógica econômica de que a natureza é um meio de produção de riquezas, complementa o autor. E não só isto, a visão de racionalidade econômica posta em termos das preferências dos indivíduos não se coaduna com os elementos constitutivos da problemática ambiental (AMAZONAS, 2009, p. 187). Ou melhor, parafraseando este autor, a racionalidade utilitarista não guarda (ou não guardou), ao longo do tempo, compromisso com a racionalidade subjacente à idéia de sustentabilidade.

A ideia de sustentabilidade, segundo Odum & Barret (2008, p. 131), está diretamente ligada ao conceito de capacidade de suporte;⁴ e, postulam que, em assuntos humanos de longo prazo, a sustentabilidade deve efetivamente ser compreendida e encarada no que se refere ao conceito de capacidade de suporte ótima e não máxima.⁵ De acordo com eles, o problema de manter o nível máximo de suporte em ambientes flutuantes no mundo é porque provavelmente ocorrerá a ultrapassagem dos limites; e quando os limites são ultrapassados e a entropia excede a capacidade do sistema de dissipá-la, pode ocorrer uma redução em tamanho ou em “colapso”.

Nessa perspectiva, a busca pela sustentabilidade parece ser um caminho imprescindível para a manutenção da vida no planeta. A grande questão é: de que forma

⁴ Em termos de energética no nível de ecossistema, ela é atingida quando toda a energia disponível que entra é necessária para sustentar todas as estruturas e funções básicas do ecossistema e a quantidade de biomassa que pode ser sustentada sob essas condições é a capacidade de suporte máxima (nível não é absoluto, mas é facilmente suplantando quando o nível de crescimento é forte).

⁵ A capacidade de suporte máxima é a densidade máxima que os recursos em certo *habitat* podem suportar, enquanto a capacidade de suporte ótima é a densidade de nível mais baixo que pode ser sustentada em certo *habitat* sem “viver no limiar ou na margem” no que diz respeito a recursos, como alimento ou espaço (a qualidade sobre o parâmetro da quantidade).

podemos alcançar a sustentabilidade? Apenas como uma reflexão transcendente: ou caminhamos em direção a um modo de vida que compreenda os limites impostos por Deus à natureza humana, na qual não há restrição para tudo que intenta fazer; ou continuamos caminhando em direção a um mito de infinitude humana, na qual o homem é senhor dele mesmo, dos seus prazeres e de suas vontades mais imediatas e, ainda que ele “arrazoe” sobre a sobrevivência das gerações futuras, suas ações hoje o traem.

Mas, trazendo tal reflexão para uma esfera mais elementar, podemos traçar duas concepções básicas. Na primeira, se apreendermos a sustentabilidade do ponto de vista que há um limite para todas as coisas, tal como colocado por Odum & Barret, talvez nos aproximem de uma ética para sustentabilidade no sentido de evitar um colapso estrutural duradouro e intergeracional.⁶ Essa ética, segundo Bartholo Jr. (2001, p. 19), respinga-se no sentido de responsabilidade como princípio ético; fundamenta-se numa dimensão temporal futura do “ainda-não-existente” como um “compromisso de preservação do ser, uma responsabilidade pelo ser”, capaz de restringir a capacidade humana de agir como uma destruidora do ser; expressa-se na perenização da vida. E não tão recente assim, Stuart Mill⁷ já apontava para uma provável ética da sustentabilidade: “se a Terra tiver de perder a grande parte de amenidade que deve às coisas que o aumento ilimitado da riqueza e da população dela extirparia, simplesmente para possibilitar a Terra sustentar uma população maior, mas não uma população melhor ou mais feliz, espero sinceramente, por amor à posteridade, que a população se contente com permanecer estacionária, muito antes que a necessidade a obrigue a isso” (MILL, 1983, p. 254).

Entretanto, para Amazonas (2009, p. 188), as possibilidades de não ocorrência do desejo de equidade para com as gerações futuras ou de perpetuação da humanidade são prováveis. Segundo ele, ainda que houvesse perfeito conhecimento por parte da geração corrente sobre o que irá tocar as gerações futuras, é errôneo supor-se que as preferências dos indivíduos da geração corrente sejam necessariamente altruístas em relação às gerações futuras e que incorporem o desejo de fazer valer os direitos destas últimas. Nada implica que as preferências correntes dos indivíduos deixariam de ser “egoístas”, esclarece o autor.

Na segunda, se apreendermos a sustentabilidade do ponto de vista do conceito normativo de desenvolvimento sustentável: “aquele desenvolvimento que permite às gerações presentes satisfazerem suas necessidades sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias”, estaríamos encarando a sustentabilidade tal como é interpretado pelo *mainstream economics*. Segundo este a sustentabilidade é

⁶ Referimo-nos aqui como colapso estrutural a uma completa desordem no planeta proveniente das intensificações das crises econômicas, das crises de recursos naturais e das crises de valores sociais.

⁷ Economista clássico do século 19.

interpretada como uma restrição ao crescimento econômico vigente, qual seja, que não acarrete um declínio no bem-estar futuro (ALMEIDA, 1998, p. 20). O bem-estar é medido em termos de consumo⁸ potencial *per capita* tanto de bens comercializados no mercado quanto de bens ambientais; então, a sustentabilidade é definida como consumo potencial não declinante ao longo do tempo, afirma a autora. Isso nos leva a crer que o Relatório Brundtland não levou em conta as inevitáveis leis da termodinâmica, em que todo crescimento material consome recursos e produz resíduos, o que pode inviabilizar um crescimento duradouro e intergeracional como apregoado, de forma estilizada, pelo relatório: “crescer, mas de maneira diferente; produzir mais com menos” (COSTANZA *et al.*, 1997a, p.16).

Ora, a sustentabilidade do desenvolvimento foi vista como um processo de mudança contínuo na estrutura social das nações, em que as variáveis tecnologia, organização social e capacidade da biosfera podem ser gerenciadas e aprimoradas a fim de proporcionar uma nova ordem no crescimento econômico (DELÉAGE, 1993, p. 43 *apud* MOTA, 2001, p. 32). Mas, não é possível encarar hoje o desafio do desenvolvimento sem o qualificarmos como sustentável (BURSZTYN, 2001, p. 59). É necessário entendermos o desenvolvimento como mudança de estrutura, e não apenas como fortalecimento do *status quo* do crescimento econômico, afirma o autor.

O que se pode, então, entender é que o *modus operandis* do desenvolvimento sustentável parece ser aquilo que Duarte (2008) defendeu como mitos que consolidaram o modelo de desenvolvimento da sociedade moderna: o mito da natureza infinita; o mito do progresso e do crescimento ilimitado; o mito da igualdade socioeconômica e de sucesso garantido nos grandes centros urbanos ditos desenvolvidos e o mito da neutralidade e da superioridade da ciência e da tecnologia. Isso fica claro quando Souza (2008, p. 7), ao definir desenvolvimento econômico sob a ótica de mudança social, econômica e ambiental, atrela tudo isto a existência de um padrão de crescimento econômico de longo prazo.⁹ Mais ainda, a ideia corrente de desenvolvimento refere-se a um processo de transformação que engloba o conjunto da sociedade (FURTADO, 1980, p. 41). Essa transformação está ligada à introdução de métodos produtivos mais eficazes e se manifesta sob a forma de aumento de fluxo de bens e serviços finais à disposição da coletividade, afirma o autor.

É evidente que essa característica de ver o desenvolvimento como sustentável não é referendado por alguns cientistas econômicos. Para Alier (2007, p. 47), por exemplo, o

⁸ Os níveis de consumo relacionam-se às condições produtivas, de modo que a sustentação do consumo potencial exige a disponibilidade futura de estoques de capital, que incluem os “capitais fabricados” e os “capitais ambientais” (recursos naturais) (ALMEIDA, 1998, p. 20-21).

⁹ Desenvolvimento econômico define-se pela existência de crescimento econômico contínuo, em ritmo superior ao crescimento demográfico, envolvendo mudanças de estruturas e melhoria de indicadores econômicos, sociais e ambientais. Ele compreende um fenômeno de longo prazo, implicando o fortalecimento da economia nacional, a ampliação da economia de mercado, a elevação geral da produtividade e do nível do bem-estar do conjunto da população, com a preservação do meio ambiente.

desenvolvimento é uma palavra detentora de uma forte conotação de crescimento econômico e modernização uniforme, sendo preferível deixá-la de lado e falar somente de sustentabilidade. Latouche (2003), ao corroborar com a ideia de Alier, explica que a expressão desenvolvimento sustentável é constituída por dois nomes contraditórios; é uma bricolagem conceitual que visa apenas mudar as palavras, na ausência de mudanças nas coisas. Isso porque ele permite o direito de poluir, sustenta a mercantilização do meio ambiente, apregoa um desenvolvimento como crescimento autossustentável e, sobretudo, é uma ideia consensual, unânime e intergeracional.

Sendo assim, é grande o desafio da sustentabilidade no processo de desenvolvimento econômico, especialmente, porque nenhum país desenvolvido da modernidade sacrificou seu desenvolvimento econômico original em função da consciência da finitude dos recursos naturais (BURSZTYN, 2001a, p. 62). Nesse sentido, os recados que o século 20 deixa para o seguinte, em termos do papel da ciência e da tecnologia, constituem um apelo por mudanças de conduta, resultado de pelo menos cinco categorias de impasses (BURSZTYN, 2001b, p. 11): Consciência das possibilidades reais de que a humanidade possa se autodestruir, pelo uso de seus próprios engenhos (bombas, mudanças climáticas, degradação das condições ambientais); consciência da finitude dos recursos naturais; consciência de que é preciso agir com cautela e considerar os aspectos éticos da produção de conhecimentos científicos; consciência de que mesmo não tendo resolvido a necessária solidariedade entre grupos sociais e povos, é preciso que se considere também o princípio da solidariedade em relação a futuras gerações (a ética da sustentabilidade); consciência de que, na medida em que nossas sociedades vão ficando mais complexas, é preciso mais ação reguladora, o que normalmente se dá pelo poder público.

E mais, o desafio da sustentabilidade no processo de desenvolvimento econômico deve levar em consideração o papel da inovação tecnológica nos processos produtivos e sociais. Isto porque, um fato nunca é pura ou exclusivamente econômico; sempre existem outros aspectos em geral mais importantes (SCHUMPETER, 1982, p. 9). Pensando nisto, Schumpeter afirma que assim como falamos dos fatos econômicos em geral, assim o fazemos com o desenvolvimento econômico. Mas, para ele, o desenvolvimento é um fenômeno distinto, inteiramente estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência para o equilíbrio; é uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente (SCHUMPETER, 1982, p.47). Logo, a inovação não é só essencial para o processo de desenvolvimento econômico, mas é altamente relevante para propor mudanças nos paradigmas sociais e econômicos, afirma Shumpeter.

Em função disso, a fim de enfrentar as prováveis escolhas associadas ao *modus operandis* do subsistema econômico *versus* ecossistema global é necessário não só fazer

suposições, mas sim, lançar mão de instrumentos de política ambiental, especialmente os instrumentos econômicos, de maneira a se dimensionar os impactos que envolvem essa razão de dependência; e tentar de uma forma menos danosa estabelecer parâmetros de sustentabilidade entre eles. Nesse sentido, é pertinente adotar a aplicação de modelos generalizados de insumo-produto para melhor compreender os problemas da relação existente entre economia e meio ambiente, examinando as relações mais pormenorizadas entre as atividades produtivas e o uso dos estoques de capital natural.

Entretanto, as análises de insumo-produto, além de possibilitarem uma avaliação dos impactos intersetoriais de determinada região ou país (LEONTIEF, 1986, p. 73; PEARCE, 1985, p. 65; FEIJÓ, 2008, p.12, MOTA *et al.*, 2008, p. 38), possibilitam também a inserção de variáveis ecológicas na estrutura de insumo-produto, o que permite avaliar os impactos das atividades produtivas sobre os insumos e produtos ecológicos (RICHARDSON, 1978, p. 215). Além do mais, essas análises consistem num arcabouço analítico que mapeiam a complexa rede de interações entre os agentes de determinado sistema econômico, sendo de importância para o planejamento econômico (PORSSE *et al.*, 2008a).

Assim, a utilização dessas técnicas tem se mostrado eficiente para estudos de poluição e de uso dos recursos naturais, sobretudo quanto à avaliação de impactos decorrentes da pressão do sistema econômico sobre os recursos naturais. Por isso, nesta tese se propõe realizar uma avaliação econômico-ecológica da agropecuária no Estado do Amazonas com o uso de matrizes insumo-produto, buscando-se analisar o impacto das atividades produtivas da agropecuária sobre a utilização das terras pelos estabelecimentos agropecuários.

Em face disso, criou-se, inicialmente, uma Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Estado do Amazonas, ano de referência 2006, denominada nesta tese de TRUAGRO AM 2006. Nela a atividade agropecuária é dividida em 12 (doze) atividades econômicas: cultivo de cereais para grãos, cultivo de cana-de-açúcar; cultivo de soja; cultivo de outros produtos da LT (lavoura temporária); cultivo de frutas cítricas; cultivo de café; cultivo de outros produtos da LP (lavoura permanente); criação de bovinos; criação de suínos; criação de aves; silvicultura e exploração florestal; pesca e aquicultura. A TRUAGRO foi condição *sine qua non* para a elaboração da Matriz de Insumo-Produto, como *proxy*, envolvendo relações intersetoriais do setor agropecuário de forma desagregada e para a análise de impacto desenvolvida pelos métodos básicos de análise da teoria insumo-produto. Além do que, a desagregação da agropecuária em doze atividades serviu como auxílio para associar os diversos padrões de utilização das terras (lavouras; pastagens; matas e florestas; pesca e aquicultura) usadas pelos estabelecimentos agropecuários às suas devidas atividades econômicas. Para tanto, são propostos os seguintes objetivos:

O objetivo geral da tese é analisar os impactos das atividades produtivas da agropecuária sobre serviços ecossistêmicos, especificamente a utilização das terras. Assim, os objetivos específicos são:

- a) Criar uma Tabela de Recursos e Usos para a Agropecuária do Estado do Amazonas desagregada em doze atividades econômicas como explicitado pelo Sistema de Contas Nacionais e Regionais;
- b) Construir e operacionalizar a matriz de insumo-produto envolvendo relações intersetoriais do setor agropecuário de forma desagregada;
- c) Elaborar os vetores de caráter ambiental e de demanda final para execução da análise de impacto;
- d) Analisar, com base nos resultados e procedimentos metodológicos desenvolvidos, o impacto das atividades produtivas da agropecuária sobre a utilização de terras no Estado do Amazonas.

Finalmente, esta tese está dividida em cinco capítulos.

Além da introdução, o primeiro capítulo faz uma análise teórica sobre o tratamento do pensamento econômico em relação ao meio ambiente, expondo historicamente e conceitualmente o relacionamento das teorias econômicas com a natureza; e finaliza fazendo uma abordagem sobre o capital natural e os serviços ecossistêmicos.

O segundo capítulo, denominado O Amazonas, a economia e o meio ambiente: “um pouco-antes e além-depois”, se propõe a elucidar alguns aspectos socioeconômicos e ambientais do Estado do Amazonas ao longo do tempo.

No terceiro capítulo faz-se uma abordagem teórico-metodológica do modelo de insumo-produto em si, demonstrando as transações intersetoriais e o modelo aberto e fechado de Leontief, assim como os modelos de insumo-produto e meio ambiente.

No quarto capítulo são demonstrados os aspectos metodológicos que foram utilizados para a construção da tabela de recursos e usos da agropecuária com a inserção de produtos-contas; elaboração das matrizes de coeficientes técnicos diretos e a matriz de impacto intersetorial. Em seguida são demonstrados os métodos básicos de análise da teoria insumo-produto: Índices de encadeamentos produtivos; análise de impacto e o multiplicador de terras. Acrescentam-se ainda os procedimentos metodológicos que foram adotados para estimar o vetor de utilização de terras por atividades produtivas da agropecuária e vetor de demanda final.

No quinto capítulo são apresentados e discutidos os resultados alcançados pela tese;

A conclusão faz um panorama geral da tese, abordando os aspectos conclusivos da pesquisa em si, assim como aponta sugestões para a orientação de políticas públicas ambientais, especialmente às direcionadas para a região amazônica.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo teórico é dividido em duas subseções. Na primeira é realizada uma breve exposição histórica e conceitual sobre o relacionamento das teorias econômicas com o meio ambiente. Incluem nessa discussão os reformadores fisiocratas, os clássicos, os neoclássicos marginalistas, o ótimo de Pareto, as externalidades, o ótimo de poluição e a economia ambiental neoclássica da poluição. Em seguida, na segunda seção, é realizada uma abordagem sobre sistema e escala econômica *versus* capital natural e serviços ecossistêmicos; caracterizando-se este último tal como é referendado pela Avaliação do Milênio. Em especial, a partir das características identificadas para os serviços ecossistêmicos de suporte abre-se uma discussão sobre a maneira como se dá o funcionamento do mercado de terras na região. Tal discussão sobre o mercado de terras na região subsidiará as discussões provenientes dos resultados encontrados pelos modelos de análise da teoria de insumo-produto.

1.1 As teorias econômicas e o meio ambiente

As ideias econômicas sofreram regularmente a influência dos conhecimentos científicos do momento, na medida em que estes últimos chegavam a constituir verdadeiras concepções do universo (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 23). Isto, no entanto, não impediu que a ciência econômica manifestasse em suas teorias, com o passar dos tempos, forte preocupação com os limites da natureza ao crescimento econômico.

As idéias dos fisiocratas, baseadas numa concepção metafísica da natureza do pensamento aristotélico,¹⁰ têm sua maior expressão no *Tableau Économique*, de Quesnay. Este modelo econômico reflete a maneira como a sociedade deveria ser estruturada a fim de atender a essa lei natural. A nação se reduzia a três classes de cidadãos: a classe produtiva, a classe dos proprietários e a classe estéril (HUME & QUESNAY, 1988, p. 155). Sendo que, a classe produtiva era a que fazia renascer, pelo cultivo do território, as riquezas anuais da nação, e as outras classes eram estéreis, afirmam os autores. A verdade é que os fisiocratas atribuíram a origem das riquezas à agricultura. Faucheux & Noël (1995, p. 31) relatam que a concepção fisiocrática é fundamentalmente a de uma agricultura de longo prazo ajustando-se em torno de uma lei constituintes de uma ordem natural, segundo a qual há um limite imposto pela própria natureza.

¹⁰ Entre as concepções das relações homem/natureza há uma categoria denominada naturicista, que atribui papel proeminente à natureza dentro de uma concepção metafísica; tal concepção como se encontra em Aristóteles foi capaz de influenciar as ideias econômicas (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 28).

Com a descoberta da atração universal de Newton, em 1687, nasce a mecânica newtoniana ou mecânica racional, cujo paradigma vai dominar o conjunto da ciência até ao século 19 (FAUCHEUX & NPËL, 1995, p. 40-41). Com isso, o projeto cartesiano, que consiste em não mais se sujeitar cegamente às leis impostas pela natureza, vai organizar-se a uma lei única – a lei da gravitação universal, suposta a organizar o universo inteiro e assegurar o seu equilíbrio, afirma os autores. Logo, para o conjunto do universo existe uma só trajetória, repetitiva e reversível; e mesmo que ele sofra uma perturbação momentânea, volta imediatamente e fatalmente ao equilíbrio.

A supremacia desse paradigma mecanicista influencia fortemente as teorias econômicas contemporâneas, as quais vão procurar descobrir, sob o modelo newtoniano, a lei que governa a economia, tornando-se assim autônoma a esfera econômica (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 41). E, não tão distante Adam Smith surge com a “mão invisível” dando autonomia e independência à teoria econômica. Com ela, uma metáfora que designa o mercado, Smith dotou o econômico de uma “ordem natural” específica, separada das suas dependências anteriores perante o divino, o político e a natureza. Segundo Hunt (1989, p. 64), na teoria de Smith, embora os indivíduos pudessem agir de forma egoísta e estritamente em proveito próprio, havia, nas “leis da natureza” ou da “divina providência”, a mão “invisível”, que guiava esses atos, que aparentemente provocavam conflitos, de modo a haver mais harmonia. Sendo que, as pessoas eram conduzidas por essa “mão invisível” com o fim de promover o bem social, sem que essa promoção seja parte de seu intento ou motivo.

Como parte importante das contribuições dos clássicos era explicar o crescimento econômico ou de determinar as causas do progresso econômico, eles fizeram isso visualizando explicitamente o sistema econômico inserido no meio ambiente, embora considerasse este último passivo, benevolente (MUELLER, 2007, p. 121). Então, juntamente com o capital e a mão de obra, os recursos naturais eram parte explícita da teoria clássica do crescimento; e como os clássicos consideravam estes últimos limitados, tratavam-os como fatores de retornos decrescentes, afirma o autor.

De acordo com Goldblatt (1996, p. 19), Mueller (2007, p. 122-124) e Andrade e Romeiro (2011, p. 7), aos clássicos enfatizarem os efeitos dos retornos decrescentes gerados por uma população em expansão sobre uma base fixa de recursos naturais, postulavam a necessidade de um “estado econômico estacionário”, na medida em que a finitude dos recursos naturais e a impossibilidade de crescimento ilimitado da produtividade apresentavam-se como um empecilho à continuidade da expansão do sistema econômico.

Dentre os clássicos devemos estabelecer a distinção entre a concepção de um estado estacionário em Smith/Ricardo e Stuart Mill. A ideia básica de um estado estacionário em Smith e Ricardo estava associada essencialmente, segundo Corazza (1991, p. 208), a um

“excesso” de capital, que levaria a uma queda dos lucros e, em consequência, a um desestímulo ao prosseguimento da acumulação, estagnação e penúria. É claro que o esgotamento das terras passíveis de serem ocupadas para agricultura e, conseqüentemente, para produção alimentos acarretaria uma diminuição da expansão populacional e da força produtiva e um aumento nos preços dos alimentos em razão do aumento da renda da terra em função da sua escassez. Isso comprimiria os lucros, reduziria a acumulação de capital e cairia o crescimento econômico, alcançando assim um estado estacionário. Isto fazia com que Smith e Ricardo abominassem a situação estacionária da economia, porque significava o fim do progresso.

Contrariamente a isso, Mill não considerou a condição estacionária do capital e da riqueza com essa aversão impassível, tão generalizadamente manifestada pelos clássicos da velha escola (MILL, 1983, p. 252). Na verdade, Mill estava propenso a crer que a condição estacionária seria, no conjunto, uma enorme melhoria da condição atual da sociedade. Até porque ele não concebia a ideia que o estado normal dos seres humanos é aquele de sempre lutar para progredir do ponto de vista econômico, mas o melhor estado para a natureza humana é aquele em que, se por um lado ninguém é pobre, por outro lado ninguém deseja ser mais rico do que é.

Mill sabia que o aumento da riqueza não é ilimitado; ao final daquilo que denominavam condição progressiva estava a condição estacionária, que todo aumento de riqueza é apenas um adiamento dessa última condição. Sobre isso Mill (1983, p. 239) infere que quando um país durante muito tempo possui uma produção grande, uma renda líquida grande da qual pode fazer poupança, e quando durante muito tempo existiram os recursos para aumentar muito o capital, uma das características de tal país é a taxa de lucro situada a uma distância muito pequena do mínimo, e, portanto, ele está a poucos passos da condição estacionária.

Entretanto, a teoria econômica passa por outra transformação em meados do século 19, quando a mecânica newtoniana conhece um renovamento graças a Hamilton, o qual desde 1834, tinha completado o trabalho de Lagrange, tendo como resultado uma fórmula geral de maximização (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 42). Os autores ainda revelam que foi esse o momento escolhido pelo pensamento neoclássico para aderir explicitamente e o mais totalmente possível ao paradigma newtoniano.

Isso serviu como influência maciça para que houvesse o triunfo do utilitarismo na escola neoclássica com Willian Jevons, Carl Menger e Léon Walras, posto que os estudos sobre utilidade já eram anteriormente observados por Bentham, Say e Senior, mas sem aplicabilidade matemáticas, afirma Hunt. Especialmente, Bentham foi um importante precursor dos teóricos posteriores da utilidade. Para ele, o termo utilidade designava aquela propriedade existente em qualquer coisa, propriedade em virtude da qual o objeto tende a

produzir ou proporcionar benefício, vantagem, prazer, bem ou felicidade; ou a impedir que aconteça o dano, a dor, o mal, ou a infelicidade para a parte cujo interesse está na pauta (BENTHAM, 1989, p. 4:). Como para Bentham a dor era meramente o prazer negativo, o princípio da utilidade podia ser expresso como “toda motivação humana é derivada do desejo de maximizar o prazer”; “todo valor se baseia na utilidade” (HUNT, 1989, p.148).

Jevons, Menger e Walras formularam a versão da teoria do valor-utilidade que permanece como cerne da ortodoxia neoclássica até hoje, propondo uma teoria do valor coerente com a perspectiva filosófica utilitarista (HUNT, 1989, p. 279). A noção de utilidade marginal decrescente permitiu a eles e a seus sucessores mostrarem, concreta e explicitamente, como a utilidade determinava os valores, mas o grande significado das suas ideias estava em como eles mudaram a forma da economia utilitarista e não em qualquer mudança em seu conteúdo, acrescenta Hunt. Isso porque o marginalismo permitiu que a visão utilitarista da natureza humana, que era considerada somente uma maximização racional e calculista da utilidade, fosse formulada em termos de cálculo diferencial.

Para William Jevons, por exemplo, a economia deve ter por base uma investigação completa e precisa sobre as condições da utilidade; e para entendermos esse fundamento devemos necessariamente examinar as necessidades e desejos do homem (JEVONS, 1988, p. 48). Para ele, a utilidade, apesar de se uma qualidade das coisas, não é uma qualidade inerente; ela define-se como uma circunstância das coisas que surge da relação destas com as exigências do homem. É por isso que o valor, segundo Jevons, depende inteiramente da utilidade e, valor refere-se a valor de troca ou preço (HUNT, 1989, p. 280-281). Ao introduzir a noção de marginalismo na economia utilitarista, descobriu uma nova maneira pela qual a visão utilitarista dos seres humanos como maximizadores racionais e utilitaristas pôde ser expressa em termos matemáticos,¹¹ complementa o autor. Havia uma necessidade de apreciar a diferença entre a utilidade total de qualquer bem e o grau de utilidade do bem em qualquer ponto por intermédio de uma linguagem matemática (JEVONS, 1988, p. 53). Do lado dos recursos naturais, Jevons também deteve forte contribuição quando tentou provar a probabilidade de um esgotamento dos recursos carboníferos britânicos no seu trabalho *The Coal Question*, já significando estudos sobre as dependências das atividades industriais face às matérias-primas e à energia (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 16; ROLL, 1950, p. 22).

Com base nas condições de maximização da utilidade e do lucro, os neoclássicos construíram um edifício bem-organizado, simétrico e esteticamente agradável, dedutivo e matemático, que “prova” que, em condições de concorrência, os agentes econômicos automaticamente agirão e interagirão de maneira a maximizar o bem-estar social.

¹¹ $UT = f(Q)$. Significa que a utilidade total tem relação concreta com a quantidade consumida; a primeira derivada de uma função de utilidade total dá a utilidade marginal com qualquer quantidade consumida. Para maximizar a utilidade obtida com o consumo de determinada mercadoria, dever-se-ia consumir até ficar saciado, isto é, não se obter mais utilidade do outro pequeno incremento da mercadoria.

Para explicar o ápice desse bem-estar social parte-se do princípio de que em qualquer ponto na fronteira de possibilidades de produção¹² pode-se calcular a taxa marginal de transformação na produção – TMT,¹³ que, em condições de concorrência, essa taxa sempre refletirá os preços de equilíbrio. Nesse ponto os consumidores procurarão maximizar suas utilidades de acordo com a restrição orçamentária. Logo, a TMT de A-B bem como a razão entre as Utilidades Marginais de A-B refletem a razão de preços de A-B.¹⁴ Essa igualdade leva à fronteira de possibilidades de utilidade¹⁵ da sociedade, que os neoclássicos chamam de “ponto ótimo de Pareto”; representa o bem-estar máximo que a sociedade poder conseguir com certa distribuição de riqueza.

Como essa lógica de mercado justifica o bem-estar social, “todos os teóricos neoclássicos centraram sua análise num indivíduo genérico isento de relações sociais, que busca atender ao seu próprio interesse, e que se orienta invariavelmente por suas preferências subjetivas” (PRADO, 2001, p. 11-12). E mais, o tratamento dado aos fatores de produção – força de trabalho, recursos naturais e meios de produção – são estritamente vistos como capazes de gerar serviços que contribuam para a efetivação e maximização do processo produtivo apenas, afirma Prado.

A preocupação com um eminente estado estacionário dos clássicos dá lugar agora a um permanente estado de crescimento ótimo, caracterizando a ideologia fundamental da escola neoclássica. Logo, no começo do século 20, a norma fundamental da economia neoclássica era a otimalidade, de Pareto (HUNT, 1989, p. 413). A regra fundamental da otimalidade, de Pareto, afirma que a situação econômica é ótima quando nenhuma mudança pode melhorar a posição de um indivíduo sem prejudicar ou piorar a posição de outro; uma melhora segundo Pareto é uma mudança que tira a sociedade de uma posição não ótima e mais a aproxima de uma posição ótima: qualquer mudança que não prejudique quem quer que seja e que melhore a situação de alguém tem de ser considerada uma melhora. Isso constituiu o conceito básico da teoria do bem-estar da escola neoclássica.

¹² Mostra todas as possibilidades combinações de mercadorias que podem ser produzidas quando o trabalho e o capital de toda a sociedade são utilizados eficientemente; a eficiência é atingida quando, para qualquer combinação de mercadoria produzida, o aumento da produção de qualquer mercadoria implica, obrigatoriamente, a diminuição da produção de outras mercadorias.

¹³ Exemplificando, a taxa marginal de transformação das mercadorias A e B podem ser 2:1, significando que ao desistirmos de produzir duas unidades de A pode-se produzir mais uma unidade de B. Esse ponto na fronteira de possibilidades de produção será atingido quando o preço de equilíbrio do mercado B for o dobro do preço correspondente de A.

¹⁴ Se não fosse assim, e se a taxa de transformação e a razão entre as utilidades marginais não fosse igual, a utilidade para pelo menos um consumidor poderia ser aumentada, sem se diminuir a utilidade para qualquer outro.

¹⁵ Cada ponto nessa fronteira representa uma situação na qual nenhuma mudança na produção e nenhuma quantidade adicional de mercadoria trocada poderiam fazer com que o indivíduo melhorasse, sem piorar a posição de outro.

Deste ponto em diante, o econômico tornou-se unidirecional e o seu procedimento totalmente reducionista e autocontido, em que as regulações naturais perderam a sua autonomia e até mesmo a sua existência (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 43).

A perda das regulações naturais fica mais evidente quando analisamos as implicações teóricas da economia do bem-estar da escola neoclássica já exposta, resumidamente, acima. Mas, essas implicações merecem uma atenção melhor no que diz respeito ao seu tratamento para com as consequências hedonistas (“mais prazer é, eticamente, melhor do que menos prazer”, “mais utilidade é melhor do que menos utilidade”) dos desejos ou preferências individuais seja do consumidor seja do mercado em detrimento do todo (sociedade). Isso porque essas preferências não são produtos de um processo social específico, isolado e reducionista, mas sim, produtos de um processo social que tem implicações sociais, como externalidades.

As externalidades ocorrem em virtude de uma ação de um consumidor ou de um produtor que tem influência sobre outros produtores ou consumidores, mas que não é levada em consideração no preço de mercado (PINDYCK & RUBINFELD, 2005, p. 259). Ou melhor, às vezes, a atuação dos consumidores ou dos produtores resulta em custos (externalidade negativa) ou benefícios (externalidade positiva) que não se encontram refletidos no preço de mercado; e, esses custos/benefícios são “externos” ao mercado,¹⁶, afirmam os autores.

Hunt (1989, p. 418) considera que o calcanhar de aquiles dos neoclássicos é seu modo de tratar as externalidades. Segundo ele, com todos os preços (não os do mercado em questão) refletindo “a racionalidade perfeita do mercado”, os economistas do bem-estar afirmam serem capazes de simular qual teria sido o preço de mercado racional, correto, do efeito sem preço da externalidade, através de um processo de extrapolação ou de interpolação (comumente chamado de análise custo-benefício). Mas, a base lógica dos critérios vigentes de custos-benefícios é, em última análise, uma melhoria potencial de Pareto (MISHAN, 1975, p. 21), em que tanto os princípios da eficiência econômica quanto da análise custo-benefício inspiram-se na melhoria potencial de Pareto, tornando o método apenas uma aproximação tolerável da realidade. Já para Faucheux & Noël (1995, p. 215) os neoclássicos geraram com o conceito de efeito externo uma representação da falência do

¹⁶ Pindyck & Rubinfeld (2005, p. 556) expõem dois exemplos de externalidade. Uma *externalidade negativa* ocorre quando uma usina de aço despeja seus efluentes em um rio do qual os pescadores dependem para sua pesca. Quanto mais efluentes forem despejados no rio pela usina de aço, menos peixes haverá. Não há nada, porém, que motive a usina de aço a se responsabilizar pelos custos externos que está impondo aos pescadores quando toma sua decisão de produção. Além disso, não existe um mercado no qual esses custos externos possam ser refletidos no preço do aço. Uma *externalidade positiva* ocorre quando um proprietário de uma casa resolve pintá-la e construir um lindo jardim. Todos os vizinhos se beneficiam dessa atividade, embora a decisão do proprietário de pintar a casa e fazer o jardim não tenha levado em conta esses benefícios.

mercado “susceptível”,¹⁷ oferecendo uma descrição dos fenômenos de nocividade e os instrumentos de correção para a economia voltar ao seu estado ótimo.

Em 1920, o economista Cecil Pigou desenvolve os fundamentos padrão das externalidades, em que os efeitos externos assumem uma definição mais clara que insiste no caráter exterior ao mercado do efeito (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 216). Assim, surgem dois pontos novos em Pigou relativamente às externalidades, comentam os autores. O primeiro diz respeito ao efeito externo; ele pode ser negativo (deseconomia externa) ou positivo (economia externa). O segundo ponto é que, para Pigou, a economia ou a deseconomia externa é analisável em termos de divergências entre o custo privado e o custo social.

A questão é que qualquer atividade tem um custo. Esse conjunto de custos imposto por uma atividade à sociedade é denominado custo social. Só que parte deste é compensada pelo pagamento dos agentes, constituindo assim um custo privado; mas parte são custos impostos a outros agentes sem que qualquer pagamento venha proporcionar a mínima compensação (como os custos de poluição). Logo, para Pigou, segundo Faucheux & Noël (1995, p. 217), as vantagens ou desvantagens ocasionadas sem compensação pecuniária podem ser avaliadas monetariamente, desde que os custos (ou benefícios) sejam considerados em conta na soma dos custos que determinam o custo social.

Com isto, o problema do meio ambiente (especificamente a poluição) é um caso típico de externalidade negativa, que pode ser denominada de custo externo ou deseconomia externa (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 216; ALMEIDA, 1998, p. 27). Especificamente, Almeida explica que as externalidades acontecem porque o bem em questão (meio ambiente/recursos naturais) não é propriedade de ninguém, é um bem público. Este é entendido como uma mercadoria que pode ser disponibilizada a baixo custo para muitos consumidores, mas, assim que ela é ofertada para alguns, torna-se muito difícil evitar que outros também a consumam (PINDYCK & RUBINFELD, 2005, p. 524)¹⁸. Logo, como numa economia de livre mercado nenhum agente pode exigir direitos sobre os bens públicos, o poluidor não tem nenhum ônus pela poluição gerada, assim como o indivíduo que sofre o dano não recebe nenhuma compensação por isto (ALMEIDA, 1998, p. 27).

Ainda segundo Faucheux & Noël e Almeida, a questão é que, como para Pigou a externalidade é analisável em termos de divergências entre o custo privado e o custo social, o livre funcionamento do mercado (mecanismo de ajuste via preço) falha na solução dos problemas relacionados ao meio ambiente, de modo que a economia se afasta do ponto

¹⁷ A falência do mercado susceptível diz respeito à extinção ou ausência de um mercado no qual os preços da externalidade poderiam ser refletidos.

¹⁸ O bem público é não disputável (não rival) quando, para qualquer nível específico de produção, o custo marginal de sua produção é zero para um consumidor adicional; mas ele é não exclusivo quando as pessoas não podem ser impedidas de consumi-lo, de modo que vem a ser difícil ou impossível cobrar por sua utilização.

“ótimo de Pareto”. Assim, o único meio de voltar a uma situação ótima em termos paretianos é preencher o afastamento entre o custo social e o custo privado internalizando as externalidades por meio de uma taxa pigoviana.

Almeida (1998, p. 29) levanta uma questão para a importância da definição econômica de poluição, a qual deve considerar o efeito físico do elemento poluente (emissões, lixo) sobre o meio ambiente e a reação humana ao mesmo ¹⁹. Mas, segundo a autora, o fato de se tratar de poluição como uma externalidade (negativa) implica que a simples ocorrência de poluição física não significa que exista “poluição econômica”; e que mesmo existindo “poluição econômica”, ela não deve necessariamente ser eliminada.

Almeida esclarece tais prerrogativas a partir da afirmação de que o objetivo da sociedade é maximizar o total de ganhos menos o total de custos. Sendo assim, o ponto de encontro entre a curva de lucro privado marginal líquido²⁰ e a curva de custos externos marginais²¹ corresponde ao nível ótimo de produção. Segue que, segundo Almeida, o nível de poluição física decorrente desse nível de atividade produtiva é o nível ótimo de poluição. Isto significa que o nível de poluição socialmente ótima não é zero; mesmo se produzindo a quantidade socialmente ótima, há um custo externo envolvido; reduzir poluição abaixo desse nível ótimo implica um nível de atividade econômica aquém do ótimo, afirma a autora.

Mais precisamente, o ótimo paretiano surge como um ótimo econômico de poluição (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 223). Este ponto, segundo os autores, que pode ser atingido, por exemplo, pela redução da produção do agente poluidor, manifesta o retorno à esfera econômica mercantil de fenômenos até então situados fora do mercado. Logo, o fato do ótimo de poluição se situar algures entre o nível, alto de poluição, na ausência de qualquer processo de internalização da externalidade, e o nível “zero” de poluição significa também a existência de um compromisso entre as exigências da economia (produção e valores de mercado) e a ecologia (favorável à poluição zero, que tenderia ser o seu ótimo).

Diante disto, apesar de Pigou ter oferecido elementos para a análise das externalidades em função dos problemas ambientais interferirem no funcionamento eficiente do mercado, segundo Ayres e Kneese (1969, p. 282) as externalidades eram tratadas como exceções ao sistema, quase curiosidades de livro de texto. O sistema econômico funcionaria como se existissem fontes inesgotáveis de insumos materiais e de energia para alimentar o funcionamento do sistema; na produção, os insumos fossem convertidos inteiramente em produtos e, no consumo, todos os produtos desaparecessem inteiramente sem deixar vestígios (MUELLER, 2007, p. 221). Entretanto, afirma o autor, na década de 1960, já havia se tornado evidente que externalidades ambientais são parte normal e inevitável dos

¹⁹ O efeito físico pode ser uma reação biológica, química; e o efeito humano pode ser a perda de bem-estar.

²⁰ Lucro líquido extra por unidade de produção.

²¹ Valor do dano ambiental extra acarretado por unidade de poluição (correspondente a cada nível de atividade produtiva).

processos econômicos, surgindo os primeiros esforços da economia neoclássica para alterar nesse aspecto as bases da sua análise; e, destacando-se assim os estudos pioneiros²² de Ayres & Kneese, *Production, consumption and externalities*, de 1969.

De modo geral, estes autores postulavam que os insumos para o sistema econômico eram os combustíveis, os alimentos e as matérias-primas que, em parte, eram transformados em produtos finais e, em parte, eram alteradas em resíduos e rejeitos (AYRES & KNEESE, 1969, p. 284). A ideia fundamental embutida no modelo que eles desenvolveram era a do balanço dos materiais, o qual permite tratamento simultâneo dos problemas ambientais decorrentes da extração de recursos naturais do ecossistema, bem como da deposição, neste, de resíduos e rejeitos provenientes do processo de produção e consumo (AYRES & KNEESE, 1969, p. 284; VICTOR, 1972, p.25; MUELLER, 2007, p.223). A partir de então, reconheceu-se a existência de processo unidirecional e, pelo menos no caso da energia, irreversível; admitiu-se, também, que, em um mundo finito, tais unidirecionalidade e irreversibilidade podem levar à crescente escassez de certos materiais, assim como os rejeitos e a poluição crescentes podem exceder a capacidade de assimilação do ecossistema (MUELLER, 2007, p. 222).

Entretanto, a economia ambiental neoclássica, segundo Mueller (2007, p. 231), vem considerando separadamente esses aspectos, fazendo que evoluíssem dois ramos quase independentes: o da teoria da poluição e o das teorias dos recursos naturais, sendo àquela o ramo mais importante da economia ambiental neoclássica. Sua importância, a partir de meados de 1980, passou a predominar porque, de um lado, declinou o receio instalado pela crise do petróleo dos anos de 1980 de que a escassez generalizada de recursos naturais pudesse impor sérias restrições à expansão da economia; e, do outro lado, os problemas causados pela poluição e pela degradação originados no sistema econômico passaram a merecer maior atenção.

Especificamente, a economia da poluição se interessa principalmente pelos problemas causados pelos efeitos externos da produção e do consumo – pelas externalidades; tendo-se valido dos modelos de equilíbrio geral para tratar a questão da poluição no sistema econômico, o que estimulou a realização de estudos com o emprego das técnicas de insumo-produto (MUELLER, 2007, p. 223). A análise de insumo-produto, criada pelo economista russo Wassily Wassilyovitch Leontief, na década de 1930, permite mostrar as relações intersetoriais de uma economia (LEONTIEF, 1986; PEARCE, 1985, p.65; FEIJÓ, 2008, p.12). E muito embora Leontief tenha sido o precursor dessa técnica de análise econômica intersetorial, diversas aplicações foram se desenvolvendo com base na teoria de insumo-produto incluindo problemas de ordem ambiental, como os trabalhos de Cumberland

²² Acrescenta-se aí os trabalhos de Tietenberg, T.H., *Specific taxes and pollution control*, de 1973; de Noll, R.G., *Mass balance, general equilibrium and environmental externalities*, de 1971.

(1966); Daly (1968); Ayres & Kneese (1969); Isard (1969); Leontief (1970); Victor (1972), explicitados no item 3.2.

1.2 Sistema e escala econômica *versus* capital natural e serviços ecossistêmicos

O sistema econômico, considerado um organismo vivo e complexo, não atua em isolamento, independente; ele interage com o meio ambiente, do qual extrai recursos naturais fundamentais (energia e matéria-prima de baixa entropia) e no qual despeja dejetos (matéria energia de alta entropia) (FAUCHEUX & NOËL, 1995, p. 57; COSTANZA *et al.* 1997a, p. 6-7; MUELLER, 2007, p.37).

A economia afeta, “impacta”, tirar, o estado geral do meio ambiente, afirma Mueller. E isto constitui uma questão de escala.²³ Nessa lógica, é imperativo entender que o sistema econômico é um subsistema do ecossistema global; e ele não pode crescer indefinidamente (COSTANZA *et al.* 1997a, p. 6-7). Logo, a questão da escala diz respeito à dimensão do sistema econômico em relação ao ecossistema global (ANDRADE & ROMEIRO, 2011, p. 8).

Uma consequência disso, segundo Costanza, é a magnitude da nossa situação ambiental, cujo indicador dessa magnitude é a população vezes o consumo *per capita* de recursos, considerando que tanto “a população quanto os níveis *per capita* de uso de recursos aumentaram exponencialmente durante o século passado” (DALY & FARLEY, 2004, p. 149). Essa é a escala do subsistema econômico humano com respeito ao ecossistema global do qual ele depende, e para o qual ele faz parte, caracterizando a “economia do *cowboy*”. A economia do cowboy é aquela economia aberta, símbolo de imensidões ilimitadas e associada à irresponsabilidade, à exploração, ao romântico e ao comportamento violento (BOULDING, 1997, p. 223). Nela o consumo e a produção são reconhecidos como uma coisa boa, e o sucesso econômico é mensurado pelo montante de entrada de fatores de produção, afirma Boulding.

Muito embora se perceba que essa escala do sistema econômico seja insustentável do ponto de vista ecológico, possivelmente uma estratégia remanescente para a sustentabilidade seja a busca por uma escala econômica compatível com os limites ambientais. Um subsistema estável talvez pudesse ser alcançado se a taxa de *throughput* de matéria-energia fosse reduzida ao nível mínimo factível (DALY, 1974, p. 15; DALY, 1984, p. 52; DALY, 1993, p. 325-326; DALY & FARLEY, 2004, p. 87-88).

Os autores supracitados revelam que a principal ideia subjacente ao estado estacionário²⁴ é a de manter constantes os estoques de riqueza e população a níveis

²³ Dois componentes da escala da economia a população e a *renda per capita*.

²⁴ Daly & Farley (2004, p. 87) comentam que a ideia de uma economia estável vem do pensamento clássico e foi, sobretudo, desenvolvida por John Stuart Mill, em 1857, que a ela se referia como o estado estacionário. Muitos

suficientes para uma longa e boa vida, em médio prazo. A produção pela qual estes estoques se mantêm deve ser baixa em vez de alta, e sempre dentro das capacidades regenerativas e de absorção do ecossistema, e mais; o pressuposto da economia estável não era o de ficar maior, mas sim, o de ficar melhor. Isso possivelmente levaria a uma “escala máxima sustentável”; aquela em que o *throughput* (fluxos de materiais e energéticos provenientes do meio ambiente e que entram e saem do sistema econômico) esteja dentro da capacidade de suporte do sistema (*carrying capacity*) (COSTANZA, *et. al.*, 1997a, p. 80; ANDRADE & ROMEIRO, 2011, p. 8).

Por outro lado, poder-se-ia pensar em uma escala ótima com o fim de se pretender minimizar os deletérios efeitos da expansão da economia. No entanto, para Costanza *et. al.* (1997a, p. 81), apesar de ela ser uma escala menos sustentável, é uma escala em que ainda não se tem sacrificado serviços ecossistêmicos, os quais são presentes que valem mais do que os benefícios derivados do crescimento da escala de utilização de recursos. Escala ótima é aquela que maximiza a diferença entre os estoques de benefícios e malefícios acumulados através do crescimento, isto é, iguala os benefícios marginais e os malefícios marginais do crescimento econômico (ANDRADE & ROMEIRO, 2001, p. 8).

Não se pretende aqui advogar qual a melhor estratégia a ser utilizada; mas sim, compreender claramente que o ecossistema global sustenta a economia e que a expansão (escala) desta indefinidamente afeta (impacta) o ecossistema sustentador, e que a ela por meio do capital natural presta e fornece serviços ecossistêmicos à humanidade.

O termo capital natural foi primeiramente utilizado como metáfora para se referir aos recursos naturais disponíveis ao homem (DALY & COBB JR, 1989 *apud* ANDRADE & ROMEIRO, 2011, p. 9). Entretanto, segundo os autores, foi no final do século 20 que o termo deixa de ser apenas uma metáfora usada para chamar atenção ao problema da depleção dos recursos naturais e passa a ser um conceito formal e técnico, utilizado juntamente com definições de outros tipos de capital.

De acordo com Costanza *et. al.* (1997b, p. 254), em geral, “capital” é considerado os estoques de materiais ou informações existentes num determinado período que geram fluxos de serviços que podem ser usados para transformar outros materiais ou sua configuração espacial, contribuindo para a melhoria do bem-estar humano. Ou melhor, capital natural são reservas ou fundos fornecidos pela natureza (bióticos ou abióticos) que produzem um fluxo valioso para o futuro, quer de recursos naturais quer de serviços (DALY & FARLEY, 2004, p. 512).

economistas clássicos abominavam o estado estacionário como o fim do progresso, mas Mill não. Ele acreditava que passaríamos a dar mais atenção a melhorar as nossas vidas a partir do momento em que cessássemos de nos preocupar em sermos maiores, acrescentam os autores.

Daly & Farley (2004, p. 104-105) distinguem as características do capital natural em recurso de fluxo de estoque e recurso de serviço de fundo, como inicialmente Georgescu-Roegen estabeleceu. O recurso de fluxo de estoque é transformado materialmente naquilo que produz e, como um estoque pode proporcionar um fluxo de material, o fluxo pode ter, virtualmente, qualquer ritmo que se queira; o tempo entra nesta equação, de maneira que a unidade apropriada para medir a produção de um recurso de fluxo de estoque é a quantidade física de bens ou serviços que se consegue produzir. Eles se esgotam, não se gastam apenas. Quanto ao recurso de serviço de fundo, ao contrário, sofre desgaste e degrada-se com a produção, mas não se tornar parte integrante da coisa produzida (não está incorporado nela). Em vez disso, um fundo proporciona um serviço a uma taxa fixa, e a unidade para medir o serviço é a produção física por unidade de tempo. O serviço resultante de um fundo não pode ser armazenado para uso futuro, e os recursos de serviço de fundo gastam-se, não se esgotam.

O objetivo aqui é explicitar como esses conceitos de recurso de fluxo de estoque e de recurso de serviço de fundo (elementos estruturais) se relacionam com o capital natural, de modo a compreender-se melhor o papel que o capital natural exerce sobre o sistema ecológico, sobre o ecossistema, e sobre o sistema econômico.

Podemos agora voltar ao conceito de recurso natural. Segundo Costanza & Daly (1992 *apud* Andrade & Romeiro, 2011, p. 9): O capital natural pode ser considerado como o estoque de recursos naturais (de fluxo de estoque ou de serviço de fundo) existentes, que gera um fluxo de serviços tangíveis e intangíveis direta e indiretamente úteis aos seres humanos. Os autores acrescentam que os fluxos de benefícios gerados pelo estoque de capital natural têm sido referidos como serviços de ecossistemas ou ecossistêmicos, cuja importância para o sistema econômico e o bem-estar humano vem sendo crescentemente reconhecido.

Em resumo, os elementos estruturais de um ecossistema são reservas de recursos bióticos e abióticos (minerais, água, terra, etc.) que, quando combinados em conjunto, produzem funções ou serviços do ecossistema (DALY & FARLEY, 2004, p. 144). Os serviços ecossistêmicos é a capacidade dos processos e componentes naturais proverem bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente (DE GROOT *et. al.*, 2002; COSTANZA *et. al.*, 1997a, 95; COSTANZA *et. al.*, 1997b, 253). Esses serviços dos ecossistemas consistem de fluxos de material, energia e informação de estoques de capital natural que combinados com capital manufaturado e humano servem para produzir bem-estar humano (COSTANZA *et. al.*, 1997b, p. 254).

De modo geral, os serviços ecossistêmicos podem ser classificados em quatro categorias (MEA, 2003, p. 56-60; De GROOT *et al.*, 2002; ANDRADE & ROMEIRO, 2011, p. 14): serviços de provisão (ou serviços de abastecimento); serviços de regulação; serviços

culturais; e serviços de suporte. Quanto à caracterização de cada função lançou-me mão das explicitações contidas no *Ecosystems and Human Well-being: a framework for assessment*, de 2003, assim como dos trabalhos de Andrade & Romeiro:

Serviços de provisão: estes incluem os produtos obtidos dos ecossistemas, entre eles alimentos e fibras, madeira para combustível e outros materiais que servem de fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, recursos ornamentais e água. Sua sustentabilidade não deve ser medida apenas em termos de fluxos, isto é, quantidade de produtos obtidos em determinado período. Deve-se proceder a uma análise que considere a qualidade e o estado do estoque do capital natural que serve como base para sua geração, atentando para restrições quanto à sustentabilidade ecológica. Os esforços empreendidos para atender à crescente demanda pelos serviços de provisão ilustram a existência de *trade-offs* na geração de serviços ecossistêmicos. Ações no sentido de aumentar a produção de alimentos, as quais geralmente envolvem o incremento no uso de água e fertilizantes, além de frequentemente envolverem expansão de área cultivada, impactam ou degradam outros serviços, incluindo a redução da quantidade e qualidade de água para outros usos, assim como o decréscimo da cobertura florestal e ameaças à biodiversidade.

Serviços de regulação: estes se relacionam às características regulatórias dos processos ecossistêmicos, como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação de água, tratamento de resíduos, regulação de doenças humanas, regulação biológica, polinização e proteção de desastres (mitigação de danos naturais). Diferentemente dos serviços de provisão, sua avaliação não se dá pelo seu “nível” de produção, mas sim, pela análise da capacidade de os ecossistemas regularem determinados serviços.

Serviços culturais: estes incluem a diversidade cultural, na medida em que a própria diversidade dos ecossistemas influencia a multiplicidade das culturas, valores religiosos e espirituais, geração de conhecimento (formal e tradicional), valores educacionais e estéticos, etc. Estes serviços estão intimamente ligados a valores e comportamentos humanos, bem como às instituições e padrões sociais, características que fazem com que a percepção dos mesmos seja contingente a diferentes grupos de indivíduos, dificultando sobremaneira a avaliação de sua provisão.

Serviços de suporte: estes necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Eles se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo. Como exemplos, pode-se citar a produção primária, produção de oxigênio atmosférico, formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água e provisão de habitat. Os ciclos de vários nutrientes chaves para o suporte da vida têm sido significativamente alterados pelas

atividades humanas ao longo dos últimos dois séculos, com consequências positivas e negativas para os outros serviços ecossistêmicos, além de impactos no próprio bem-estar humano. A capacidade dos ecossistemas terrestres em absorver e reter nutrientes suspensos na atmosfera ou fornecidos através da aplicação de fertilizantes tem sido comprometida pela transformação e simplificação dos ecossistemas em paisagens agrícolas de baixa diversidade.

Um caso típico dessa situação acima é a questão de como se dá o uso da terra na região amazônica. Em função disso, inicialmente, faz-se uma abordagem sobre o serviço proporcionado pela terra.²⁵ A terra proporciona uma estrutura física que nos suporta, capaz de capturar a radiação solar e a chuva que nela cai. A terra, enquanto estrutura física, um substrato,²⁶ ou um sítio, tem propriedades econômicas que não se relacionam com a produtividade de seu solo e, por isso, distingue-se da terra enquanto fonte de nutrientes e minerais. Terra aqui é uma estrutura física e local, qual a terra ricardiana; a quantidade e a qualidade de solo disponível num determinado pedaço de terra ricardiana será agrupada com os minerais.

A terra, então, não pode ser produzida nem destruída em quantidades significativas pela atividade humana. Ela também é um recurso de fundo, que fornece o serviço de um substrato capaz de dar suporte a seres humanos e às nossas infraestruturas e de capturar a energia solar e a chuva. Os serviços da terra são seguramente dedutíveis e, em determinado momento, também rivais. Por exemplo, se for utilizada para cultivo, a terra fornece o serviço de um substrato para colheitas. Se um agricultor utilizar esse serviço mais ninguém o pode fazer durante esse período.

A terra, em razão da sua limitação em quantidade e da apropriação daí resultante, ela surge obviamente como um recurso natural mercantil e, logo, apreendido pela análise econômica. O seu papel é fundamental, visto condicionar o crescimento econômico, quer o favoreça pela sua fecundidade, quer o limite devido à sua escassez, como o evidenciam Malthus e Ricardo.

A terra entre os clássicos, tal como entre os fisiocratas, raramente é utilizada no sentido estrito, no sentido de solo. O solo é que é raro, e não a terra. Esta surge como uma espécie de símbolo de todos os fluxos dispensados pela natureza e utilizados pelo sistema produtivo.

Como evidência disto, mostra-se como se orienta o setor de terras na região norte. Primeiramente, o setor rural dessa região se assenta sobre uma estrutura fundiária

²⁵ Essa discussão foi baseada em Daly & Farley (2004, p. 108-124) e Faucheux & Noël (1995, p. 86-87). Em especial, nos comentários relativos ao mercado de terras na região norte, respeita-se todos os direitos autorais de COSTA (2010, 2012), pois toda a abordagem veio dos seus estudos.

²⁶ Substrato é a superfície, sedimento, base, meio ou ainda qualquer superfície que possa servir de suporte a organismos vivos.

(relações de apropriação, uso e alienação de um conjunto de ativos suportados pela terra) que suporta o uso de recursos público por critérios privados e admite a posse ilegítima de terras públicas.

É aí que se fundamenta o mercado de terras na região. Tal mercado se expressa nos preços e na “natureza” do que movimenta. No período de 2001 a 2007, estudos revelam que em 241 municípios do Acre, Amapá, Amazonas e Pará, o mercado de terras na região apontam para três grandes categorias de mercadorias: “terras com mata”; “terras de pastagens” e “terras para lavoura”.

De modo geral, os preços de “terras com mata” são parcelas dos demais, em média 43% dos das “terras de pastagem” e 23% dos das “terras de lavouras”. O mercado de terras informa, assim, só reconhecer os preços das “terras com mata” como parcelas na formação dos preços das pastagens e terras agrícolas.

Isso pressupõe uma regulação que transforma florestas originárias (não mercadoria) em “terras com mata” (mercadoria) a preço sistematicamente controlado de modo a não comprometer, no passo seguinte, a viabilidade da formação dessas em “terras de pastagem” ou em “terras para lavoura”.

O que se nota é um processo de produção de “terras com mata” a partir de matas originais. Logo, há necessidade de conter o mercado de terras na região, atingindo-o em dois momentos: no seu processo de produção, no momento da transformação do ativo específico “floresta primária” em “terras com mata” e no momento da legitimação do produto final – “terras para pasto” e “terras para lavoura”.

Uma das consequências disso é mudança no uso e ocupação do solo seguida de perda de biodiversidade em regiões florestais, entre as quais, a floresta amazônica. Segundo Fearnside (2003, p. 45), o uso da terra e a mudança do uso da terra na Amazônia contribuem para mudanças climáticas globais de diversas maneiras; no período de 1981-1990, a emissão comprometida líquida global de gases causadores do efeito estufa na Amazônia brasileira somaram 6,6% da emissão total antropogênica global, incluindo combustíveis fósseis e mudanças do uso da terra.

Com relação às mudanças do uso da terra na região, Alencar *et. al.* (2004, p. 25) e Higuchi *et al.* (2009, p. 38) relatam que os principais usos do solo amazônico são voltados para agropecuária, produção de madeira, produção de energia (hidrelétricas, petróleo e gás natural) e exploração mineral; sendo que estes diferentes usos de solo já provocaram desmatamento total na Amazônia Legal (até 2007) de, aproximadamente, 70 milhões hectares ou 697.838 km², que correspondem a 14,1% da cobertura florestal da região.

O desmatamento médio anual, segundo Higuchi *et. al.* (2009, p. 39), de 1978 a 2007, foi de 17.821 km², ou seja, 1.782600 hectares. A emissão anual de carbono (equivalente) desde 1978 é de 223 milhões de t C (78%) enquanto que a emissão brasileira via queima de

combustível fóssil em seu primeiro inventário nacional de emissões foi de 64 milhões de t C (22%), explica o autor. Acrescenta ainda Higuchi que a emissão total do Brasil pode ser estimada em 287 milhões t C ou 1 milhão t CO₂; esta emissão o coloca em 5º lugar na lista dos maiores emissões do mundo, perdendo apenas para China, EUA, Índia, Rússia e Japão.

Mas, um dos grandes questionamentos que se levanta em relação a essa região é se de fato ela é fonte ou sumidouro de dióxido de carbono para atmosfera global (NOBRE, 2001, p. 197-224). A questão é que esta importante indagação ainda permanece em aberto. Isto porque por muitas décadas, imaginou-se que a emissão devida aos desmatamentos e queimadas de crescentes áreas da floresta tropical inevitavelmente significaria que a região deveria ser fonte de CO₂ para a atmosfera. Mas já há evidências científicas sobre o balanço de carbono da floresta não perturbada tem mostrado que estas florestas tropicais podem estar acumulando carbono por fotossíntese mais do que perdendo por meio de respiração das plantas e decomposição da matéria orgânica, isto é, poderiam estar retirando (sequestrando) carbono da atmosfera, explica o autor.

2 O AMAZONAS, A ECONOMIA E O MEIO AMBIENTE: “UM POUCO-ANTES E ALÉM-DEPOIS”²⁷

Este capítulo procura elucidar alguns aspectos socioeconômicos e ambientais do Estado do Amazonas. Inicialmente, traz a lume os aspectos gerais do Estado – o território, a população e a floresta. Em seguida, numa segunda seção, é realizada uma abordagem histórico-econômica do processo de desenvolvimento do Amazonas, demonstrando que esse processo esteve, intrinsecamente, associado às dinâmicas socioeconômicas nacionais e regionais. Por fim, com o fim de demonstrar que a indústria manauara protegeu a floresta, contextualiza-se o desempenho do setor agropecuário amazonense, enfatizando a atividade extrativa florestal e silvicultura do Estado, buscando elucidar que os produtos da floresta “um pouco-antes” foram importantes soluções em períodos de estagnação econômica; e, “além-depois”, podem servir de estratégia econômica para a sustentabilidade do desenvolvimento da região.

2.1 Território, população e florestas do Amazonas

O Estado do Amazonas pertencente à região Norte do País, possui 62 municípios e uma área territorial de 1.559 mil km², o que corresponde a 18,45% da área total brasileira, 40,76% da área da região Norte e 30,87% da área territorial da região Amazônica (IBGE, 2012b).

Em relação ao contingente populacional, segundo os dados demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2010, o Amazonas possuía 3.350.773 habitantes (IBGE, 2012c) associados a uma taxa de urbanização²⁸ e a uma razão de dependência²⁹ nas ordens de 83,06% e 55,72%, respectivamente (IBGE, 2012d).

A princípio, esses resultados são reflexos da concentração da população amazonense na capital do Estado, 51,29%, e da quantidade de inativos no interior, 42,71%. Uma análise da razão de dependência da capital, onde está concentrada a população amazonense, mostrará que a dependência cai para 47,0%.

²⁷ Todos os direitos reservados ao professor Samuel Benchimol no que se refere ao título da sua obra “Amazônia: um pouco-antes e além-depois”, de 1977. Na sua obra ele aborda de maneira magnífica o processo formação econômica da sociedade amazônica a partir da entrada dos nordestinos na Amazônia a busca da riqueza da seringa; indo além com a política de polarização adotada pelo Governo Federal para a região e sugestões para um desenvolvimento em bases sustentáveis para a região, no que chamou de “táticas para uma estratégia”.

²⁸ A taxa de urbanização é percentagem da população da área urbana em relação à população total.

²⁹ É peso da população considerada inativa (zero a 14 anos e +65 anos) sobre a população potencialmente ativa (15-64 anos); mede a participação relativa do contingente populacional potencialmente inativo, que deveria ser sustentado pela parcela da população potencialmente produtiva.

Quanto às florestas, estão quase totalmente preservadas. Dados do Prodes.³⁰ Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite mostram que, até 2011, o Amazonas tinha desmatado apenas 2,37% de sua cobertura florestal, o que caracteriza um indicador de preservação da ordem de 97,63% de florestas nativas (INPE, 2012). Em termos municipais, os principais municípios localizados no sul do Estado juntos detinham uma participação de 31,57% de todo o desmatamento amazonense: Lábrea (9,19%); Boca do Acre (5,69%); Apuí (5%); Manicoré (4,55%); Canutama (2,63%) e Humaitá (1,93%), entre outros.

Fatores que podem explicar esse desmatamento relativamente pequeno incluem-se o isolamento do Amazonas e as distâncias que o separam do resto do País, pois as únicas vias de penetração são a BR-174, ao norte do Estado, e BR-319, ao sul, bem como a calha dos rios Amazonas e Madeira (CEPAL, 2007, p. 62). Outro fator que pode estar relacionado à elevada conservação florestal é a estratégia de industrialização adotada pelo Estado do Amazonas, a partir do Polo Industrial de Manaus (DINIZ, *et. al*, 2009).

2.2 Antecedentes histórico-econômicos amazonenses

Os antecedentes histórico-econômicos da sociedade amazonense estão intrinsecamente relacionados ao contexto econômico nacional e regional amazônico, que envolve o período da economia gomífera e um período de estagnação econômica, regionalmente, relativo. Relativo porque, durante esse período de estagnação, em algumas regiões amazônicas, a economia foi impulsionada pela coleta da castanha-do-pará, pelo garimpo, pela pecuária e pelo cultivo da juta.

A borracha, “o látex é nossa riqueza”.

Segundo Furtado (1991, p. 129), a economia amazônica entra em decadência desde fins do século 18. Desorganizado o engenhoso sistema de exploração da mão de obra indígena estruturado pelos jesuítas, a imensa região reverteu a um estado de letargia econômica.

O autor revela que a base da economia amazônica era sempre sobre as mesmas especiarias extraídas da floresta, que havia tornado possível a penetração jesuítica na extensa região. Dessas, o cacau era o mais importante, mas a forma como ele era produzido impedia que o produto alcançasse significação econômica. Os outros produtos da floresta, entre eles a borracha, também se deparavam com dificuldades: inexistência de

³⁰ Prodes é o Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

população e a dificuldade em organizar a produção com base no escasso elemento indígena.

Entretanto, segundo Brum (2000, p. 139), com (a) o aperfeiçoamento do processo de vulcanização, nos EUA por Charles Goodyear, em 1839, que tornava a borracha mais resistente ao calor e ao frio, e, simultaneamente, por Hancock, na Inglaterra; e com (b) com o surgimento e a difusão do automóvel, a partir da última década do século 19, cresceu a demanda mundial por borracha, disparando assim os preços do látex no mercado internacional. Isso, juntamente com a produção cafeeira, abre-se mais uma perspectiva econômica para o País, em geral, e para a Amazônia, em especial.

Além desses fatores que impulsionavam a demanda por borracha na região amazônica, Salati *et al.* (1983, p. 219), expõem alguns fatos ocorridos entre 1850 e 1866 na região que colaboraram no sentido de expandir essa demanda: A criação da Província do Amazonas, em 1850; a introdução do navio a vapor;³¹ abertura do rio Amazonas à navegação estrangeira.³²

Na Amazônia, explica Moreira (2003, p. 19), a região de maior produção localizava-se *a priori* na baixa bacia do rio Amazonas, no Estado do Pará. Entretanto, a partir de 1887, o posto de primeiro lugar é alcançado pela região da média bacia do rio Amazonas, no Estado do Amazonas. As duas regiões dividiam a produção da goma elástica, até o início do século 20, quando entra em atividade uma nova zona produtora no alto curso tributário do rio Purus e Juruá, afirma o autor.

Dessa forma, Furtado (1991, p. 130) chama a atenção que a borracha estava destinada a se transformar na matéria-prima de procura em mais rápida expansão no mercado mundial; mas, sendo um produto “extrativo” e estando o estoque de árvores então existente concentrado na bacia amazônica como explicitado acima, a expansão da produção de borracha na Amazônia se constituiu numa questão de suprimento de mão de obra.

Em função disso, iniciou-se uma nova fase de ocupação na região pelos imigrantes nordestinos e, também, estrangeiros (SALATI *et al.*, 1983, p. 223), diminuindo assim a população indígena.³³ Sem embargos, pelos Censos de 1870 e 1990 pode-se avaliar a

³¹ A soberania brasileira sobre o rio Amazonas estava ameaçada, quando da criação da Província do Amazonas, pois países como EUA, França e Inglaterra desejavam suprir suas necessidades de borracha. Em 1850, quando a demanda por borracha aumentou, um americano da marinha, por meio de uma intensa campanha, despertou o interesse internacional para a colonização da região. Logo o governo imperial incorporou a região no surto de expansão do setor de transporte, introduzindo o navio a vapor sob o monopólio do Barão de Mauá na viação a vapor no rio Amazonas, com o fim de inibir a ocupação da região.

³² O governo central, diante do fato de que a Amazônia era intensamente despovoada e de que suas fronteiras ofereciam problemas, adotou uma política de fechamento do rio Amazonas a países estrangeiros. Mas, apesar da pressão dos EUA ser forte, por meio da Companhia de Comércio e Navegação do Amazonas, de Mauá, as intenções americanas sobre o rio-mar foram bloqueadas. Porém, em 1866, um decreto abria o Rio Amazonas à navegação estrangeira.

³³ De acordo com Salati *et al.* (1983, p. 223), com a pressão da demanda, o aliciamento dos indígenas foi acelerando não só para a procura de seringais, mas também de cauchais. O aliciamento consistia em seqüestrar as mulheres e as crianças, assegurando dessa forma a cooperação dos homens na busca de novas árvores,

transumância que ocorreu na Amazônia nesse período: a população do Amazonas e Pará passou de 332.847 pessoas, em 1870, para 695.112 pessoas, em 1900, representando um crescimento de mais de 100%.

Como a intensificação da imigração nordestina, a produção da borracha aumentou e foi somente a esse influxo de mão de obra que se deve esse aumento, porque as técnicas primárias de obtenção do produto continuaram as mesmas (SALATI *et al.*, 1983, p. 228; FURTADO, 1991, p. 131). Em função disso, a produção passou de 1 mil t nos meados do século 19 para 6 ou 8 mil t em 1870, chegando a uma média anual de 21 mil t no decênio 1891-1900; e, aumentando para 34.500 t em 1910 e alcançando seu volume máximo em 1912, quando atingiu 42 mil t, afirmam os autores.

O impacto da borracha no País era tal que representava “o sustentáculo da economia nacional; sua participação na receita do comércio exterior, em 1910, chegou a 40% do total de produtos exportados, tal qual o café” (SALATI *et al.*, 1983, p. 228). E, com relação a sua participação nos produtos exportados, representava, em meados de 1891 e 1910, um percentual entre 15% a 28% (ALBUQUERQUE, 1987, p. 126).

E não é só isso; de acordo com Cunha (2003, p. 7-15), o ex-governador do Amazonas, da década de 1960, Arthur César Ferreira Reis³⁴ revela que:

A Amazônia vivia seus grandes dias de esplendor, atração de aventureiros de toda espécie e de toda parte, fonte imensa a proporcionar a riqueza de muitos, centro permanente de atração para as gentes do Nordeste, fustigadas desde o século anterior pela inclemência das secas e impulsionadas para o extremo norte, no *rush* da borracha. De Pernambuco e da Bahia vinham bacharéis em direito e médicos, atraídos pela aventura que lhes asseguraria o êxito generoso. De todo Nordeste chegavam os que enfrentavam a floresta. Belém e Manaus experimentaram, à época, as grandes transformações urbanas que lhes garantiam uma projeção especial no quadro nacional. [...]. As grandes casas de negócio que impulsionavam a empresa rendosa da borracha eram casas estrangeiras. Se não estava numa nova Babel, na verdade Euclides descobria agora um Brasil que se estava afirmando em meio ao que lhe pareceu tremenda desordem, com a participação de uma sociedade em que interferiam valores alienígenas os mais estranhos e a profusão estonteante. [...].”

E o Amazonas, nas palavras de Benchimol (1977, p. 174), era um vasto acampamento; homens a procura de fortuna não de terra. A verdade é que a borracha, “o látex é a nossa riqueza”, constituiu um ciclo altamente efêmero desprovido de políticas regionais de desenvolvimento. Moreira (2003, p. 22) alerta para o fato de que foram o monopólio brasileiro de produção do látex e a sensacional explosão de preços internacionais da borracha que causaram enriquecimento nos donos dos seringais amazônicos,

principalmente do caucho, que era abatido para dele se obter o látex. Onde encontrassem índios, suas aldeias eram assaltadas e sua população arregimentada para o trabalho de busca.

³⁴ Ex-governador do Amazonas na década de 1960.

transformando Manaus³⁵ e Belém em belas capitais, símbolos incontestes de fausto e de resplendor.

Entretanto, a maior parte da população e os trabalhadores dos seringais, completamente dispersos e isolados, se aniquilavam na selva e na dura tarefa de colher a goma elástica, explica Moreira.

O fim do ciclo da borracha deu-se quando, depois da produção nacional atingir seu ponto máximo entre 1910-1912, o transplante de mudas pelos ingleses e as plantações ordenadas em suas colônias do Oriente (Malásia e Indonésia), em condições climáticas idênticas ao hábitat amazônico, desbancaram a produção extrativa brasileira no mercado mundial (BRUM, 2000, p. 139). E, a consolidação do crescimento progressivo da produção da borracha estrangeira anualmente, acabou-se definitivamente o período áureo do ouro negro na Amazônia (MOREIRA, 2003, p. 28).

Com o declínio da **economia da borracha**, o Amazonas passou por um longo período de estagnação econômica, que girou em torno de 1914 ao início da década de 1940. Entretanto, de 1912 até o fim da II Guerra Mundial, em 1945, houve duas tentativas de planejamento regional (MAHAR, 1978, p. 9): a primeira, denominada Plano de Defesa da Borracha e, a segunda, chamada de “Batalha da Borracha”, que começou em 1942 com a assinatura dos “Acordos de Washington”.

Mahar explica que o Plano de Defesa da Borracha, embora almejasse manter a posição do Brasil no mercado internacional da borracha, procurou melhorar as condições econômicas e sociais da região, mas o seu defeito fatal foi vincular a prosperidade e o futuro desenvolvimento da Amazônia a um só produto, que era vendido num mercado sobre o qual o Brasil tinha pouco ou nenhum controle.³⁶

Acrescenta também quanto à “Batalha da Borracha”, a entrada dos EUA na guerra trouxe desafogo temporário, pois o Brasil concordou em cooperar com as Forças Aliadas no suprimento de matérias-primas estratégicas, inclusive a borracha, e teve início um grande esforço para elevar a produção a partir de 1942, mas os resultados foram bastante modestos, afirma o autor.

Porém, Benchimol (1977, p. 206) relata que os Acordos de Washington proporcionaram à região a montagem de um esquema logístico-institucional do qual participou ativamente o governo brasileiro com apoio americano: criação do Banco da Borracha, que mais tarde viria a ser o Banco da Amazônia; Instituto Agrônomo do Norte; um plano de saneamento com a assistência da Fundação Rockefeller, que resultaria na

³⁵ Em Manaus grandes obras foram realizadas nesse período: Porto de Manaus, Teatro Amazonas, Palácio da Justiça, a primeira rede de energia elétrica, transporte coletivo (bondes), rede de esgotos, praças, etc.

³⁶ Também foram insignificantes os resultados das tentativas da poderosa empresa Ford, norte-americana, no rio Tapajós, para o cultivo racional de seringueiras em Fordlândia e, mais tarde, em Belterra.

criação pelo Brasil no Serviço Especial de Saúde Pública (SESP); a construção do Aeroporto de Ponta Pelada, em Manaus; Criação dos territórios federais do Guaporé (Rondônia), Rio Branco (Roraima) e Amapá; serviço de Encaminhamento de Trabalhadores para a Amazônia; etc.

Os empenhos para recuperar a economia do látex perduraram até a primeira metade do século passado, demonstrando a insistência pela manutenção do *status quo* do extrativismo na região. Fato este observado com a criação da Spvea – Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia, em 1953. Segundo Souza (2009, p. 321), seus investimentos insistiam no extrativismo, pois direcionava suas linhas de créditos quase apenas para a borracha, excluindo outras atividades, entre os quais, a juta e a pimenta-do-reino.

A castanha-do-pará, o garimpo, a pecuária e a juta, “uma saída frente à estagnação regional”.

A coleta da castanha não se constitui de forma alguma em um ciclo econômico na Amazônia, mas a retomada da sua extração com o fim da economia gomífera constituiu uma forma estratégica e peculiar da região no período de *estagnação econômica*.

Após o colapso da borracha, Salati *et al.* (1983, p. 250) explicam que, embora a exploração da castanha-do-pará tenha-se iniciado ao redor de 1800, chegando a ter um relativo desenvolvimento logo após a abertura do rio Amazonas à navegação estrangeira, sua exploração decaiu durante o período áureo da borracha, voltando a crescer com a desvalorização da goma elástica na Amazônia.

Para Benchimol (1977, p. 672) a castanha teve sempre na economia amazônica uma função estabilizadora e de compensação; primeiro, porque sendo uma atividade coletora de inverno, completa a atividade seringueira do verão (caracterizando o binômio borracha-castanha), e, segundo, porque naquelas épocas de pressão e decadência histórica da borracha, a castanha assegurou a precária sobrevivência da economia regional.

Na região do Médio Tocantins, no Estado do Pará, onde a castanha estava mais concentrada, ela se tornou o principal produto de exportação daquele Estado; mas, a partir de 1920, a região de Marabá, no Médio Rio Tocantins, se tornou no centro de produção de castanha não só no Pará, mas em toda a Amazônia, afirmam os autores. Além dessas áreas, a castanha também era explorada nas regiões de Altamira, no rio Xingu; no Tapajós; no Madeira; no Purus; no Solimões (município de Coari e de Tefé) e, em menores proporções, nos afluentes da margem esquerda do Amazonas.

Tanto na área do Tocantins, quanto nas outras áreas, o sistema econômico e social básico que envolvia a exploração da castanha era, tal como ocorreu com a borracha, o de

aviamento, o levou a violências e burlas generalizadas, relata Salati *et al* (1983, p. 250). No caso de Marabá, por exemplo, comerciantes e exportadores de Belém aviavam comerciantes de Marabá, cuja origem era brasileira e sírio-libanês, e estes, por sua vez, aviavam os indivíduos que desejavam coletar a castanha.

A princípio, entre 1920 a 1925, os castanhais eram livres; todavia, em função dos gastos de transportes, colocações de castanheiros, abertura de caminhos e controle da produção, o sistema foi alterado para o arrendamento dos castanhais por parte do governo estadual. Com o decorrer do tempo isto foi desrespeitado por falta de regulamentação e também em razão da concentração das terras sob domínio de poucas famílias. Logo, o sistema de aviamento durante a fase da coleta da castanha continuou e o castanheiro vivia em regime praticamente de servidão.

O mercado importador da castanha era até a II Guerra a Inglaterra e a Alemanha; posteriormente, os EUA, durante a guerra, atingiram a primazia, tornando-se, na verdade, o único importador, revendendo a castanha para outros compradores (SALATI *et al.*, 1983, p. 252). O autor aponta também que as exportações passaram de 5 t, em 1919 para 120 t em 1926.

Com relação ao garimpo, Salati *et al* apontam que, ao redor de 1939-1940, uma atividade complementar à castanha, especialmente na região de Marabá e Jacundá, no Pará, começou a ser explorada – a garimpagem do diamante. O sistema ainda era o do aviamento, qual na época da borracha e da castanha; onde o patrão fornecia os equipamentos e alimentação e recebia 50% a 60% dos lucros. Essa atividade perdurou até perto de 1955, pois era importante enquanto atividade complementar da castanha e outros produtos nativos (SALATI *et. al.* 1983, p. 252).

Quanto à pecuária, ela era remanescente da atividade da borracha, que tinha criado um mercado para o gado, afirmam os autores. Mas, após 1915, com o colapso do produto extrativo, os remanescentes da economia gomífera retornam a desenvolver aquela atividade. Salati *et al.* (1983, p. 253) afirmam ainda que, apesar da pecuária existir na região do Tocantins e em outros locais da Amazônia, no período de 1920 a 1940 sua concentração era a ilha de Marajó, sendo que essa produção de gado abastecia as cidades de Manaus e Belém. E, no caso do Amazonas, a atividade foi desenvolvida no Baixo e Médio Amazonas, mas já desde o século XVIII.

De todas as tentativas de colonização estrangeira realizadas na Amazônia, a única que deu resultado efetivo, devido a introdução da pimenta-do-reino e da juta, foi a dos imigrantes japoneses, que se instalaram em Tomé-Açu, no município de Acará, no Pará, e no município de Maués³⁷ e Parintins, no Amazonas (SALATI *et al.*, 1983, p. 258).

³⁷ Em Maués, em 1929, os japoneses foram trabalhar na Amazon Kogio Kaisha, no plantio de guaraná.

No Amazonas, em 1929, foi fundada a Companhia Industrial Amazonense situada na denominada Vila Amazônia, em Parintins, cujo objetivo era promover a imigração e colonização japonesa, assim como desempenhar importante papel na criação da primeira grande lavoura comercial na região – a juta (BENCHIMOL, 1977, p. 544).

Nos anos de 1931 a 1937 chegaram à Vila Amazônia 237 diplomatas em agricultura para a fundação da colônia japonesa denominada “Instituto Amazônia”, e seis famílias de colonos para aclimação da cultura da juta (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Após a aclimação da juta na região, apesar de interrompida a imigração em razão da II Guerra Mundial, algumas famílias conseguiram escapar do campo de concentração em Tomé-Açu, no Pará, ficando no mato, afirma o autor. Com o fim da guerra alguns voltaram a Parintins.

A jicultura transformou a paisagem agrícola, econômica e cultural do Baixo e Médio Amazonas, assumindo o papel de liderança no intercâmbio amazônico com o resto do Brasil (BENCHIMOL, 1977, p. 544). Cultura de pequeno ciclo, típica dos varzeados, plantada e colhida na época das vazantes, trabalhada em regime de economia familiar, de pequena e média propriedade, torna-se importante do ponto de vista social da difusão e distribuição da renda, afirma o autor. Compilando diversas fontes de dados constata-se que o desempenho da juta na região, em 1973, a produção chega a 62 mil t, decaindo logo em seguida; hoje a produção é incipiente (Tabela 1).

Tabela 1 – Produção de Juta no Médio e Baixo Amazonas, em toneladas.

1937	1938	1942	1947	1957	1960	1964	1973	1975	1990	2010
9	60	3.685	6.287	32.929	39.000	51.000	62.226	41.246	2.820	907

Fonte: Benchimol (1977), Salati (1983), Ribeiro Júnior (2001) e IBGE (2012g).

2.3 Zona Franca de Manaus

Com a Zona Franca de Manaus uma nova fase de desenvolvimento se constituiu na região da Amazônia Ocidental fundamentada na política federal de criação de polos de crescimento.

ZFM, “a indústria é a nossa riqueza”.

As primeiras tentativas abrangentes de planejamento socioeconômico para a Amazônia começaram apenas na década de 50, intensificando-se, nas décadas de 60 e 70, o processo de desenvolvimento e ocupação da região como meta de alta prioridade para o governo brasileiro (MAHAR, 1978, p. 3).

Nessa perspectiva, com o novo governo estabelecido em 1964, o planejamento do desenvolvimento para a Amazônia começou a tomar novo rumo por meio de uma maior

eficiência no mecanismo de planejamento regional e um papel mais importante da iniciativa privada (MAHAR, 1978, p. 21).

Logo, foram nas décadas de 1960 e 1970 que o Governo Federal apoiou intensamente o desenvolvimento capitalista na Amazônia, acentuando assim as transformações econômicas e sociais na região (IANNI, 1986, p. 55). Principalmente nos anos de 1964 a 1978, o que ocorreu na Amazônia foi um desenvolvimento extensivo do capitalismo. Isto é, no extrativismo, na agricultura e na pecuária, desenvolveram-se as relações capitalistas de produção, juntamente com as forças produtivas, esclarece Ianni (1986).

O mesmo autor relata ainda que além do desenvolvimento extensivo e intensivo do capitalismo na Amazônia ter sido dinamizado nos moldes do modelo de “economia aberta” adotado pela ditadura militar, a economia Amazônica ingressou na etapa da grande empresa privada, nacional e estrangeira. Isso não significa que antes de 1964 as atividades econômicas da região não estivessem articuladas, em maior ou menor grau, com o mercado nacional e estrangeiro.

O fato é que tanto a Spvea, criada em 1953, quanto o Banco de Crédito da Amazônia, que vinha do Banco da Borracha, não exerceram influências notáveis nas atividades econômicas da região; em geral, até 1964, o máximo que se fez foi preservar as atividades produtivas predominantes, como o extrativismo da borracha, relata Ianni.

Surge então a “Operação Amazônia”, cuja pedra angular foi a Lei nº. 5.173/1966. A futura política regional traçada pela Lei seria orientada para estabelecer “polos de desenvolvimento” e grupos de populações estáveis e autossuficientes; além de objetivar estimular a migração, proporcionar incentivos ao capital privado, desenvolver a infraestrutura e pesquisar o potencial de recursos naturais (MAHAR, 1978, p. 21-22).

Sem embargos, a gênese dessa política adotada pelo Governo Federal para a região estava ancorada na teoria da polarização econômica de Perroux, de 1960. Benchimol (1977, p. 469) relata que a noção de espaço econômico exposta por Perroux, na França, trouxe uma nova contribuição para a economia; permitindo a Perroux, com base na segunda noção de espaço econômico (campo de atuação de forças), formular sua teoria de polos de crescimento,³⁸ em torno dos quais surgem os centros dinâmicos de uma economia.

Para Ianni (1986, p. 60-61), essas transformações decorrentes da Operação Amazônia se intensificaram na região com a criação (a) da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – Sudam, em 1966, cujo objetivo era atrair investidores privados, nacionais e estrangeiros e dinamizar os setores agrícolas, pecuários, minerais e a indústria na região; (b) do Banco da Amazônia – Basa, no mesmo ano de 1966 e (c) da Superintendência da

³⁸ A polarização espacial, entendida como um processo de centralização e concentração de forças em um determinado polo, por si só não induz nem conduz ao desenvolvimento, se a operação polarizada não vier a ser articulada com o processo de integração.

Zona Franca de Manaus – Suframa, em 1967, responsável pelos incentivos fiscais da Zona Franca de Manaus (ZFM).

Esta última foi criada pela Lei nº 3.173/57, durante o governo desenvolvimentista de Juscelino Kubitschek; alterada, após dez anos, pelo Decreto-Lei nº 288/67; e, regulamentada pelo Decreto nº 61.244/67. A ZFM é disciplinada como uma área de livre comércio de importação e exportação e de incentivos fiscais especiais, destinada a criar no interior da Amazônia um centro industrial, comercial e agropecuário, dotado de condições econômicas para promover o desenvolvimento regional.

Sem desmerecer a forte influência da teoria de Perroux na constituição dessa política, o grande argumento para sua institucionalização, esclarece Benchimol (1977, p. 741), foi de caráter geopolítico, dentro de uma estratégia de segurança e desenvolvimento: criar no centro da Amazônia um polo dinâmico comercial, industrial, agrícola e de serviços para servir de apoio logístico à ocupação do mediterrâneo e do grande arco de fronteira cisandina e subguiana, em equivalência à ação observada nas outras amazônias não brasileiras.

Hoje, a ZFM tem no Polo Industrial de Manaus – PIM³⁹ o principal vetor de crescimento econômico do modelo e o carro chefe da economia do Estado; o que faz com que o Produto Interno Bruto – PIB do Amazonas alcance a 6ª posição no *ranking* nacional (IBGE, 2012c). Em termos de valor adicionado bruto, o Gráfico 1 mostra a participação das atividades econômicas no Valor Adicionado Bruto (VAB), estando a indústria de transformação representando 36,79% de toda economia.

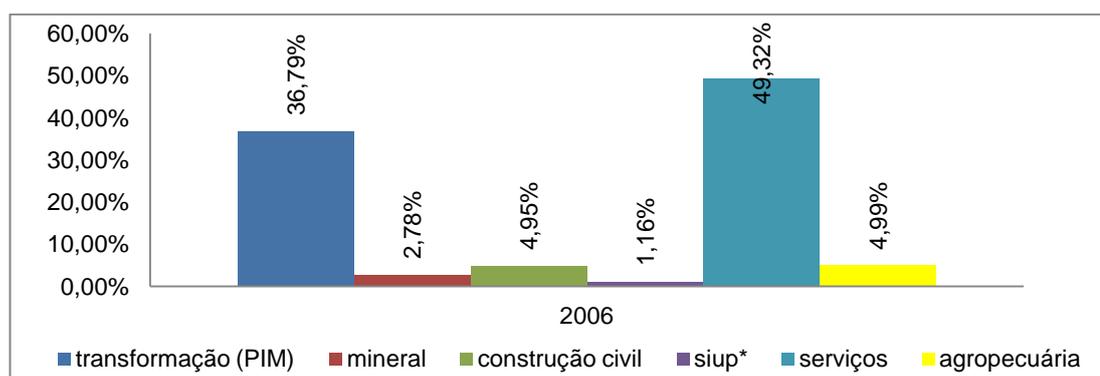


Gráfico 1 – Participação das atividades econômicas do Amazonas no VAB, em 2006.

Fonte: Contas Regionais 2002-2009 (IBGE, 2012e).

Nota: * produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana.

³⁹ FEDERAL: II (redução de 88% sobre os insumos destinados à industrialização ou proporcional ao valor agregado nacional quando se tratar de bens de informática); IPI (isento); IR (redução de 75% do Imposto sobre a Renda e Adicionais Não Restituíveis, exclusivamente para re-investimentos. Comum em toda Amazônia Legal; PIS/COFINS (alíquota zero nas entradas e nas vendas internas inter-indústrias e de 3,65% (com exceções) nas vendas de produtos acabados para o resto do país). ESTADUAL: ICMS (crédito estímulo entre 55% a 100%. Em todos os casos as empresas são obrigadas a contribuir para fundos de financiamento ao ensino superior, turismo, P&D e às pequenas e microempresas).

Alguns indicadores de desempenho econômico e social revelam o dinamismo da indústria localizada em Manaus, como as exportações para o restante do País, que representam quase 100% de tudo o que é exportado (Tabela 2).

Tabela 2 – Indicadores de desempenho do Polo Industrial de Manaus

Indústria de Transformação (un)	Faturamento (US\$ bilhões)	Empregos (mil)	Grau de aquisição de insumos (%)			Investimentos (US\$ bilhões)	Exportações (US\$ bilhões)	
			<i>nac.</i>	<i>reg.</i>	<i>ext.</i>		Externas	Domésticas
600	41,1	119.198	29,49	18,42	49,6	10,7	0,83	40,3

Fonte: Suframa, 2012.

A ZFM tem gerado, por intermédio do PIM, uma dinâmica econômica que lhe tem atribuído o *status* de modelo de desenvolvimento para uma região que ainda apresenta indicadores de níveis de desenvolvimento em desvantagens, em geral, em relação ao restante do País e, em especial, em relação ao próprio Amazonas. Fato este diagnosticado a partir do PIB de Manaus, que participa apenas com 1,25% do PIB nacional, ao passo que o PIB *per capita* é praticamente cinco vezes maior do que o do restante dos municípios amazonenses.

Em contrapartida, estudos têm demonstrado que o PIM não é um fator que influencia no desmatamento do Amazonas. Freitas & Nascimento (2009, p. 114), ao realizarem uma análise de correspondência⁴⁰ do desmatamento no Estado do Amazonas, identificou entre os resultados que o desmatamento apresenta baixa relação com o PIB *per capita*; e, todos os municípios, com exceção de Manaus, com alto desmatamento apresentam PIB *per capita* baixo.

Da mesma forma, Diniz & Oliveira (2009, p. 115) realizaram um estudo que, na sua primeira etapa, ao testar a hipótese de causalidade de Granger⁴¹ entre o desmatamento e as principais variáveis que o explicam, observou que: há uma causalidade bidirecional de Granger entre o desmatamento e as variáveis área ocupada, culturas permanentes e temporárias, rebanho bovino, educação de adultos e crédito agrícola, ou seja, há um efeito dinâmico nas duas direções.

Entretanto, Diniz expõe que, em relação às variáveis população, matrícula de crianças e PIB *per capita*, o efeito da causalidade foi unidirecional no sentido das mesmas para o desmatamento, muito embora não exista um efeito do direcionamento do desmatamento sobre o PIB *per capita*. De fato, o aumento do desmatamento pode não ser capaz de incentivar novos investimentos, capaz de manter o ritmo crescente da economia, a despeito

⁴⁰ A análise de correspondência é uma técnica de análise exploratória de dados adequada para analisar tabelas de duas entradas ou tabelas de múltiplas entradas, levando em conta algumas medidas de correspondência entre linhas e colunas; mostra como as variáveis dispostas em linhas e colunas estão relacionadas e não somente se a relação existe.

⁴¹ O autor explica que o conceito de causalidade do sentido de Granger está relacionado com a capacidade de uma variável ajudar na previsão do comportamento de outra variável de interesse.

de um efeito sobre a atividade agropecuária. Diniz conclui que o comportamento da variável PIM denota que este tem a influência de diminuir o desmatamento.

2.4 Aspectos estratégicos a partir do setor agropecuário amazonense

O Amazonas não é um Estado tipicamente agrícola como as demais Unidades da Federação que compõem a região amazônica; a participação do VAB da agropecuária amazonense representa apenas 4,99% de toda a economia (Gráfico 2).

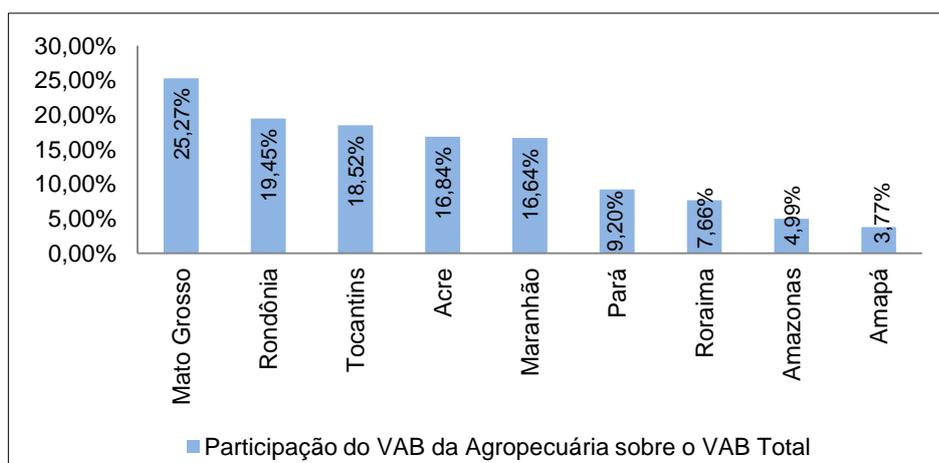


Gráfico 2 – Participação do VAB da Agropecuária no VAB Total da Amazônia, em 2006.
Fonte: Contas Regionais 2002-2009 (IBGE, 2012f).

Desses 4,99%, para o ano de 2006, em termos de valor bruto da produção, a participação dos produtos da atividade agropecuária está assim ranqueada: a pesca, a mandioca e a banana representaram quase 50% de toda a produção do setor; e, não menos importante, estão os produtos do setor extrativo florestal, entre eles a castanha-do-pará, a madeira em tora, e outros, os quais mantêm juntos a 8ª posição e representaram 4,66% do valor da produção bruta da agropecuária amazonense (Quadro 1).

Ranking	Produto	Part.	Ranking	Produto	Part.
1	Pesca	16,26%	13	Café em grão	1,11%
2	Mandioca	15,57%	14	Milho em grão	0,94%
3	Banana	11,80%	15	Frutas cítricas	0,74%
4	Outros produtos da lavoura temporária	10,87%	16	Suínos vivos	0,45%
5	Cana-de-açúcar	9,34%	17	Aves vivas	0,36%
6	Farinha de mandioca	9,07%	18	Guaraná	0,32%
7	Bovinos vivos	7,87%	19	Fumo	0,23%
8	Extração florestal	4,66%	20	Soja	0,13%
9	Ovos de galinha	3,65%	21	Açaí	0,04%
10	Outros produtos da lavoura permanente	2,91%	22	Algodão herbáceo	0,00%
11	Leite	2,44%	23	Trigo em grão e outros cereais	0,00%
12	Arroz em casca	1,25%			

Quadro 1 – *Ranking* dos produtos da agropecuária do Amazonas, ano 2006.

Fonte: resultado de pesquisa de tese.

Isto posto, a atividade extrativa vegetal, que compõe no seu núcleo uma variedade de produtos da floresta, participa com apenas 4,66% do valor bruto da produção da agropecuária amazonense. Ao passo que, somente o produto pesca participa com 16,26% e o produto mandioca com 15,57%. Ora, o indicador da atividade extrativa vegetal que se mostra, do ponto de vista de um indicador para orientar políticas públicas para o setor agropecuário como um todo, talvez não atraia tanta atenção dos gestores. Mas, do ponto de vista do incentivo de políticas públicas orientadas para produção de produtos da floresta não madeireiros (alimentos; óleos; resinas; etc.) constitui uma atividade altamente pertinente para os povos da floresta que vivem daquilo que o meio ambiente oferece. Além do que, o próprio processo de produção dos produtos da floresta, como a extração da castanha-do-pará, não são detentores de um consumo excessivo de capital natural, como outros processos de produção agropecuária, exemplo: pecuária e culturas. Logo, o que se deduz é que o setor extrativo pode se constituir e se tornar um setor estratégico regionalmente dentro da atividade agropecuária, capaz de atrair políticas públicas de base sustentável.

Nesse sentido, exemplificando a produção extrativa de castanha-do-pará chegou-se ao seguinte cenário para o Amazonas. No ano de 2006, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial de castanha-do-pará; (o primeiro foi à Bolívia). Considerando as estimativas da Produção Extrativa Vegetal, do IBGE, a produção brasileira foi de R\$ 45,9 milhões, ao passo que a Bolívia, segundo dados da FAO, foi de R\$ 60,9 milhões.

No País, a região Norte detém a produção nacional e o Estado do Amazonas é o seu maior produtor regional e, portanto, nacional. Os municípios localizados no sul do Amazonas (em especial nos municípios de Lábrea, Novo Aripuanã, Manicoré e Boca do Acre) são os maiores produtores juntamente com os municípios de Alvarães e Beruri localizados na mesorregião centro-amazonense.

De acordo com a TRUAGRO AM 2006 (verificar item 4.1), a produção do Estado foi de R\$ 24,7 milhões, representando 53,73% da produção do País. A castanha-do-pará está inserida no rol dos produtos mais importantes da produção agropecuária amazonense juntamente com a pesca, mandioca, banana, cana-de-açúcar, farinha de mandioca, entre outros. No *ranking* estadual ela está inserida entre os produtos na oitava posição.

O principal mercado demandante desse produto com casca (NCM 08012100 e CNAE 2.1 02128070) é os Estados Unidos, que importou 47,54% da produção estadual, seguido de Hong Kong, Canadá, Argentina, Austrália e Itália. Como o comércio de frutas processadas no Amazonas ⁴² é extremamente tímido, participando com 0,00% das exportações amazonenses para o Brasil e 0,09% para o resto do mundo, as exportações da castanha-do-pará sem casca (NCM 08012200 e CNAE 2.1 15210080) segue o mesmo ritmo, representando 0,07% do comércio exterior do Amazonas com o mundo.⁴³

No entanto, de acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2009), o mercado da castanha-do-pará sem casca merece destaque porque representa um produto tipicamente brasileiro que apresenta grande potencial de exportação ainda não desenvolvido no País e está entre as principais frutas processadas comercializadas no mundo.

Isso nos permite inferir que há grandes possibilidades existentes para fomentar políticas públicas orientadas para o setor de exploração florestal e silvicultura no Amazonas, tanto para comercialização da castanha-do-pará com casca quanto sem casca, além da possibilidade de o Amazonas assumir o comércio do Brasil com o exterior de frutas processadas, em especial, a castanha sem casca.

Relativamente à questão ambiental, como tradicionalmente a produção da castanha se dá em áreas de florestas naturais, em sistemas extrativistas, a árvore se mostra como uma ótima alternativa para cultivo em áreas que foram alteradas pela agricultura e pecuária, conforme experiência desenvolvida pelo Projeto “castanha-do-brasil para reflorestamento e recuperação de áreas alteradas na Amazônia”, da Embrapa Amazônia Ocidental.

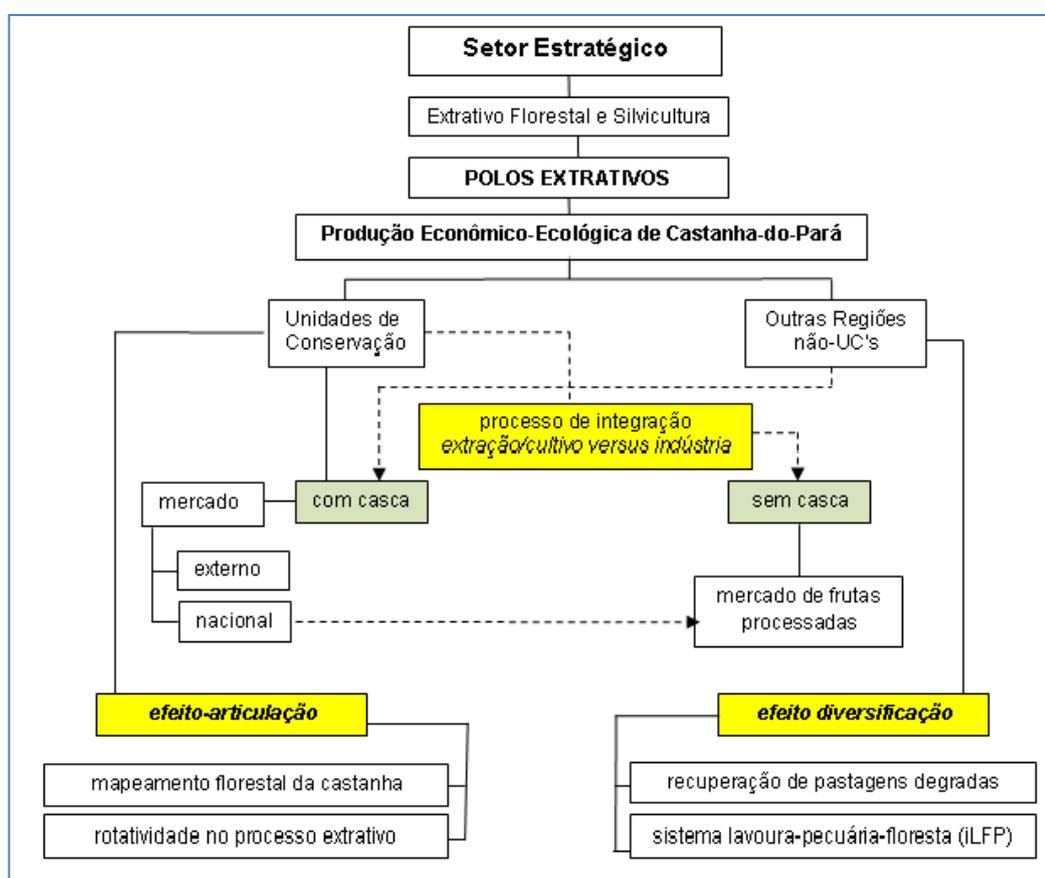
Nessa perspectiva, é possível traçar um esquema estratégico no âmbito da atividade agropecuária para o setor extrativo vegetal/florestal do Amazonas. O que se pretende com isto é demonstrar as possibilidades de alavancar os indicadores de desempenho econômico e social de alguns setores da agropecuária amazonense em termos de valor bruto da produção, valor adicionado e emprego a partir de políticas públicas voltadas para alguns

⁴² Para isto analisar os dados do produto-conta ‘conservas de frutas, legumes e outros vegetais’ da TRU-AM/2006 (SUFRAMA, 2012) e dados do Sistema Aliceweb/MDIC relativos às exportações amazonenses.

⁴³ É importante esclarecer que este parágrafo refere-se à participação desses produtos na pauta de exportação total do Amazonas, diferentemente do que é exposto no item 5.3.2 em que é analisada participação desses produtos na pauta de exportação em relação somente à atividade agropecuária.

setores e produtos característicos da nossa região. Não se pretende de maneira alguma achar que com isto a atividade agropecuária irá suplantar a orientação industrial do Estado.

Então, tem-se como setor e produto estratégico, respectivamente, o extrativismo/silvicultura e a castanha-do-pará⁴⁴. Parte-se do princípio do que se denominou de “pólos extrativos”, orientados para uma produção econômico-ecológica no interior de Unidades de Conservação e em Outras Regiões (não-UC’s). O objetivo é produzir com agregação de valor em função da importância indústria rural para diversificação da produção e alcance de outros mercados ainda incipientes na região; além da integração desses polos extrativos a partir dos efeitos articulação e diversificação (Fluxograma 1).



Fluxograma 1 – Produção Econômico-Ecológica da castanha-do-pará
Fonte: elaboração própria.

A produção econômico-ecológica de castanha-do-pará no interior das UC's estaria voltada tanto para produção de castanha com casca quanto para a sem casca (função da indústria rural). O produto *in natura* alcançaria o mercado externo e nacional; sendo que, ao atingir o mercado nacional, invariavelmente dissimularia a cadeia produtiva da castanha, especialmente para atingir o mercado de frutas processadas. No interior dessas UC's, em

⁴⁴ A castanha-do-pará serviu como fundamento inicial para essa proposta, mas poderia ser qualquer outro produto não madeireiro nativo das florestas, como: alimentos, frutas, resinas, óleos, essências, plantas, entre outros.

consequência, apareceria o efeito articulação. O principal objetivo desse efeito é não permitir que os castanhais sejam exauridos pelo processo produtivo extrativo, o que incentivaria o mapeamento florestal da castanha dentro dessas unidades e com isso manter a rotatividade do processo de produção.

A produção econômico-ecológica de castanha-do-pará no interior de outras regiões não-UC's estaria voltada também tanto para produção do produto *in natura* quanto para o industrializado, o que também atingiria os mercados nacionais e internacionais, assim como a cadeia produtiva da castanha. A diferença básica, então, entre a produção em regiões UC's e regiões não-UC's seria basicamente no efeito diversificação existente nessas regiões e não naquelas. O principal objetivo do efeito diversificação na produção econômico-ecológica da castanha em regiões não-UC's seria a possibilidade de incentivar a silvicultura da castanha em terras degradadas por pastagens ou qualquer outro processo produtivo; e incentivar, assim, o interrelacionamento produtivo entre sistemas que integrem lavoura-pecuária-pastagem nessas áreas.

Sendo assim, dada a importância desse produto para o desenvolvimento regional, isso inspirou sua inserção do produto-conta "castanha-do-pará" na Tabela de Recursos e Usos e sua análise na Matriz de Insumo-Produto, como veremos posteriormente.

3 O MODELO DE INSUMO-PRODUTO EM SI E SUAS INTERRELAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE: ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Este capítulo faz uma abordagem teórico-metodológica do modelo de insumo-produto si e de suas aplicações em problemas que envolvem a questão ambiental. Revela, inicialmente, a origem da análise de insumo-produto enfatizando a constituição da tabela de transações intersetoriais com seus respectivos componentes do consumo intermediário e final e do valor adicionado. Segue os aspectos metodológicos para a constituição dos coeficientes técnicos de produção, o que fundamenta a matriz de coeficientes técnicos diretos para elaboração do modelo aberto de Leontief. Explicita-se ainda as técnicas para endogeneizar o consumo das famílias e a renda dando origem ao modelo fechado de Leontief. Quanto à questão ambiental, são explicitadas as três categorias básicas para aplicação do modelo de insumo-produto relacionadas às questões de meio ambiente – modelo de insumo-produto generalizado, modelos econômico-ecológicos e modelos produto por setor.

3.1 O modelo de insumo-produto em si

A árvore genealógica da análise de insumo-produto remonta ao *Tableau Economique de François Quesnay*, de 1758, e à interdependência entre setores produtivos da economia do modelo de equilíbrio geral de Walras, da década de 1870 (RICHARDSON, 1978, p.17).

Isso explica a afirmação de Leontief (1986, p. 5 e 73) sobre o método de insumo-produto: é uma adaptação da teoria de equilíbrio geral para o estudo empírico da interdependência quantitativa entre atividades econômicas inter-relacionadas, que vê a economia inteira de uma região como um só sistema.

O modelo de insumo-produto foi desenvolvido na década de 1930, pelo economista russo Leontief. Segundo ele “a origem da sua teoria pode ser ligada ao problema do fluxo circular da renda assim como ao problema da sua distribuição entre as classes envolvidas dentro do processo produtivo” (GUILHOTO, 2009, p. 2). Tais preocupações já apareciam nos seus trabalhos “*The Economy as a Circular Flow*”, de 1928, e “*Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States*”, de 1936, afirma o autor.

O que Leontief, fundador da análise de insumo-produto, conseguiu realizar, de acordo com Guilhoto & Sesso Filho (2005, p.15) e Guilhoto (2009, p.11), foi a construção de uma “fotografia econômica” da própria economia, mostrando como os setores estão relacionados entre si, ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores

compram de quem. O resultado foi uma visão única e compreensível de como a economia funciona – como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros.

A informação principal dessa análise consiste nos fluxos de produtos de cada setor industrial produtor para cada um dos setores consumidores, sendo tal informação representada por uma tabela de relações interindustriais (MILLER & BLAIR, 2009, p. 2) ou tabela de insumo-produto (GUILHOTO, 2009, p. 11). Merece destaque a inovação proporcionada pelo Sistema de Contas Nacional das Nações Unidas, de 1993, que inseriu em sua estrutura as tabelas de recursos e usos, as quais constituem etapa inicial para elaboração das matrizes de insumo-produto (SNA, 1993, p. 435).⁴⁵

Nas tabelas de relações interindustriais (Figura 1), os autores revelam que, nas relações fundamentais de insumo-produto, as vendas dos setores podem ser utilizadas dentro do processo produtivo pelos diversos setores compradores da economia (parte da figura pintada em amarelo, caracterizando o consumo intermediário) ou podem ser consumidas pelos diversos componentes da demanda final (famílias, governo, investimento, exportações). Por outro lado, para se produzir são necessários insumos, impostos são pagos, importam-se produtos e gera-se valor adicionado (pagamento de salários, remuneração do capital), além de gerar emprego.

	setor 1		setor 2		Y (demanda final)				TOTAL
					consumo das famílias	governo	investimento	exportação	
setor 1	Z11	Z12	C1	G1	I1	E1			X1
setor 2	Z21	Z22	C2	G2	I2	E2			X2
importação	M1	M2							M
impostos	T1	T2							T
valor adicionado	W1	W2							W
TOTAL	X1	X2	C	G	I	E			X

Figura 1: Tabela de insumo-produto para uma economia com dois setores
 Fonte: adaptado a partir de Guilhoto (2009, p. 15); Porsse [s.d.].

Onde,

Z_{ij} é o fluxo monetário entre os setores i e j ;

C_i é o consumo das famílias dos produtos do setor i ;

G_i é o gasto do governo junto ao setor i ;

I_i é a demanda por bens de investimento produzidos no setor i ;

E_i é o total exportado pelo setor i ;

X_i é o total de produção do setor i ;

T_i é o total de impostos indiretos líquidos pagos por i ;

⁴⁵ Ver BOXE 1 no final deste subitem 4.1.

M_i é a importação realizada pelo setor i ;
 W_i é o valor adicionado gerado pelo setor i .

A tabela de relações interindustriais permite estabelecer a igualdade entre o PIB pela ótica da despesa e pela ótica da renda (Equação 3.1):

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + C + G + I + E &= X_1 + X_2 + M + T + W \\ C + G + I + E &= M + T + W \\ C + G + I + (E - M) &= T + W \end{aligned} \quad (3.1)$$

PIB pela ótica da despesa = PIB pela ótica da renda

Ainda segundo Guilhoto, generalizando para n setores, tem-se a equação (3.2):

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + e_i + g_i + c_i + i_i \equiv x_i \quad (3.2)$$

sendo $i = 1, 2, \dots, n$

Onde,

z_{ij} é a produção do setor i que é utilizada como insumo intermediário pelo setor j ;

e_i é a produção do setor i que é exportada;

g_i é a produção do setor i que é consumida domesticamente pelo governo;

c_i é a produção do setor i que é consumida domesticamente pelas famílias;

i_i é a produção do setor i que é destinada ao investimento;

x_i é a produção doméstica total do setor i ;

Ou na forma de sistema demonstrando como a produção total de um setor i é utilizada para cada setor produtivo e pela demanda final (S1).

$$\begin{aligned} x_1 &= z_{11} + z_{12} + \dots + z_{1n} + Y_1 \\ x_2 &= z_{21} + z_{22} + \dots + z_{2n} + Y_2 \\ &\dots \\ x_n &= z_{n1} + z_{n2} + \dots + z_{nn} + Y_n \end{aligned} \quad (S1)$$

O modelo de Leontief admite que a relação entre os insumos consumidos em cada atividade e a produção total dessa atividade é constante e medida no que chamou de coeficiente técnico (LEONTIEF, 1986, p. 75; HADDAD, 1976, p. 108; FEIJÓ *et al.*, 2008, p. 274). Ou seja, os fluxos interindustriais do setor i para o setor j assumem uma relação exata denominada de coeficiente técnico de produção, a_{ij} (Equação 3.3).

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \quad (3.3)$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$

Em que, a_{ij} é o coeficiente técnico de produção que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade do produto final do setor j ; z_{ij} são os insumos consumidos em cada atividade; e, X_j é a produção total da respectiva atividade. Haddad (1976, p. 108) esclarece que o conjunto desses coeficientes constitui a matriz tecnológica de dada região, a qual descreve em cada coluna a estrutura tecnológica do setor correspondente.

Além do que, esses coeficientes são fixos, pois constituem relações fixas entre a produção de um determinado setor e seus insumos. Yan (1975, p. 35) afirma que, além das proporções fixas, os coeficientes constantes resultam em rendimentos constantes de escalas.⁴⁶

Assim, de modo análogo à equação acima $z_{ij} = a_{ij}X_j$ e, também $e_i + g_i + c_i + i_i = Y_i$, sendo Y_i a demanda final por produto do setor i . Então, substituindo, a equação (3.3) em (3.2) e considerando Y_i , tem-se o **sistema aberto de Leontief** no qual a demanda final é exógena ao sistema:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + Y_i = x_i \quad (3.4)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Substituindo a igualdade $z_{ij} = a_{ij}X_j$ no S1, tem-se um sistema de equações lineares onde os parâmetros são os coeficientes técnicos de produção (S2):

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 \\ x_2 &= a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 \\ &\dots\dots\dots \\ x_n &= a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n \end{aligned} \quad (S2)$$

Este sistema pode ser expresso sob a forma matricial:

$$AX + Y = X \quad (3.5)$$

⁴⁶ O custo médio é o mesmo para todos os níveis de produção, configurando a ausência de economias de escala; um aumento no volume de produção pode implicar um aumento nos custos de produção.

Ou:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_n \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_n \end{bmatrix}$$

Sendo que, A é a matriz de coeficientes técnicos diretos de ordem $n \times n$; X e Y são vetores colunas de ordem $n \times 1$. A matriz de coeficientes técnicos diretos é peça central da abordagem de insumo-produto; mostra o quanto cada atividade consome da produção das demais atividades para que possa produzir uma unidade adicional de seu produto. A partir dela pode-se obter a matriz de impacto intersetorial, que estima como uma mudança na demanda final afeta a produção de cada atividade.

Assim, a aplicação mais usual do modelo de insumo-produto é a de se determinar o vetor dos níveis setoriais de produção bruta quando são conhecidos os valores dos elementos que compõem o vetor da demanda final (HADDAD, 1976, p. 109). Portanto, resolvendo a equação (3.5) tem-se:

$$\begin{aligned} AX + Y &= X \\ AX - X &= -Y \\ X(A - 1) &= -Y \\ X(-A + 1) &= Y \\ X(1 - A) &= Y \\ X &= (1 - A)^{-1} Y \end{aligned} \quad (3.6)$$

Ou:

$$\begin{aligned} x_1 &= b_{11}Y_1 + b_{12}Y_2 + \dots + b_{1n}Y_n \\ x_2 &= b_{21}Y_1 + b_{22}Y_2 + \dots + b_{2n}Y_n \\ &\dots\dots\dots \\ x_n &= b_{n1}Y_1 + b_{n2}Y_2 + \dots + b_{nn}Y_n \end{aligned} \quad (S3)$$

De modo geral, a equação (3.6) indica a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final. Em que a matriz $(1 - A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos ou matriz inversa de Leontief. E, ao definirmos $B = (1 - A)^{-1}$, Guilhoto (2009, p. 16) e Haddad (1976, p. 110) explicam que cada elemento b_{ij} da matriz inversa de Leontief deve ser interpretado como sendo a produção final total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j . Ou melhor, b_{ij} representa os requisitos diretos e indiretos de insumos do setor i a cada real de demanda final à produção do setor j . Esses elementos têm as seguintes características, acrescenta Haddad:

- (a) $b_{ij} \geq a_{ij}$, ou seja, cada elemento da matriz inversa de Leontief é maior ou igual ao respectivo elemento na matriz tecnológica, uma vez que o elemento b_{ij} indica os efeitos diretos e indiretos sobre a produção do setor i para atender a um real de

demanda final no setor j , enquanto o elemento a_{ij} indica apenas os efeitos diretos; a igualdade entre os dois coeficientes ocorre no caso particular em que os efeitos indiretos são nulos;

- (b) $b_{ij} \geq 0$, vale dizer, como os coeficientes técnicos de produção são fixos, não há possibilidades de substituição de insumos, de tal forma que uma expansão na demanda final do setor j irá provocar um efeito positivo ou nulo sobre a produção do setor i , nunca um efeito negativo; o efeito nulo surgirá se não houver interdependência direta ou indireta entre os setores i e j ;
- (c) $b_{ij} \geq 1$, se $i = j$, isto é, os elementos da diagonal principal da matriz inversa de Leontief serão sempre igual a um ou maiores que um, uma vez que o acréscimo de um real na demanda final de um setor deverá provocar uma expansão na produção deste setor de pelo menos um real.

Até aqui nos debruçamos sobre o modelo aberto de Leontief, em que a demanda final é exógena ao sistema. Para Porsse (2002, p. 10) o pressuposto de que todos os componentes da demanda final são exógenos não faz muito sentido econômico, especialmente no que diz respeito ao consumo das famílias. Isto porque, as despesas de consumo, no modelo aberto, são determinadas exogenamente e incluídas na demanda final. Ao fecharmos o modelo, essas despesas constituirão um valor endógeno e dependente, linear e homogeneamente, do vetor de renda (HADDAD, 1976, p. 136).

Ou seja, o “setor família” passa a ser considerado como se fosse um setor a mais entre os setores produtivos da economia, registrando-se as remunerações recebidas pela venda de seu insumo (trabalho) e os valores das novas aquisições de bens e serviços adquiridos dos demais setores, acrescenta Haddad. A ideia fundamental, segundo Haddad, é que as famílias são consideradas como um setor produtivo semelhante aos demais, vendendo serviços produtivos e adquirindo bens e serviços em suas relações intersetoriais. Isso favorece um círculo virtuoso no sistema fechado, ao passo que no aberto isso não acontece.

Portanto, Porsse (2002, p.10) e Miller & Blair (2009, p. 35) recomendam endogeneizar o “setor família” para dentro do modelo de insumo-produto, caracterizando o denominado modelo fechado de Leontief. O mecanismo consiste em transpor o consumo das famílias para dentro da matriz de coeficientes intersetoriais,⁴⁷ A , o que envolve a abertura de uma linha ($n + 1$) e de uma nova coluna ($n + 1$) nessa matriz instruem os autores supracitados.

⁴⁷ Ou matriz de coeficientes técnicos diretos. Para que isso aconteça, primeiro o vetor consumo das famílias é inserido como um setor produtivo na matriz de uso estadual (consumo intermediário). Em seguida, é calculada a propensão a consumir das famílias e o resultado é inserido na matriz de coeficientes técnicos de produção (que esta é resultado da razão entre os componentes da matriz de uso estadual pelo valor da oferta total estadual a

Ainda considerando os ensinamentos de Porsse, o mecanismo de endogeneização parte do pressuposto de que o consumo das famílias, Y^F , é determinado endogenamente como função, linear e homogênea, da renda, R , da economia:

$$Y_i^F = c_i R \quad (3.7)$$

Em que, c_i é a propensão a consumir. A propensão é calculada a partir da razão do vetor consumo das famílias por produto pelo valor adicionado bruto total ($c_i = \text{consumo das famílias}_i / \sum_{j=1}^n \text{VAB}$).

A renda da economia, R , corresponde ao total das remunerações recebidas pelos fatores de produção (valor adicionado), o qual é concebido como função de proporções fixas das produções setoriais (Equação 3.8).

$$R = \sum_{j=1}^n v_j X_j \quad (3.8)$$

Onde, v_j é o coeficiente do valor adicionado por unidade de produto. Ele é calculado a partir da razão do vetor do VAB pelo vetor do valor da produção ($v_j = \text{VAB}_j / \text{VPB}_j$). E, X_j corresponde ao valor da produção por atividade (oferta total estadual a preço básico).

Assim, substituindo (3.7) e (3.8) em (3.4) e considerando $c_i = a_{i,n+1}$, $R = X_{n+1}$ e $v_i = a_{n+1,j}$, tem-se:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + c_i \sum_{j=1}^n v_j X_j + Y_i^*{}^{48}$$

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + a_{i,n+1} X_{n+1} + Y_i^*$$

$$x_i = \sum_{j=1}^{n+1} a_{ij} X_j + Y_i^*$$

$$x_{n+1} = \sum_{j=1}^n a_{n+1,j} X_j \quad (3.9)$$

preço básico por atividade). Por fim, calcula-se a matriz de coeficiente direto e acrescenta-se a renda da economia.

⁴⁸ Onde, Y_i^* é o total do consumo final (demanda final) do i -ésimo produto, excluindo o consumo das famílias.

Em forma matricial, tem-se:

$$\begin{bmatrix} X \\ X_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & H_C \\ H_R & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ X_{n+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y^* \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ou,

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \bar{A}\bar{X} + \bar{Y} \\ \bar{X} &= (1 - \bar{A})^{-1}\bar{Y} \\ \bar{X} &= \bar{B}\bar{Y} \\ \bar{B} &= (1 - \bar{A})^{-1} \end{aligned} \tag{3.10}$$

\bar{B} é a matriz de coeficiente técnico direto e indireto ou matriz inversa de Leontief, endogenados o consumo das famílias e a renda. A interpretação desta matriz, segundo Haddad (1976, p. 139) será também idêntica à interpretação dada na respectiva matriz do modelo aberto: cada elemento mostra o total de produção que deverá ser realizada pelo setor i quando ocorrer um acréscimo na demanda final do setor j . Cada elemento do modelo fechado é maior que o elemento do modelo aberto, pois, dada uma variação unitária na demanda final, no modelo aberto consideramos apenas os requisitos diretos e indiretos de produção setorial enquanto que, no modelo fechado, consideramos os requisitos diretos, indiretos e induzidos de produção setorial.

BOXE 1 – Considerações sobre a Tabela de Recursos e Usos do SNA 93⁴⁹

O SNA (1993, p. 498) revela que o sistema incluiu um conjunto integrado de quadros ou matrizes de recursos e usos, assim como quadros ou matrizes simétricos de insumo-produto, que apresentam uma análise detalhada do processo de produção e utilização dos bens e serviços (produtos) e do rendimento gerado por essa produção.

Desta forma, a TRU – Tabela de Recursos e Usos foi umas das inovações introduzidas pelo novo sistema SNA-1993 e que o IBGE passou a adotar a partir de 1998 editando as contas de 1997 do Brasil já utilizando desse formato. A TRU trouxe em seu bojo uma maior complexidade, por outro lado carrou uma grande riqueza de informações incluindo a integração da Matriz de Insumo-Produto que há muito tempo se procurava registrar de maneira sistemática com as Contas Nacionais.

Na TRU as principais informações são dispostas em duas tabelas com o total de seis quadrantes (**A**, **A₁**, **A₂**, **B₁**, **B₂**, **C**) das quais cinco delas (**A**, **A₁**, **A₂**, **B₁**, **B₂**) podem ser equacionadas diretamente. Os quadrantes de Oferta, Produção, Importação, Consumo intermediário e Demanda final seguem as equações básicas da TRU que são:

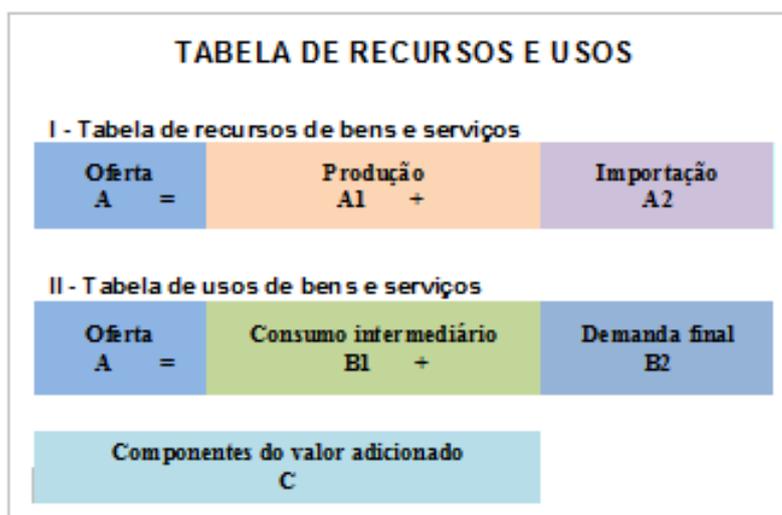
Oferta = Produção + Importação

$$A = A_1 + A_2$$

Oferta = Consumo intermediário + Demanda final

$$A = B_1 + B_2$$

A primeira tabela corresponde aos recursos (bens e serviços) disponibilizados pela economia e a segunda tabela são os usos onde cada recurso foi utilizado, estando dispostos conforme o quadro abaixo. No quadrante **C** é onde se registra o Valor Adicionado Bruto (VAB) para cada atividade e a distribuição primária da renda entre o fator trabalho, capital e impostos que incidem sobre a produção.



Na primeira tabela o quadrante **A** representa o valor da oferta total de bens e serviços distribuído para cada setor de atividade da economia com a totalização na última linha do bloco. Nos quadrantes **A₁** e **A₂** registram-se os valores da produção doméstica e das importações também para cada um dos setores de atividade. Na segunda tabela a mesma oferta é dividida nos quadrantes **B₁** e **B₂** que na verdade corresponde ao consumo intermediário e ao consumo final pois mostram o consumo dos insumos que cada atividade necessita para produzir e o destino final do consumo de bens e serviços. Observa-se ainda que a equação (2) corresponde à identidade entre oferta e demanda totais da economia.

O quadrante **C** registra "a decomposição, em categorias de renda, do valor adicionado de cada um dos setores", e através dessas importantes informações pode-se conhecer os valores apropriados de salários e de excedentes operacionais dos agentes da economia.

⁴⁹ Este box foi construído com base em Suframa (2012, p. 29-31) e no SNA (1993, p. 435).

3.2 Insumo-produto e meio ambiente

3.2.1 Repercussões ambientais nas estruturas de insumo-produto

Muito embora Leontief tenha sido o precursor da técnica de análise econômica intersetorial, diversas aplicações foram se desenvolvendo com base na teoria de insumo-produto, incluindo aí problemas de ordem econômica, sociais e ambientais.

Nos problemas de caráter ambiental, Daly (1968, p. 400), ao questionar como integrar os produtos do mundo em uma economia da natureza, afirma que o modelo de insumo-produto, pelo fato de lidar com o fenômeno da interdependência econômica, pode oferecer uma estrutura analítica extremamente promissora ao lidar com a questão ambiental.

Nessa perspectiva, as análises de impactos, por exemplo, envolvendo questões ambientais, foram imensamente beneficiadas por essa metodologia. Haddad (1989, p. 377) justifica que não se pode negar a amplitude de perspectiva para a compreensão dos problemas regionais que se abre a partir de um conhecimento aprofundado da interação dos níveis de produção, renda e emprego entre setores das regiões de um país. Essa compreensão é ampliada ainda mais quando introduzida a dimensão ambiental na análise de impacto de decisões tomadas pelos agentes econômicos sobre as estruturas econômicas das regiões, acrescenta o autor.

Assim qual Haddad, para Guilhoto (2005, p. 289) o incremento da utilização de modelos de insumo-produto em problemas de meio ambiente, como poluição e utilização de recursos naturais, tem se dado pelo fato de o instrumental de insumo-produto ser o mais indicado para a mensuração dos impactos indiretos na geração e eliminação de poluição e na utilização de recursos naturais.

Sendo assim, Miller & Blair (2009, p. 446) apontam três categorias básicas de modelos de insumo-produto relacionados à questão ambiental:

- Modelos de Insumo-Produto Generalizados (*Generalized Input–Output Models*): são formados multiplicando-se linhas ou colunas adicionais à matriz de coeficientes técnicos com o fim de refletir atividades de geração e/ou redução de poluição. Nessa perspectiva, são exploradas duas variações sobre esse modelo: uma destinada às análises de impactos e outra destinada a aplicações de planejamento.⁵⁰
- Modelos Econômico-Ecológicos (*Economic–Ecologic Models*): consistem de uma extensão da tabela intersetorial para incluir adicionalmente setores “ecossistêmicos”, onde os fluxos são registrados entre os setores econômicos e os setores ecossistêmicos ao longo das linhas de um modelo inter-regional de insumo-produto.

⁵⁰ Exceção foram-se as discussões sobre aplicações de planejamento neste trabalho.

- Modelos *Produto por Setor* (*Commodity-by-Industry Models*): tais modelos expressam fatores ambientais em uma tabela de insumo-produto *produto por setor*.

3.2.2 Modelos de insumo-produto generalizados

Segundo Miller & Blair (2009, p. 447), uma abordagem muito simples de contabilizar a geração de poluição associada a atividades interindustriais é, inicialmente, assumir a existência de uma matriz de produção de poluição ou uma matriz de coeficientes de impactos diretos:

$$P = d_{kj} \quad (3.11)$$

Em que cada elemento da matriz, d_{kj} , representa a quantidade de algum tipo de poluente k gerada por unidade de produção da atividade j (Tabela 3).

Tabela 3 – Impacto da emissão de CO₂ em função da produção de aço.

Atividade	X_j (R\$)	k Emissão de CO ₂ (t CO ₂)	d_{kj} Coeficiente de impacto direto
Produção de aço	120	5	0,01466

Fonte:

Por isso, o nível de poluição associado a um dado vetor de produção total pode ser expresso como:

$$p^* = Px \quad (3.12)$$

Onde:

p^* representa o vetor dos níveis de poluição. E, pela aplicação do tradicional modelo de Leontief⁵¹, $x = BY$, ou melhor, $B = (1 - A)^{-1}$, pode-se atribuir p^* como uma função de demanda final, isto é, o total de cada tipo de poluição gerado direto e indiretamente.

$$p^* = [PB]Y \quad (3.13)$$

Portanto, PB representa a matriz de coeficientes de impacto ambiental total; em que, um elemento dessa matriz, pb_{ij} , expressa o impacto da poluição total gerada por unidades de valores da demanda final presente à economia.

⁵¹ Neste trabalho tem-se utilizado as letras L ou B para identificar a matriz de impacto de Leontief.

Miller & Blair (2009, p.447) esclarecem a facilidade em replicar a matriz de coeficientes de poluição por a matriz correspondente a *algum fator associado à atividade interindustrial*, que varia linearmente com a produção.

Além do mais, essa forma de análise de impacto é a versão mais tradicional considerada nas aplicações de insumo-produto; a questão é que fatores e produtos industriais associados com atividades interindustriais, como energia, níveis de poluição ambiental, emprego, resultam de uma dada variação na demanda final apresentada na economia.

Nessa mesma perspectiva, outro ponto levantado pelos autores que envolvem questões ambientais é a necessidade de se fazer distinção entre os fatores que entram como insumos no processo produtivo e os fatores que são gerados no processo de produção e saem do sistema, conhecidos como insumos e produtos ecológicos.

Os insumos ecológicos, conforme Haddad (1989, p. 391), são recursos ambientais escassos que são transferidos a um preço zero, mas tem valor positivo. E, produtos ecológicos são poluentes e outros resíduos indesejados, que também são transferidos a preço zero, mas que tem valor negativo. Isso resulta em processos ecológicos; processos que envolvem insumos e produtos de mercadorias econômicas e ecológicas, mas sem que haja uma unidade com o intuito de maximizar ou minimizar resultados, afirma Haddad.

Outra forma simples de contabilizar a geração e a redução de poluição em um tradicional modelo de insumo-produto, de acordo com Miller & Blair (2009, p. 475), é simplesmente aumentar a matriz de coeficientes técnicos diretos com um conjunto de coeficientes de geração e/ou coeficientes de redução de poluição.

Os autores caracterizam esses procedimentos como *modelos aumentados de Leontief*. Em que, no caso de geração de poluição, os coeficientes refletem a quantidade de poluente gerado por valor monetário da atividade de produção; e, similarmente, os coeficientes redução de poluição refletem as entradas de atividades para eliminação da poluição.

Essa abordagem foi desenvolvida precursoramente por Leontief, em “*Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach*”.

Em suas palavras, Leontief (1970, p. 262), a poluição é um subproduto das regulares atividades econômicas. Sendo que, em cada uma dessas atividades, muitas formas de poluição estão relacionadas a um modo de ser mensurada em face dos processos de consumo e produção.⁵² Para ele, a dependência quantitativa de cada tipo de produto ou insumo externo no nível de uma ou mais atividades econômicas convencionais, para as

⁵² Como por exemplo: a quantidade de monóxido de carbono liberado no ar tem uma relação com a quantidade de combustível queimado por vários tipos de motores automotivos; ou, a descarga de água poluída nos rios e lagos está ligada diretamente ao nível de produção do aço, papel, têxteis e todas as outras indústrias que utilizam água.

quais a poluição está relacionada, deve ser descrita por um coeficiente técnico apropriado e todos esses coeficientes devem ser incorporados na matriz estrutural da economia.

Com o auxílio de Leontief (1970) e de Abdallah & Montoya (1998) expõem-se o modelo aumentado de Leontief. Inicialmente, seu modelo (setor por setor) mostra uma tabela de fluxos interindustriais altamente simplificado com dois setores industriais (o agrícola, produzindo trigo, e o industrial, produzindo tecido) e a demanda final famílias (Tabela 4).

Tabela 4 – Tabela de insumo-produto da economia nacional (unidades físicas)

Setores	Setor 1 Agricultura	Setor 2 Indústria	Demanda Final Famílias	Produção Total
Setor 1 Agricultura	25	20	55	100
Setor 2 Indústria	14	6	30	50

Fonte: Adaptado de Leontief (1970, p. 262).

A partir daí, Leontief calcula os coeficientes técnicos de produção, que representa o quanto de insumos cada setor necessita para produzir uma unidade do produto:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \quad (3.14)$$

Ou seja, Leontief explica que a agricultura necessita de 0,25 (=25/100) unidades da própria agricultura e 0,14 (=14/100) unidades de insumos industriais para produzir um quilo de trigo, enquanto o setor industrial necessita de 0,40 (=20/50) unidades da agricultura e 0,12 (=6/50) unidades da indústria para fazer um metro de tecido (Tabela 5).

Tabela 5 – Coeficientes técnicos direto dos insumos requeridos por unidade de produto

Setores	Setor 1 Agricultura	Setor 2 Indústria
Setor 1 Agricultura	0,25	0,40
Setor 2 Indústria	0,14	0,12

Fonte: Adaptado de Leontief (1970, p. 263).

Os coeficientes técnicos permitem calcular a magnitude da produção total dos setores que atendam à demanda final e à demanda intermediária. A demanda intermediária depende do nível total de produto em cada um dos dois setores produtivos. Em forma de sistema, tem-se:

$$\begin{aligned} X_1 - 0,25X_1 - 0,40X_2 &= Y_1 \\ X_2 - 0,12X_2 - 0,14X_1 &= Y_2 \end{aligned} \quad (S2)$$

$$\begin{aligned} 0,75X_1 - 0,40X_2 &= Y_1 \\ -0,14X_1 + 0,88X_2 &= Y_2 \end{aligned} \quad (S3)$$

Sendo, X_1 e X_2 os totais não conhecidos da produção do setor agrícola e do setor industrial; e, Y_1 e Y_2 são os volumes fornecidos de produção agrícola e industrial demandados pelos consumidores. Matricialmente tem-se:

$$A = \begin{bmatrix} 0,25 & 0,40 \\ 0,12 & 0,14 \end{bmatrix} \quad (M1)$$

$$(I - A) = \begin{bmatrix} 0,75 & -0,40 \\ -0,14 & 0,88 \end{bmatrix} \quad (M2)$$

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1,475 & 0,622 \\ 0,232 & 1,242 \end{bmatrix} \quad (M3)$$

Feito isto, Leontief (1970, p. 264) amplia sua estrutura tradicional; e, assume que a tecnologia empregada pelo setor de fabricação de tecidos libera para a atmosfera 0,50 gramas de poluentes sólidos por metro de tecido produzido, assim como a tecnologia empregada pela agricultura adiciona 0,20 gramas por unidade (cada bushel de trigo) de produção total. Sistemáticamente tem-se:

$$\begin{aligned} 0,75X_1 - 0,40X_2 &= Y_1 \\ -0,14X_1 + 0,88X_2 &= Y_2 \\ 0,50X_1 + 0,20X_2 - \bar{X}_3 &= 0 \end{aligned} \quad (S4)$$

E, a partir da M2 acrescenta apenas a linha dos coeficientes de impacto direto de poluição, representando a quantidade total de externalidade não conhecida no sistema; sendo 0,50 a quantidade de poluição atmosférica emitida pelo setor da indústria, 0,20 a poluição da agricultura e -1 a quantidade poluição do sistema produtivo. Matricialmente tem-se:

$$(I - A) = \begin{bmatrix} 0,75 & -0,40 & 0 \\ -0,14 & 0,88 & 0 \\ 0,50 & 0,20 & -1 \end{bmatrix} \quad (M4)$$

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1,457 & 0,662 & 0 \\ 0,232 & 1,242 & 0 \\ 0,775 & 0,579 & -1 \end{bmatrix} \quad (M5)$$

Há muitas maneiras de se calcular o impacto das atividades sobre poluição. Entre essas, pode-se multiplicar os coeficientes da terceira linha da matriz $(I - A)^{-1}$, que correspondem a poluição gerada na agricultura (0,775) e na indústria (0,579), pelo valor da demanda final, o que resultando a poluição total 60 g de ar contaminado. Também, multiplicando o vetor da poluição apenas pela inversa das atividades agrícola e industrial resulta um vetor de coeficientes de poluição por atividade, que multiplicados para cada valor da demanda final tem-se o total de poluição por atividade, 42,62 g para a agricultura e 17,38 g para a indústria de tecido.

Quanto ao abatimento, Leontief (1970, p. 266) inclui um setor de redução de poluição, supondo que tal setor consuma 0,20 m de tecido por grama de poluente eliminado. A Tabela 6 mostra a inserção do setor de abatimento.

Tabela 6 – Inserção da poluição

Setores	Setor 1 Agricultura	Setor 2 Indústria	Eliminação da Poluição
Setor 1 Agricultura	0,25	0,40	0
Setor 2 Indústria	0,14	0,12	0,20
Poluição do ar	0,50	0,20	

Fonte: adaptado de Leontief (1970, p. 266).

A partir de S4, sistematicamente tem-se:

$$\begin{aligned} 0,75X_1 - 0,40X_2 &= Y_1 \text{ (trigo)} \\ -0,14X_1 + 0,88X_2 - 0,20X_3 &= Y_2 \text{ (tecido)} \\ 0,50X_1 + 0,20X_2 - X_3 &= Y_3 \text{ (poluente)} \end{aligned} \quad (S5)$$

Sendo: X_1 a produção total da agricultura; X_2 a produção total da indústria; X_3 a quantidade total da poluição eliminada; Y_1 a demanda final por produtos agrícolas; Y_2 a demanda final por produtos da indústria; Y_3 o volume de poluentes não eliminados.

Na terceira equação do S4, a variável Y_3 indica a quantidade de poluição não eliminada. Diferentemente dos demais componentes da demanda final, ela indica o volume de poluente tolerado e não “demandado”.

Matricialmente tem-se:

$$(I - A) = \begin{bmatrix} 0,75 & -0,40 & 0 \\ -0,14 & 0,88 & -0,20 \\ 0,50 & 0,20 & -1 \end{bmatrix} \quad (M6)$$

Solucionando S4:

$$\begin{aligned} X_1 &= 1,573Y_1 + 0,749Y_2 - 0,149Y_3 \\ X_2 &= 0,449Y_1 + 1,404Y_2 - 0,280Y_3 \\ X_3 &= 0,876Y_1 + 0,665Y_2 - 1,131Y_3 \end{aligned} \quad (S5)$$

Matricialmente tem-se:

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1,573 & 0,749 & -0,149 \\ 0,449 & 1,404 & -0,280 \\ 0,876 & 0,665 & -1,131 \end{bmatrix} \quad (M7)$$

Leontief (1970, p. 267) relata o seguinte com respeito ao sistema S5:

- a primeira equação mostra que para cada quilo adicional de produto agrícola entregue aos consumidores finais (famílias) exigiria (direta e indiretamente) um aumento da produção total do setor agrícola, X_1 , de 1.573 kg; enquanto a entrega final

de um metro de tecido implicaria um crescimento da produção total agrícola de 0,749 kg;

- o próximo termo da mesma equação mensura (direta e indiretamente) a relação entre a produção total dos produtos do setor agrícola, X_1 , e a transferência para os usuários finais de Y_3 gramas de poluentes não eliminados;
- a constante $-0,149$ associada à variável Y_3 indica que, para cada grama de poluentes que se deseja reduzir, é necessário aumentar o produto agrícola em 0,149 kilos de trigo;
- da mesma forma, na segunda seria necessário aumentar o produto da indústria em 2,280 m para reduzir a poluição em 1 g; e, na terceira equação, mostra que o próprio setor de eliminação da poluição seria requerido para eliminar 1,131 de poluente.

Leontief explica que, partindo do pressuposto de que as famílias consomem 55 quilos de trigo e 30 metros de tecidos e também estão sujeitas a tolerar 30 gramas de poluição não eliminada, a partir de S5 conclui-se que o setor agrícola e o setor industrial geram 63,93 gramas de poluição, sendo eliminados 33,93 gramas pelo setor antipoluidor, restando no ambiente 30 gramas.

Um dos problemas percebido no modelo de Leontief é que se concentram apenas nos poluentes (fatores que são gerados no processo de produção e saem do sistema) e esquece os bens livres (insumos ambientais livres), os quais serão alvo dos modelos discutidos subsequente.

3.2.3 Modelos Econômico-Ecológicos

Para Miller & Blair (2009, p. 483) é possível contabilizar facilmente o ecossistema por meio da criação de uma “submatriz ecossistêmica” ligada à matriz intersetorial de fluxos econômicos da mesmo modo que as regiões são interligadas em um modelo inter-regional. Por isso, tais modelos são também denominados *modelos totalmente integrados*. Esses modelos totalmente integrados do tipo setor por setor e produto por setor foram desenvolvidos, respectivamente, por Daly (1968) e Isard *et. al.* (1972)⁵³ (Richardson, 1978, p. 211; Abdallah & Montoya, 1998, p. 346; Miller & Blair, 2009, p. 483).

No que se refere ao primeiro modelo, Daly (1968, p. 400) considerou extremamente promissora a utilização da técnica de insumo-produto para análise de questões ambientais, afirmando a necessidade de se ter uma matriz de fluxos ambientais para suportar o fluxo anual dos produtos (finais e intermediários) econômicos.

⁵³ Isard, Walter. *et al.* Ecologic-Economic Analysis for Regional Development. New York: The Free Press, 1972.

Para ele, na simples representação de insumo-produto a economia total poderia ser dividida entre setores humanos (produtos econômicos produzidos e trocados dentro do setor humanos)⁵⁴ e não humanos (setor ecológico);⁵⁵ além das inter-relações econômicas, inter-relações ecológicas e inter-relações econômico-ecológicas existentes entre os setores (Tabela 7).

Tabela 7 – Divisão da economia em setores humanos e não humanos

From	To	
	Human	Non-Human
Human ...	(2)	(1)
Non-human ...	(3)	(4)

Fonte: Daly (1968, p. 401).

Seguindo as explicações de Victor (1972, p. 40) e Abdallah & Montoya (1998, p. 347), o quadrante 2 representa uma tabela de insumo-produto comum; o quadrante quatro é uma extensão das formulações insumo-produto para processos ecológicos, como denominamos acima de “submatriz ecossistêmica”; os quadrantes (1) e (3) fornecem as ligações entre os quadrantes (2) e (4); no quadrante (1) os produtos ecológicos produzidos pela economia são tabulados de acordo com sua origem e destino, sendo introduzido no sistema, normalmente definidos como externalidades; o quadrante (3) mostra os bens livres do meio ambiente que entram no setor econômico.

Entre os problemas do modelo de Daly, Victor e Abdallah & Montoya detectaram os principais obstáculos a sua implementação:

- a) O modelo serve apenas como sugestão para formulações de um modelo real no sentido de tornar mais clara a interdependência entre o mundo humano e não humano;
- b) Dificuldades existentes para mensuração das relações econômicas e ecológicas. No quadrante (2) do modelo de Daly, todos os fluxos são medidos em unidades monetárias e cada setor produz apenas um produto, no qual é o dólar agregado para toda a produção. No entanto, essa simplificação não pode ser feita quando se consideram fluxos de produtos ecológicos. Por exemplo, como poderiam os produtos da atmosfera ser agregadas, de forma que faça sentido falar em “a produção da atmosfera que é usada como um insumo pela bactéria”?;
- c) Problemas na mensurabilidade dos dados quando da agregação. Apesar da suposição de proporções fixas no setor ecológico, isso não ajuda a resolver a necessidade de valores monetários atribuídos aos produtos ecológicos. Isto porque

⁵⁴ Interações convencionalmente econômicas.

⁵⁵ São as transferências de produtos ecológicos entre si, bens livres.

como eles não estão inseridos nas transações de mercado, os preços de mercados não podem ser atribuídos a ele. Assim, na falta desses preços, não há sentido para que a produção econômica de um setor seja adicionada à produção ecológica associada ao mesmo setor.

d) Os coeficientes técnicos como pecado capital de Daly. O cálculo dos coeficientes técnicos, $a_{ij} = q_{ij}/Q_j$, de Daly para compor a matriz de coeficiente técnico direto, matriz A , é realizado por meio da soma das linhas, agregando produtos econômicos com produtos ecológicos, resultando em Q_j . Este é usado para o cálculo dos coeficientes tanto econômicos quanto ecológicos.

Quanto ao segundo modelo desenvolvimento por Isard *et. al.*, Victor (1972, p. 41) considera o mais abrangente modelo econômico-ecológico até àquele momento. Comenta ainda que sua estrutura básica é muito semelhante ao proposto por Daly; e, a principal diferença entre os dois, é que Isard usou coeficientes diretos ligados à produção, enquanto Daly derivou os coeficientes técnicos a partir dos dados contábeis.

A principal inovação no modelo de Isard está na determinação dos coeficientes (ABDALLAH & MONTROYA, 1998, p. 350). No caso dos coeficientes econômicos, esses são derivados dentro da própria estrutura de insumo-produto, ao passo que os coeficientes referentes ao meio ambiente são derivados de forma exógena, diretamente a partir dos dados técnicos. Além do mais, os autores revelam que, para determinar os coeficientes que expõem as relações entre insumos do meio ambiente absorvido pelo processo produtivo econômico e os produtos ecológicos resultantes do processo produtivo, Isard deriva relações entre quantidades físicas ambientais (de insumos ou de produção) e os valores da produção econômica.

De modo geral, no seu modelo econômico-ecológico os fluxos entre os insumos econômicos e os ecológicos são expressos em coeficientes técnicos (tanto os econômico quanto os ecológicos), em que a matriz de coeficientes de insumo-produto é decomposta em quatro submatrizes (Quadro 2).

		setores produtivos	processos ecológicos
MERCADORIAS	ECONÔMICAS	<p>sistema econômico: coeficientes intersetoriais A_{xx}</p>	<p>processos ecológicos: relações com mercadoria econômica A_{xe}</p>
	ECOLÓGICAS	<p>sistema econômico: relações com insumos ecológicos e com produtos ecológicos A_{ex}</p>	<p>sistema ecológico: coeficientes interprocessos A_{ee}</p>

Quadro 2 – Estrutura do modelo de Isard.
Fonte: Haddad (1989, p. 393).

O quadrante A_{xx} representa as relações dentro do sistema econômico, tendo mercadorias econômicas nas linhas e setores produtivos nas colunas. Trata-se de uma variante das relações de insumo-produto mais adequado para o tratamento da questão ambiental do que àquelas relações convencionais do tipo setor produtivo *versus* setor produtivo.

Numa outra perspectiva, o quadrante A_{ee} representa as relações dentro do sistema ecológico. O sistema ecológico é considerado como um conjunto muito amplo de atividades interdependentes, envolvendo como insumos e como produtos muitas mercadorias, das quais poucas correspondem àquelas do sistema econômico. Na matriz A_{ee} , estas não aparecem porque nas linhas têm-se as mercadorias ecológicas e, nas colunas, os processos ecológicos.

Já as relações existentes entre os insumos ecológicos e os produtos ecológicos são descritos no quadrante A_{ex} . Nele contém, nas colunas, os setores produtivos e nas linhas as mercadorias ecológicas, indicando as relações desses setores com os insumos ecológicos (uso de água e de planta de uma bacia hidrográfica, por exemplo) e com os produtos ecológicos (emissão de poluentes sólidos, por exemplo). São incluídos os vários tipos de poluentes produzidos pelas atividades econômicas e que são impostos ao sistema ecológico.

Por fim, no quadrante A_{xe} é indicada a utilização de (poucas) mercadorias econômicas pelos próprios processos ecológicos.

Ainda segundo Haddad, em termos de análise de impacto, Isard expõe algumas suposições que podem ser realizadas por intermédio de um modelo de insumo-produto econômico-ecológico:

a) Isard cita a coluna de coeficientes técnicos diretos correspondentes à produção de um dólar de “frutas e vegetais enlatados”. Dentro da submatriz A_{xx} aparecem com valores monetários negativos todos os insumos de mercadorias econômicas. Na submatriz A_{ex} têm-se os insumos ecológicos (tomada de água medida em galões) com sinais negativos medidos em unidades físicas e, em seguida, tem-se os produtos ecológicos (descarga de água medida em galões) expressos com sinais positivos para indicar quanto de “frutas e vegetais enlatados” está produzindo desses poluentes por dólar de valor bruto de produção;

b) Quanto aos coeficientes da submatriz A_{ee} , suponha um problema de poluição de água e de seus efeitos sobre aqueles que utilizam esses recursos de uma bacia hidrográfica para propósitos recreativos ou comerciais (ex.: pesca), o que caracteriza uma externalidade.⁵⁶ Para Isard tem-se que tratar do conjunto dos processos ecológicos que envolvem a cadeia de alimentação na vida dos peixes para se avaliar o impacto sobre os recursos ecológicos advindos da poluição da água. Assim, na matriz A_{ee} , a coluna do linguado⁵⁷ indica que, para a produção de uma libra de peixe, são necessários 0,71 libras de crustáceos, 2,30 de moluscos, aproximadamente 0,04 acres de área aquática, etc. Da mesma forma são indicados os insumos ecológicos para produzir uma libra de crustáceos, moluscos, o que permite estabelecer uma cadeia de repercussões indiretas dentro da própria submatriz A_{ee} .

c) Finalmente, com relação à submatriz A_{xe} , o linguado do exemplo aparecerá com sinal negativo numa linha das mercadorias ecológicas e na coluna da indústria de pesca como insumo ecológico; e, com o sinal positivo, na coluna do processo ecológico como resultado da produção de um processo ecológico. Assim, dentro da submatriz A_{xe} os valores são vazios, pois os seus insumos são de natureza ecológica e apareceriam, normalmente, em A_{ee} . Na verdade, é muito pouco os valores que aparecerão na submatriz A_{xe} , exceção feita para as mercadorias econômicas necessárias para os processos ecológicos, que objetivam reduzir a poluição ambiental;

A aplicação eficiente do modelo de Isard, conforme Abdallah & Montoya (1998, p. 352), está relacionada ao processo de montagem da matriz dos coeficientes técnicos referentes ao meio ambiente, pois a excessiva necessidade de dados confiáveis, especialmente, aqueles referentes às interações ecológicas, dificulta a aplicabilidade do modelo. Outra dificuldade diz respeito à hipótese das funções lineares; ela é bastante forte quando se trata de relações entre variáveis ambientais.

⁵⁶ Existe quando as relações de produção ou utilidade de uma empresa ou indivíduo incluem variáveis, cujos valores são escolhidos por outros, sem levar em conta o bem-estar e, além disto, os causadores dos efeitos não pagam nem recebem pela sua atividade.

⁵⁷ Peixe típico da área do exemplo hipotético.

3.2.4 Modelos Produto por Setor

De modo geral os modelos produto por setor constituem uma forma limitada dos modelos totalmente integrados como o que foi desenvolvido por Isard. Em função disso, Miller & Blair (2009, p. 484) denomina-os de *modelos econômico-ecológicos limitados*. O que explica essa denominação é porque no trabalho de Victor⁵⁸ ele limitou completamente o modelo de Isard, contabilizando apenas os fluxos de insumos ecológicos do meio ambiente que entram na economia e os produtos residuais da economia para o meio ambiente.

Além do mais, os objetivos do trabalho de Victor foram bem mais limitados que o de Daly e de Isard, o que reflete a ausência de uma submatriz que mostre as interações entre o sistema econômico e o meio ambiente (RICHARDSON, 1972, p.217). Mas, revela o autor, seu modelo é um dos modelos bem mais promissor em termos de implementação, pois inclui apenas fluxos de bens livres (ar, água, terra) do ambiente para a economia e de resíduos da economia para o ambiente isso é, seu modelo insere insumos ecológicos requisitados pelo processo produtivo e os subprodutos ecológicos resultantes do processo de transformação econômica, tornando assim factível a abordagem ambiental na estrutura de insumo-produto.

Victor ao utilizar matriz tipo produto por setor abandonou a hipótese básica de Leontief,⁵⁹ assumindo a condição de que um setor produz mais que um produto e de que um produto é produzido por mais de um setor (ABDALLAH & MONTROYA, 1998, p. 353).

A relevância disto é porque, segundo Forsund (1985 *apud* Abdallah & Montoya, 1998, p. 353), a aproximação produto-setor permite a modelação de resíduos como subprodutos das atividades de produção e consumo. Em sua interpretação, no caso de os resíduos estarem ligados a insumos específicos, a tecnologia baseada no produto é a mais apropriada, pois um resíduo tem a mesma estrutura de insumos de um produto, independentemente do setor em que seja produzido.

Acrescenta, ainda, que, como a tecnologia do setor assume que um dado setor possui uma estrutura de insumos (independentemente do *mix* de produção), ao incluir os resíduos, essa tecnologia propõe como suposto que todos os resíduos gerados por um setor têm a mesma estrutura de insumo, independentemente de que produto é produzido.

Assim, o fato de toda produção implicar resíduos, de modo que cada indústria é caracterizada por produtos conjuntos, segundo Richardson (1972, p. 217), cada mercadoria não tem de ser medida nas mesmas unidades, de modo que os dados econômicos no

⁵⁸ Desenvolveu um modelo de insumo-produto limitado. Seu trabalho refere-se a sua tese de doutorado "Input-Output Analysis and the Study of Economic and Environmental Interaction", na University of British Columbia, em abril de 1971.

⁵⁹ Modelo setor por setor, no qual um produto é produzido por um único setor e um setor produz um único produto.

modelo podem ser expressos em unidades monetárias, enquanto os dados ecológicos são expressos em termos de peso. E mais, cada processo de produção, segundo Abdallah & Montoya (1998, p. 354) constitui um influxo de matérias-primas e energia e uma subsequente saída de produtos úteis, produtos residuais e energia, seguindo o princípio do equilíbrio de materiais,⁶⁰ na medida em que a massa de insumos ambientais (terra, ar, água) se iguala à massa de seus produtos ambientais.

O modelo produto por setor de Victor, portanto, acrescenta na estrutura de insumo-produto tradicional variável ambiental e divide essa estrutura em dois setores: o setor econômico produto por setor expresso em valores monetários (parte pintada de azul) e o setor ecológico (em verde), expresso em termos de peso (Quadro 3).

origem/destino		SETOR ECONÔMICO				SETOR ECOLÓGICO
		produto	atividade	demanda final	produto bruto	Produtos (terra/ar/água)
SETOR ECONÔMICO	produto	U		e	q	R
	atividade	V			x	
	valor agregado			v'		
	TOTAIS	q'	x'			
SETOR ECOLÓGICO	insumos (terra/ar/água)	T				

Quadro 3 – Estrutura do modelo de Victor.

Fonte: Adaptado de Richardson (1972, p. 219); Miller & Blair (2009, p. 485).

Este quadro demonstra o modelo de Victor com seus setores econômicos e ecológicos. Constitui uma tabela convencional produto por setor ampliado com colunas adicionais, representando produtos ecológicos; e, linhas adicionais, representando os insumos ecológicos. No setor econômico, o modelo demonstra a matriz de uso (U),⁶¹ a matriz de produção (V),⁶² o vetor do valor da produção de ordem $m \times 1$ por produto econômico (q), o vetor do valor adicionado de ordem $1 \times n$ (v'),⁶³ o vetor da produção total por

⁶⁰ A lei da conservação da massa implica que, se não houver mudança de estoques durante o processo, a massa combinada de entradas de materiais será igual à de saída de materiais. Mais precisamente, numa economia fechada onde não ocorra mudança na massa de equipamento de capital, nos estoques de produtos finais e semifinais, de bens de consumo durável, a massa de insumos ecológicos para uma economia deve ser igual à massa de seus produtos ecológicos.

⁶¹ u_{ij} representa a quantidade de insumo i usada pela atividade j .

⁶² v_{ij} representa a quantidade de produto j produzido pela atividade i .

⁶³ v_j representa o total do valor adicionado da atividade j .

atividade de ordem $n \times 1$ (x).⁶⁴ No setor ecológico, o modelo apresenta a matriz do produto econômico pela saída do produto ecológico com dimensão $m \times 1$ (R),⁶⁵ a matriz de insumos ecológicos produto por setor com dimensão $1 \times n$ (T).⁶⁶

A partir dessas matrizes segue-se as formulações das matrizes de coeficiente técnico direto ($B = U\hat{x}^{-1}$),⁶⁷ matriz de proporções da produção por atividade ($C = V\hat{x}^{-1}$),⁶⁸ matriz de coeficientes de insumos ecológicos ($G = T\hat{x}^{-1}$)⁶⁹ (MILLER & BLAIR, 2009, p. 485).

⁶⁴ x_j representa o total da produção da atividade j .

⁶⁵ r_{ij} é a quantidade de produto ecológico k descarregado como resultado da produção econômica do produto i .

⁶⁶ t_{ij} é a quantidade de produto ecológico k usado pela atividade j .

⁶⁷ b_{ij} é a quantidade de insumo do produto i utilizado na produção do setor j .

⁶⁸ c_{ij} é a fração da produção da atividade j que é distribuída como produto i .

⁶⁹ $g_{kj} = t_{kj} / X_j$ representa a quantidade de produto ecológico k usado na produção da atividade j .

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo está subdividido em quatro subseções, que desvelam a proposta metodológica utilizada nesta pesquisa na sequência em que foi realizada. A primeira seção trata da elaboração da Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Estado do Amazonas – TRUAGRO AM 2006. Sua elaboração, além do aspecto inédito, foi extremamente necessária e relevante para esta tese, porque permitiu abrir a atividade agropecuária em doze atividades econômicas e, isso, constituiu condição *sine qua non* para que se pudesse realizar a análise de impacto proposta pela tese. Na segunda seção são demonstrados os procedimentos metodológicos utilizados para a elaboração da matriz de insumo-produto com destaque para a atividade agropecuária; compreendendo uma etapa exaustiva, que vai desde a passagem de preço ao consumidor para preço básico da TRUAGRO AM 2006 até as formulações e operações matriciais, que deram origem à Matriz de Coeficientes Técnicos Diretos e à Matriz Inversa de Leontief. A seção três descreve os métodos de análise da teoria de insumo-produto que subsidiaram a análise de impacto proposta nesta tese: índices de encadeamentos produtivos, análise de impacto e multiplicador de impacto. Por fim, a quarta seção demonstra os procedimentos usados para elaboração do vetor de caráter ambiental (utilização e valor das terras dos estabelecimentos agropecuários) e do vetor de demanda final (variação exógena na exportação para o resto do mundo de castanha-do-pará com casca e sem casca em decorrência de um aumento da produção interna sobre a média das exportações).

4.1 Elaboração da Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Estado do Amazonas – TRUAGRO AM 2006

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho seguiram, *a priori*, a metodologia adotada na construção da TRU-AM/2006,⁷⁰ que, na condição *sine qua non*, permitiu a elaboração de uma Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Estado do Amazonas – TRUAGRO AM 2006.

No novo ano de referência 2002 das Contas Regionais, foi replicada para as unidades da Federação a classificação utilizada no Sistema de Contas Nacionais, estando a agropecuária desdobrada em 12 (doze) atividades: sete da agricultura, três da pecuária, uma da silvicultura e exploração vegetal, além da pesca (IBGE, 2008b, p.28; IBGE, 2008a, p. 146).

⁷⁰ O Projeto para elaboração da TRU-AM/2006 (Tabela de Recursos e Usos do Estado do Amazonas, ano de referência 2006) foi um Acordo de Cooperação Técnico-Científica entre a Suframa e a Ufam formalizado no ano de 2010. Encontra-se publicado em: <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/tru_am_2006_rev24_pre_lancamento_b.pdf>.

Isso norteou a desagregação da agropecuária em doze atividades, a partir de uma matriz N110 x N56 (cento e dez produtos e cinquenta e seis atividades): cultivo de cereais para grãos; cultivo de cana-de-açúcar; cultivo de soja; cultivo de outros produtos da lavoura temporária e serviços relacionados; cultivo de frutas cítricas; cultivo de café; cultivo de outros produtos da lavoura permanente; criação de bovinos; criação de suínos; criação de aves; silvicultura e exploração florestal e serviços relacionados; e pesca, aquicultura e serviços relacionados.

Mantendo-se rígida concordância com os valores totais dos agregados VBP, CI e VAB da agropecuária da TRU-AM/2006, adotou-se metodologia própria e intuitiva para a realização das devidas desagregações da agropecuária, assim descritas nas subseções seguintes.

4.1.1 Valor da Produção – VP

O valor da produção das atividades e dos respectivos produtos da agropecuária advém dos microdados das contas regionais; e é estimado a partir da evolução dos valores do Censo Agropecuário 1995-1996 com o uso das pesquisas estruturais da agropecuária.

De posse desses microdados, realizou-se um ajuste, primeiramente, nas atividades da agropecuária a partir do VBP da agropecuária da TRU-AM/2006, ressurgindo novos valores de produção em consonância com os valores constantes na tabela de recursos e usos do Amazonas. Em seguida, ajustaram-se os produtos com base no ajuste anterior das atividades. Inclui-se aí também a indústria rural, “a qual é alocada na classificação dos produtos da indústria caracterizando a produção secundária da agropecuária” (IBGE, 2008a, p. 53; SUFRAMA, 2012a, p.44).

Mas, como a estrutura do sistema de contas separa em atividades os produtos mais importantes (soja, cana-de-açúcar, café, cítricos e cereais) da economia brasileira (IBGE, 2008b, p. 29) para compor a tabela de recursos e usos, inseriram-se na TRUAGRO AM 2006 novos produtos-conta: banana, açaí (cultivado), guaraná, madeira em tora, exclusive para celulose, castanha-do-pará e lenha.

Tanto a decomposição dos produtos da indústria rural da indústria de transformação quanto à inserção de novos produtos-conta se justifica por serem produtos tipicamente regionais e de relevante interesse para os amazonenses, especialmente para o homem do interior, que tem neles sua base de sustentação, entre os quais a farinha de mandioca e a castanha-do-pará.

4.1.2 Consumo Intermediário – CI

Uma vez que o bloco de despesas do Censo Agropecuário foi compatibilizado ao conceito de consumo intermediário das contas nacionais, para fins de evolução dos insumos, nos anos correntes, estes foram classificados em insumos típicos da produção vegetal, animal e insumos comuns e evoluídos por meio de *proxy* obtida pelas pesquisas estruturais.⁷¹

Mas, como o Censo Agropecuário 1995-1996 foi construído pelo critério de produção principal do estabelecimento, o consumo intermediário da agropecuária se tornou comum a todas as suas atividades, contemplando produção principal e também produções secundárias,⁷² apesar da diferença existente entre insumos típicos da produção vegetal e típicos da produção animal.

Vale ainda explicitar que, ao contrário das demais atividades, onde não se considera o consumo intraestabelecimento, na agropecuária o consumo intermediário inclui tanto insumos adquiridos quanto os produzidos no próprio estabelecimento⁷³.

Para esta pesquisa essas considerações são de extrema relevância, porque na metodologia adotada que deu origem a composição do consumo intermediário na TRUAGRO AM 2006 percebe-se que grande parte dos insumos, especialmente aqueles que compõem os produtos-conta da agropecuária, estão sendo consumidos por todas as atividades que foram abertas. Isso nos permite justificar a existência de produto-insumo (pseudônimo nosso) que está sendo adquirido ou produzido para ser consumido pelo próprio estabelecimento ou por outros estabelecimentos na sua atividade principal ou não.

Dito isto, para esta pesquisa não houve necessidade de se estimar novamente o consumo intermediário por produto-conta, a não ser para os produtos-conta que foram inseridos (banana, açaí, guaraná, castanha-do-pará, madeira em tora e lenha).

Para o cálculo do CI destes produtos, realizou-se o produto da participação do valor da produção deles nas suas respectivas atividades pelo valor do produto-conta correspondente da TRU-AM/2006. Isso foi possível com a ajuda da lista de produtos de Contas Nacionais nível 293 x nível 110 x CNAE 1.0 e a lista dos produtos e serviços da agropecuária e da pesca – Prodlist Agro/Pesca, as quais possibilitaram fazer uma correlação entre os produtos abertos e os constantes na TRU/AM-2006. Em seguida, inseriram-se estes novos valores no rol dos produtos da matriz e mensurou-se a participação de cada produto no total do consumo intermediário da TRU-AM/2006.

⁷¹ Para isto verificar IBGE (2006, p. 9; 2008a, p.62; 2008b, p. 29); Suframa (2012, p. 53).

⁷² Ver referência anterior.

⁷³ Ver referência anterior.

Para o cálculo das atividades desagregadas, realizou-se um ajuste nos microdados do consumo intermediário das contas regionais a partir do CI da agropecuária da TRU-AM/2006, surgindo assim novos valores totais de consumo intermediário. Por fim, multiplicou-se a participação dos produtos em sua respectiva atividade; dando origem, assim, à composição do consumo intermediário da TRUAGRO AM 2006.

4.1.3 Valor Adicionado – VA

O cálculo do valor adicionado teve início subtraindo o VP pelo CI de cada uma das doze atividades da agropecuária. Em seguida, procedeu-se a repartição dos fatores de produção (trabalho e capital) e administrações públicas (impostos sobre a produção), em conformidade com a Suframa (2012a, p.60):

(a) As remunerações compõem os salários e as contribuições: o cálculo foi realizado por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - Pnad 2006. Primeiro calculou-se os salários (rendimentos totais empregados, conta própria e empregador) e depois as contribuições efetivas (FGTS). Para esta última, estimou-se a participação dos rendimentos com carteira para cada atividade da agropecuária por meio da Pnad, multiplicando-se essa participação pelos valores da previdência oficial constantes na TRU-AM/2006.

(b) O rendimento misto compõe os rendimentos por conta própria e os rendimentos do empregador. O cálculo foi realizado por meio dos dados da Pnad.

(c) Os Impostos líquidos de subsídios sobre a produção e a importação, inclusive outros impostos líquidos de subsídios sobre a produção foram estimados por exclusão a partir dos componentes do Excedente Operacional Bruto (que é uma composição do valor adicionado menos as remunerações menos o rendimento misto menos os impostos).

(d) O fator trabalho são as ocupações e os dados advieram da Pnad.

4.1.4 Demanda Final – DF

Os únicos componentes da DF trabalhados foram as exportações e o consumo das famílias, mas apenas para os produtos-conta que foram inseridos. Novos levantamentos de dados tanto para as exportações do Amazonas para o Brasil quanto para o restante do mundo foram realizados por intermédio do banco de dados do Sistema AliceWeb/MDIC⁷⁴ e do banco de dados da Sefaz/AM.

Quanto ao consumo das famílias, todos os produtos-conta que foram inseridos, com exceção da banana, utilizou-se metodologia própria para a estimação do consumo, uma vez

⁷⁴ Disponível em <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>.

que a Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2002-2003 não cobria tais produtos. Para o produto-conta banana, o valor do consumo das famílias adveio do banco de dados da TRU-AM/2006.

O procedimento pode ser assim descrito: O Censo Agropecuário 2006 traz uma categoria denominada “destino da produção vendida ou entregue a terceiros” dos estabelecimentos agropecuários com até 50 pés e mais de 50 pés. Essa categoria possui uma subdivisão denominada “venda direta ao consumidor”. Calculou-se, então, o quanto a venda direta ao consumidor participava no cômputo total dos destinos da produção. Como resultado, o açaí participava com 27,11%, o guaraná com 21,72%, a castanha-do-pará com 9,93%, a madeira 8,37% e a lenha 0,25%. De posse desses percentuais, multiplicou-se o valor da produção do produto-conta da TRUAGRO AM 2006 pelo percentual encontrado, resultando numa estimativa mais aproximada possível do quanto as famílias amazonenses consomem desses produtos.

4.1.5 Margem de Comércio e Margem de Transporte

Os valores da margem de comércio foram provenientes, *ipsis litteris*, da TRU-AM/2006. Os dados da margem de transporte, em especial para os produtos que foram abertos, advieram da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, Superintendência Regional do Amazonas – Sureg. Estes dados sofreram alterações, pois se referiam ao custo de transporte para a capital (Manaus) do principal município produtor. Logo, a partir da razão do valor da produção de cada produto pelo preço de venda, resultando a quantidade anual produzida (no nosso caso o ano de 2006). Em seguida multiplicando-se este resultado pelo custo de transporte (R\$/unidade) tem-se a margem.

4.1.6 Equilíbrio da TRUAGRO AM 2006

Após os devidos tratamentos dos dados e abertura das atividades e dos produtos agropecuário na TRU-AM/2006, o equilíbrio foi realizado no nível N117 X N66. A parte que se apresentou com maiores desequilíbrios entre oferta e demanda foi justamente a agropecuária e alguns produtos-conta da indústria. No procedimento de equilíbrio manteve-se estrita coerência com os valores do VBP (última linha do quadrante A1), Consumo Intermediário (última linha do quadrante B1) e Valor Adicionado (última linha do quadrante C) da TRU-AM/2006, conforme os parâmetros da Suframa (2012a, p. 39).

Após o equilíbrio, para efeitos de publicação, agregaram-se todas as demais atividades em uma coluna denominada “Restantes Atividades N110 X N56”, assim como os produtos em uma linha denominada “Outros produtos da economia N110 X N56”,

permanecendo abertas todas as atividades e produtos da agropecuária amazonense, inclusive com destaque para a indústria rural. Isso deu origem ao que se denominou **Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Amazonas – TRUAGRO AM 2006**, com dimensão N26 x N12, diagnosticada nos resultados dessa pesquisa a partir da Tabela 1.⁷⁵

4.2 Elaboração da matriz insumo-produto, com destaque para a atividade agropecuária do Estado do Amazonas

A matriz insumo-produto foi elaborada com base na Tabela de Recursos de Bens e Serviços (Tabela 1) e na Tabela de Usos de Bens e Serviços (Tabela 2) da TRUAGRO AM 2006.⁷⁶

Estas tabelas constituíram a base para a construção da matriz de coeficientes técnicos e da matriz inversa de Leontief, como indicado por *System of National Accounts – SNA* (1993); Feijó *et al* (2007); IBGE (2008c) e Miller & Blair (2009).

No entanto, como houve necessidade que os dados dessas tabelas se tornassem compatíveis com um modelo de insumo-produto (baseado em coeficientes técnicos de produção), elas sofreram duas adequações fundamentais nas suas estruturas. Uma se referiu aos aspectos de suas valorações, realizando-se a passagem dos valores a preços do consumidor da tabela⁷⁷ de usos (consumo intermediário e demanda final) para preço básico. A segunda relacionada à elaboração das matrizes em si, diz respeito à escolha da hipótese tecnológica que será utilizada, se tecnologia do produto ou do setor/indústria.

De acordo com Guilhoto (2009, p.20), a tecnologia baseada na indústria assume que o mix de produção de um dado setor pode ser alterado, porém este setor mantém a sua participação constante no mercado dos bens que produz. Isso implica que o setor pode alterar o seu mix de produção de forma a manter a sua participação nos diversos mercados em que atua. Já a tecnologia baseada no produto, segundo ele, assume que o mix de produção de um dado setor não pode ser alterado, mas permite que a participação deste setor no mercado dos bens que produz se altere. Tal hipótese implica que, caso um dado setor queira aumentar ou diminuir a produção de um produto, ele terá de fazer o mesmo com toda a sua linha de produção.

As subseções seguintes desvelam os procedimentos metodológicos que foram utilizados para realizar tais adequações e se calcular a matriz técnica e a de impacto intersetorial.

⁷⁵ A versão de trabalho não publicada dessa Tabela tem dimensão N117 X N66, constituindo apenas ferramenta *ad hoc* de trabalho necessária para construção da matriz de coeficientes técnicos diretos e, conseqüentemente, da matriz de Leontief.

⁷⁶ Matriz de trabalho N117 X N66 não publicada. A matriz publicada está nos resultados encontrado (Tabela 10).

⁷⁷ Tabela aqui tem a mesma conotação que matriz.

4.2.1 Formulações para a passagem de preço ao consumidor para preço básico da TRUAGRO AM 2006

Conforme disponibilizado no SNA (1993, p. 440) e IBGE (2009c, p. 10), a necessidade de transformar a tabela de usos para preços básicos diz respeito à necessidade de maior homogeneidade entre os usos (valorados a preço do consumidor) e os recursos (valorados a preço básico), ou seja, maior homogeneidade entre as relações de quantidade consumida e produzida. Isso porque, na tabela de usos, além dos preços básicos, há as importações, os impostos e as margens, os quais necessitam ser retirados para que haja maior uniformidade entre os valores dos recursos e dos usos.

Guilhoto & Sesso Filho (2004; 2005) desenvolveram uma metodologia capaz de distribuir os valores totais dos impostos, das margens e das importações ao longo das linhas da tabela de usos, subtraindo-se os montantes calculados dos preços de mercado e obtendo-se por resíduo os preços básicos. Tais procedimentos constituíram a base metodológica para se construir a tabela de uso a preço básico da oferta estadual dessa pesquisa, juntamente com as indicações contidas em IBGE (2008c).

4.2.1.1 Estimação dos valores da margem de transporte, margem de comércio, IPI, ICMS e outros impostos líquidos de subsídios.

Conforme os autores descritos, o método consiste em estimar uma matriz de coeficientes a ser multiplicada pelos valores totais dos componentes citados e encontrar os valores referentes a cada célula da matriz.

(a) a partir da Tabela 2 da TRUAGRO AM 2006 valorada a preço do consumidor obtêm-se os destinos dos produtos para consumo intermediário e/ou para demanda final, ou melhor, obtêm o quanto de cada produto é vendido para cada setor da economia;

(b) os usos finais da Tabela 2 foram adaptados de acordo com os objetivos a serem alcançados pela matriz de coeficientes estimados. Isso fez surgir uma matriz de usos para cada matriz de coeficientes que seria estimada, posteriormente.⁷⁸ Por exemplo: para a estimação da matriz de coeficientes das margens, zeraram-se a coluna de estoque; para estimação da matriz de coeficientes do IPI, zeraram-se as exportações totais para o restante do mundo e as exportações para os demais Estados do Brasil somente dos produtos da agropecuária e dos produtos dos serviços e comércio, porque estes destinos não incidem IPI, mantendo-se os produtos da indústria intactos.

(c) a estimativa dos coeficientes α_{ij} a serem utilizados foi dada por:

⁷⁸ Matriz de coeficiente para a margem de comércio, matriz de coeficiente para a margem de transporte, matriz de coeficiente para o IPI, matriz de coeficiente para o ICMS, matriz de coeficiente para outros impostos.

$$\alpha_{ij} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{j=1}^n Z_{ij}} \quad (4.1)$$

Sendo Z_{ij} o valor do produto i que é vendido para o setor ou demanda final j , a preços de mercado; e $\sum_{j=1}^n Z_{ij}$ representa o valor total do produto i vendido para todos os setores da economia, onde n é o número de setores da economia. Calculou-se, então, a matriz de coeficientes estimados, aplicando a Equação 1 nos valores dos destinos dos produtos descritos no item (a).

(d) De posse de cada matriz de coeficientes estimados, multiplicou-se os respectivos valores totais das margens e impostos, fornecidos pela Tabela 1 (recursos) da TRUAGRO AM 2006, pelas matrizes de coeficientes específicas. Como resultado surge uma Tabela de Uso com distribuição setorial das margens de comércio, uma Tabela de Uso com distribuição setorial da margem de transporte, uma Tabela de Uso com distribuição setorial do IPI, uma Tabela de Uso com distribuição setorial do ICMS e uma Tabela de Uso com distribuição setorial dos Outros impostos.

Ao subtrair da Tabela de Usos da TRUAGRO AM 2006 os valores das tabelas especificadas acima, obteve-se uma Tabela de Usos a Preços Básicos Totais. Mas, para se chegar ao preço básico estadual, calcularam-se outros valores a serem distribuídos – Importações e Imposto de Importação, conforme abaixo.

4.2.1.2 Estimação dos valores das importações e do imposto de importação

Os novos coeficientes foram calculados de forma análoga à descrita nos itens (a.2 e a.3). As colunas das exportações para o Brasil e para o restante do mundo foram preenchidas por zeros quando da adaptação dos usos finais da Tabela 2 aos objetivos a serem alcançados pela matriz de coeficientes estimados. De acordo com Guilhoto & Sesso Filho (2004; 2005) os valores de importações e impostos incidentes sobre estas não devem ser alocados para as exportações. Como resultado surge uma Tabela de Uso com distribuição setorial do imposto de importação, uma Tabela de Uso com distribuição setorial das importações do resto do Brasil e uma Tabela de Uso com a distribuição das importações do resto do mundo.

Ao subtrair da Tabela de Usos a Preços Básicos Totais os valores das tabelas especificadas acima, obteve-se uma Tabela de Usos a Preços Básicos da Oferta Estadual, que, associada à Tabela 1 (recursos) e à Tabela C (valor adicionado) da TRUAGRO AM 2006, resultou na Tabela de Recursos e Usos da Agropecuária do Amazonas a preço básico Estadual (N117 x N66).

Esta última foi agregada similarmente ao nível de 12 atividades por 12 produtos das contas nacionais, mas com desagregações para todas as 12 atividades da agropecuária

como descrito no item 4.1. Como resultado surge a tabela de recursos e usos a preço básico estadual (N36 x N23)⁷⁹.

4.2.2 Formulações para a passagem dos dados da TRUAGRO AM 2006 a preço básico estadual para o cálculo da matriz de coeficientes técnicos direto e da matriz de Leontief

As fontes de dados para o cálculo da matriz de coeficientes técnicos diretos e da matriz de Leontief foi obtida da TRU a preço básico estadual N36 x N23 através de operações matriciais em suas tabelas de recursos e usos, o que deu origem assim às matrizes e aos vetores abaixo discriminados (Quadro 4).

Descrição	Produtos	Setores/Atividades	Demanda Final	Produção Total (valor da produção)
Produtos		U	E	Q
Setores/Atividades	V	A	Y	X
Produção Total (valor da produção)	Q'	X'		

Quadro 4 – Esquema da composição das informações obtidas da Tabela de Recursos e Usos. Adaptado a partir de Guilhoto (2009, p.20); IBGE (2008c, p. 11).

Dessa forma, assumindo-se que existam n setores produtivos e m produtos produzidos na economia, tem-se que:

V é a matriz de produção⁸⁰ de dimensão $n \times m$, onde o elemento v_{ij} corresponde ao produto j produzido pelo setor i . A matriz V é resultado da aplicação da matriz transposta sobre a oferta estadual por produto ou valor da produção por produto a preço básico. Ao dividir cada elemento da matriz V pelo vetor Q (que é oferta total estadual ou valor total da produção por produto a preço básico) surge a matriz *market-share*, D , com dimensão $n \times m$, que mostra o quanto cada atividade participa na produção de determinado produto;

U é a matriz de uso⁸¹ com dimensão $m \times n$. Esta matriz é resultado tão somente da tabela de consumo intermediário estadual a preço básico; cada elemento u_{ij} da matriz é o valor do produto i utilizado pelo setor j em seu processo de produção. Ela dá origem a matriz de coeficiente técnico de produção B , a partir da razão de cada elemento dela pelo vetor X (oferta total por atividade).

⁷⁹ Matriz de trabalho N36 X N23 (não publicada) para elaboração da matriz de coeficiente técnico direto e a de Leontief. Essa matriz é originária da matriz de trabalho TRUAGRO AM 2006 N117 X N66 não publicada.

⁸⁰ A matriz de produção informa o que cada indústria (setor) da economia produz de cada produto (GUILHOTO, 2009, p.20).

⁸¹ A matriz de uso e recurso informa a quantidade de insumos que cada setor utiliza para realizar a sua produção, ou melhor, o seu conjunto de produtos (*ibidem*).

A é a matriz de coeficiente técnico direto com dimensão $n \times n$. Esta matriz é resultado do produto da matriz de *market share* pela matriz de coeficiente técnico de produção;

E é o vetor de demanda final, por produto, de dimensão $m \times 1$;

Q é o vetor de produção total, por produto, de dimensão $m \times 1$;

X é o vetor de produção total, por setor, de dimensão $n \times 1$.

No entanto, de acordo com Guilhoto (2009, p. 20) e IBGE (2008c, p. 12-13), como uma das hipóteses da teoria de Leontief é a inexistência de produção conjunta ou subprodutos dentro do processo produtivo, isto é, cada produto é produzido por um único setor e cada setor produz um único produto,⁸² adotou-se o método da tecnologia do setor para que a hipótese da homogeneidade fosse atendida.

Sendo assim, compilando-se as informações relativas ao método tecnologia baseada na indústria contidas nas literaturas IBGE (2008c, p. 14), Miller & Blair (2009, p. 192-195), GUILHOTO (2009, p. 20-23) e Suframa (2009, p. 35), definindo-se as matrizes abaixo com base no Quadro 11, simplificou-se as equações algébricas com o fim de se alcançar o modelo de insumo-produto para as atividades.⁸³

$$B = U (\hat{X})^{-1} \quad (4.2)$$

$$D = V (\hat{Q})^{-1} \quad (4.3)$$

Onde:

$$bij = \frac{u_{ij}}{X_j} \quad (4.4)$$

$$dij = \frac{v_{ij}}{Q_j} \quad (4.5)$$

Logo, B representa a matriz de coeficientes técnicos de produção de cada setor em relação a cada produto utilizado como insumo no seu processo de produção. Ela é resultado da razão de cada atividade da tabela de usos da TRU pela oferta estadual por atividade; por isto, bij representa a parcela do valor de cada produto estadual que entra na composição de uma unidade de valor de produção em dada atividade. No entanto, como B é matriz retangular produto por atividade de dimensão $m \times n$, sofre limitações não podendo ser invertida para se chegar à matriz de Leontief, o que justificou a adoção da tecnologia do setor com o uso da matriz *market-share*.

Da mesma forma, D , com dimensão atividade x produto ($n \times m$), é uma matriz de proporções que redefine a produção por produto em produção por setor (matriz *market-*

⁸² Hipótese da homogeneidade.

⁸³ Esse procedimento excluiu as formulações algébricas para alcance do enfoque produto por produto na tecnologia baseada na indústria.

share). Ela determina a proporção, para cada produto, dos setores que o produzem, pois d_{ij} significa a participação percentual de cada atividade na produção de cada produto.

Feito isso, para transformar as matrizes de produção (V) e a de coeficiente técnico de produção (B) na matriz de Leontief, considerou-se inicialmente o seguinte:

Por definição de D , tem-se que:

$$V = D\hat{Q} \quad (4.6)$$

Considerando o Quadro 11, tem-se que a produção total por produto é dada por:

$$Q = Ui + E \quad (4.7)$$

Como pela equação (4.2) $U = BX$, tem-se:

$$Q = BX + E \quad (4.8)$$

Ainda de acordo com o Quadro 1, tem-se que a produção total por atividade é dada por:

$$X = Vi \quad (4.9)$$

Sendo i um vetor coluna cujos valores são todos iguais a 1, ou seja, $i = [1 \dots 1]$.

Substituindo a equação (4.9) na equação (4.6), tem-se:

$$\begin{aligned} X &= D\hat{Q}i = DQ \\ X &= DQ \end{aligned} \quad (4.10)$$

E, substituindo a equação (4.10) na equação (4.8), tem-se:

$$\begin{aligned} X &= D(BX + E) \\ X &= DBX + DE \\ X - DBX &= DE \\ X(1 - DB) &= DE \\ X(1 - DB) &= DE \\ X &= \frac{DE}{(1 - DB)} \\ X &= (1 - DB)^{-1}DE \\ X &= (1 - DB)^{-1}Y \\ X &= (\mathbf{1} - \mathbf{A})^{-1}Y \end{aligned} \quad (4.11)$$

A matriz DB é a matriz de coeficientes técnicos diretos ou matriz de coeficientes técnicos intersetoriais, conhecida como matriz A , sendo o elemento db_{ij} da matriz DB o valor

do setor i utilizado pelo setor j em seu processo de produção. O elemento $db_{ij} = a_{ij}$ quando nos referirmos à nomenclatura A.

E, $(I - DB)^{-1}$ é a matriz inversa de Leontief ou matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos ou *matriz de impacto intersetorial*. Em $L = (I - DB)^{-1}$ ⁸⁴ o elemento l_{ij} é interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

Para Hilgemberg (2004, p. 27), $(I - DB)^{-1}$ indica os requerimentos diretos (provenientes da demanda final) e indiretos (provenientes da demanda intermediária) para a produção de bens e serviços na economia, isto é, cada elemento da matriz corresponde aos requisitos diretos e indiretos da produção total do setor i necessários para produzir uma unidade de demanda final do setor j . E, para Guilhoto (2009, p.23), a equação (4.11) se refere ao enfoque setor (X) por setor (Y) com a tecnologia baseada na indústria. Esse enfoque, nessa tecnologia, é o que mais se aproxima do modelo original de Leontief e, portanto, é o padrão que se costuma utilizar para transformar as matrizes de produção e de usos e recursos no modelo de Leontief.

4.3 Métodos básicos de análise da teoria insumo-produto

Com o fim de alcançar o objetivo precípua dessa pesquisa “analisar os impactos das atividades produtivas, em especial da agropecuária, sobre os serviços ecossistêmicos”, usou-se três métodos de análise da teoria insumo-produto. O primeiro foram os índices de encadeamentos produtivos para demonstrar inicialmente os impactos em determinada atividade em função de uma alteração na demanda final. O segundo foi o método de análise de impacto, usado para avaliar o impacto de um choque na demanda sobre as variáveis a serem explicadas posteriormente. O último, baseado nos métodos dos multiplicadores de impacto, foi usado para indicar quanto de terra necessitará ser utilizada em virtude de um estímulo na demanda. Para todas as análises utilizou-se o modelo fechado de Leontief, $L = (I - DB)^{-1}$.

4.3.1 Índice de Encadeamento Produtivo

Os índices de encadeamentos partem da matriz de impacto intersetorial de Leontief. De acordo com Porsse (2002, p.11), a abordagem tradicionalmente utilizada para identificar o encadeamento entre os setores envolve o cálculo de índices de ligações para frente

⁸⁴ Usou-se aqui a letra “L” para identificar a matriz de Leontief. Anteriormente, havia-se utilizado a letra “B” tanto para explicitar o modelo aberto quanto o modelo fechado de Leontief. Logo, tanto uma letra quanto a outra servem para identificar a matriz de Leontief nesta tese.

(*forward*) e de índices de ligação para trás (*backward*). O primeiro mostra o quanto um determinado setor é demandado por todos os setores, enquanto o segundo indica quanto o setor demanda de outros.

Ainda segundo Porsse, em termos formais, o índice de ligação para frente (L_i), que é a soma das linhas típicas de L , expressa o aumento na produção do i -ésimo setor face a um aumento unitário na demanda final de cada um dos setores. Já o índice de ligação para trás (L_j), que é a soma das colunas de L , expressa o aumento total na produção de todos os setores face a um aumento unitário na demanda final do j -ésimo setor, ou seja, tal índice consiste na soma dos efeitos gerados em cada um dos setores, quando um choque unitário no j -ésimo setor.

Logo, o índice de ligação para frente é, equação (4.12):

$$l_i = \sum_{j=1}^n l_{ij} \quad (4.12)$$

E, o índice de ligação para trás é, equação (4.13):

$$l_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (4.13)$$

As equações acima mostram os índices não normalizados, uma vez que esses valores não normalizados são utilizados para estimar a intensidade (em valores monetários) de impactos em determinada atividade pela alteração de uma unidade monetária na demanda.

4.3.2 Análise de impacto

Utilizou-se o modelo fechado de Leontief para realizar a análise de impacto desenvolvida nesta tese.

De modo geral, essa análise refere-se ao impacto de uma mudança qualquer na demanda final (ou em qualquer um dos seus elementos) sobre a produção total, emprego, salários, valor adicionado, ou qualquer outro elemento conforme a pesquisa que estiver sendo realizada.

A análise de impacto é uma forma especial de predição condicional que, segundo Haddad (1976, p. 157; 1989, p. 365), examina as consequências esperadas de uma variação exógena no modelo, em condições *coeteris paribus*. A variação exógena é dada na análise e não pode ser explicada, simplesmente, pelo modelo de insumo-produto regional, sendo decorrente de alguma estratégia de desenvolvimento regional, de uma decisão

locacional de uma indústria, ou, até mesmo, de uma política estrutural do governo, acrescenta o autor.

Assim, com base nas explicações de Guilhoto (2009, p. 40), sabe-se que:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad (4.14)$$

Sendo ΔX e ΔY vetores, com dimensões $nx1$, que mostram a estratégia setorial e os impactos sobre o volume de produção, respectivamente. Então, com o fim de mensurar impactos totais⁸⁵ em qualquer uma das variáveis descritas acima a partir de uma mudança na demanda, tem-se inicialmente:

$$\Delta V = \hat{f} \Delta X \quad (4.15)$$

Sendo ΔV um vetor, com dimensão $nx1$, que representa o impacto direto e indireto sobre qualquer uma das variáveis a ser estudadas (valor da produção, valor adicionado, emprego, importações, recursos naturais, entre outras). E, \hat{f} representa um vetor de coeficientes diretos, com dimensão $1xn$, cujos os elementos são os coeficientes de valor da produção, valor adicionado, recursos naturais, etc.)

A utilização de coeficientes diretos é extremamente versátil, pois podem ser aplicados em avaliações de impactos tanto econômicos quanto ambientais, como: uso de recursos naturais, poluição, emprego, produção, etc. Para isso ver Victor (1972, p. 44), Haddad (1989, p. 391-395), Miller & Blair (2009, p. 447-451) e Guilhoto (2009, p.40).

A composição dos elementos para cada atividade pode ser assim obtida:

$$f_j = v_j/X_j \quad (4.16)$$

Onde f_j é o coeficiente direto da variável, v_j é o vetor da variável em questão do setor j e X_j é o vetor do valor bruto da produção do setor j .

Portanto, multiplicando \hat{f} por ΔX tem-se o impacto total da variável estudada. As variáveis que subsidiarão os vetores \hat{f} e ΔY estão descritas na seção 4.4.1 e 4.4.2 respectivamente, juntamente com as metodologias adotadas.

⁸⁵ Considera-se Impacto total em face do procedimento metodológico utilizado para calcular o impacto simultaneamente em todos os setores da variável estudada, e não apenas num setor específico.

4.3.3 Multiplicador de impacto

A utilização dos multiplicadores de impactos permite verificar os efeitos de políticas públicas de estímulo setorial sobre alguma variável (produção, emprego, renda, entre outras). Um multiplicador de impacto setorial consiste numa expressão numérica dos efeitos diretos, indiretos e induzidos propagados sobre o sistema econômico, quando uma determinada atividade apresenta incremento de demanda final (PORSSE, *et. al.* 2008b, p. 69). Para esta pesquisa adotou-se um multiplicador denominado “multiplicador de utilização de terras”, que pretende identificar os setores da agropecuária com maiores impactos sobre a utilização de terras.

Considerando ut_i a utilização das terras, em hectares, usada na atividade i e X_i a produção da atividade i , a utilização direta das terras (t_i) por unidade monetária do produto na atividade i será:

$$t_i = ut_i/X_i \quad (4.17)$$

Assim, a quantidade de terras utilizadas direta e indiretamente para cada atividade da agropecuária, T_j , em resposta a cada unidade monetária produzida para a demanda final, é assim obtida:

$$T_j = \sum_{i=1}^n t_i l_{ij} \quad (4.18)$$

Em que, T_j pode ser definido como o gerador que mede o impacto total, direto e indireto, na utilização de terras; t_i é o coeficiente direto de utilização das terras; e, l_{ij} é o ij -ésimo elemento da matriz de impacto intersetorial, ou de Leontief.

Dividindo-se a equação (4.18) pela (4.17) obtém-se o denominado multiplicador de utilização das terras, MT_j , assim descrito:

$$MT_j = T_j/t_i \quad (4.19)$$

Portanto, MT_j indica o quanto é utilizado, direta e indiretamente, de terras para cada unidade diretamente utilizada de terra em cada uma das doze atividades da agropecuária.

4.4 Elaboração do vetor ambiental e de demanda final

Este subitem tem o objetivo de demonstrar a elaboração do vetor ambiental concernente à utilização e valor das terras dos estabelecimentos agropecuários do Estado do Amazonas, assim como o vetor de demanda final concernente ao componente

exportação para o restante do mundo de castanha-do-pará. Os dois vetores estão intrinsecamente ligados. O vetor ambiental constitui a variável a ser impactada quando de uma variação exógena da demanda ao modelo insumo-produto. Essa variação se dará sobre um dos elementos da demanda final, “exportação para o restante do mundo”, em função da sustentação das exportações médias anuais e do crescimento da produção amazonense de castanha-do-pará, em especial com casca.

4.4.1 Utilização e valor das terras dos estabelecimentos agropecuários: \hat{f}_1 e \hat{f}_2

A categoria “utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários”, no Censo Agropecuário 2006, constitui áreas antrópicas agrícolas. Essas áreas são terras agrícolas definidas, de acordo com IBGE (2006, p.27), como terras utilizadas para a produção de alimentos, fibras e outras *commodities* do agronegócio, incluindo todas as terras cultivadas com lavouras temporárias, permanentes e pastagens.

O serviço ecossistêmico relacionado à utilização das terras está associado à possibilidade da terra em si fornecer o serviço de um substrato para os cultivos, colheitas e produção agropecuária. O que para esta pesquisa é uma área de terra medida em hectares utilizada nos estabelecimentos agropecuários.

Para isso, foram realizadas equivalências entre (a) as categorias de utilização das terras do Censo Agropecuário 2006; (b) a abrangência dessas categorias, inclusive agregando alguns itens de acordo com o Censo de 1995/1996; (c) a atividade que correspondente à categoria de utilização das terras; (d) a produção desenvolvida no estabelecimento agropecuário no âmbito das subatividades e (e) a quantificação da terra utilizada em hectares (Quadro 5).

Categoria de Utilização das Terras	Abrangência dessa utilização	Atividades e Produtos			Hectare	
		Nível 1	Nível 2	Nível 3		
Lavoura temporária	(a) áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta duração, geralmente, inferior a um ano; (b) área plantada com forrageiras para corte destinada ao corte e uso na alimentação de animais; (c) área com cultivo de flores (inclusive hidropônica e plasticultura, viveiros de mudas, estufas); (d) horticultura e área de descanso.	Agricultura e serviços relacionados	LT	cultivo de cereais p/grãos cultivo de cana-de-açúcar cultivo de soja cultivo de outros da LT	arroz em casca, milho em grão, trigo, cana, mandioca, farinha de mandioca, arroz beneficiado.	528.791
Lavoura Permanente	(a) área plantada ou em preparo para o plantio de culturas de longa duração, que após a colheita, não necessitasse de novo plantio, produzindo por vários anos consecutivos.		LP	cultivo de café cultivo de frutas cítricas cultivo de outros da LP	café em grão, laranja, banana, açaí, etc.	
Pastagens	(a) pastagens naturais (campos naturais, faxinal e outros) utilizadas ao pastoreio dos animais, existentes no estabelecimento; (b) pastagem plantada degradada por manejo inadequado ou por falta de conservação (áreas plantadas com espécies vegetais destinadas ao pastoreio dos animais existentes no estabelecimento); (c) pastagem plantada em boas condições (áreas plantadas ou em preparo para o plantio de espécies vegetais ao pastoreio de animais existentes no estabelecimento, incluindo aquelas em processo de recuperação); (d) sistemas agroflorestais (áreas cultivadas c/espécies florestais também usada p/lavouras e pastos); (e) áreas florestais usadas para lavouras e pastejo de animais (área ocupadas com o sistema agroflorestal de produção, baseado em consórcios ou combinações de espécies florestais variadas, com agricultura diversificada e/ou criação de animais que geralmente é de forma intensiva e em escala reduzida).	Pecuária e serviços relacionados		criação de bovinos criação de suínos criação de aves	bovinos e suínos vivos, aves vivas, abate e preparação de produtos de carne, carne de aves e suína fresca.	868.249
Matas e Florestas	(a) matas e florestas naturais (áreas utilizadas para exploração florestal, vegetal, cobertas por matas, e as florestas naturais, não plantadas, inclusive as áreas com mato ralo, caatinga ou cerrado, que foram utilizadas ou não para o pastoreio de animais).	Expl. Flor./Silvic.		exploração florestal e silvicultura	madeira; castanha-do-pará; lenha; carvão vegetal; etc.	1.761.651
Pesca e Aquicultura	Tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura (consideraram as áreas ocupadas por tanques, lagos e açudes, mesmo que não estivessem sendo exploradas. No caso de águas públicas, considerou-se a área destinada para a criação de peixes, mariscos e crustáceos).	Pesca e aquicultura		pesca e aquicultura	peixes	74.370

Quadro 5 – Equivalências entre utilização das terras, abrangências, atividades e produtos correspondentes.

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009) e do Sistema de Contas Nacionais (IBGE, 2008a).

De modo geral, o quadro acima explicita a correlação existente entre a utilização das terras pelos estabelecimentos agropecuários, a abrangência dessa utilização no que se refere à dinâmica dessa ocupação territorial, as grandes atividades econômicas em que essas terras estão inseridas e basicamente os produtos que são produzidos nessas terras.

A utilização de terras destinadas à lavoura temporária e à lavoura permanente, por exemplo, abrangem áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta e longa duração, respectivamente. Nessas terras são desenvolvidos diversos cultivos, entre os quais soja, cana, mandioca, arroz, frutas cítricas; inclusive com presença da indústria rural, como é o caso da produção de farinha de mandioca. No caso das terras utilizadas para pastagens, que correspondem a pastagens naturais, plantadas e sistemas agrofloretais, são àquelas usadas pela atividade pecuária e serviços relacionados, e incluem especialmente a criação de bovinos e produção de carne. Nas matas e florestas não se considerou as florestas plantadas com essências florestais (nativas ou exóticas) usadas para a produção de madeiras e de seus derivados, para a proteção ambiental ou fins biológicos, posto que os produtos da atividade silvicultura e exploração florestal da TRUAGRO AM 2006 foram oriundos da extração florestal apenas. As terras destinadas à atividade de pesca/ aquicultura são àquelas ocupadas para produção de peixes.

Com o fim de manter maior homogeneidade entre a produção desenvolvida pelos estabelecimentos agropecuários e as terras utilizadas para desenvolver essa produção, houve a necessidade de agregar alguns itens de utilização de terras que foram detalhados pelo Censo Agropecuário de 2006, os quais, anteriormente, não haviam sido detalhados pelo Censo de 1995/1996. Essa agregação foi necessária porque os dados de valor da produção da agropecuária provenientes das contas regionais para o ano de 2006 foram estimados com base na variável da receita total/valor bruto da produção do Censo Agropecuário 1995-1996 e foram evoluídos desde o ano de 1996 (com índices de volume e preço) até 2006.

Sendo assim, a utilização das terras pelos estabelecimentos agropecuários amazonenses, para o ano de referência 2006, compreendeu um total de 3.569.043 hectares de terras. Esse total foi distribuído entre as categorias de utilização de terras como orientadas pelo Censo Agropecuário de 2006: lavoura temporária (14,82%), lavoura permanente (9,41%), pastagens (24,33%), matas e florestas (49,36%), e pesca e aquicultura (2,08%).

De posse da quantificação das terras utilizadas por atividade no Nível 1, utilizou-se a participação da área plantada por atividade da lavoura temporária e da lavoura permanente como parâmetro para estimar a utilização das terras para o nível 2 de atividades. Na equação (4.20) tem-se:

$$UT \text{ Nível 2} = AP \times UTC \text{ (ha)} \quad (4.20)$$

Sendo que:

UT Nível 2 = utilização das terras para cada uma das doze atividades do nível 2;

AP = participação da área plantada de cada atividade da LT e LP

UTC (ha) = utilização da terra em hectare para cada categoria de utilização.

Para a utilização das terras para as atividades da pecuária bovina, considerou-se o uso de pastagem somente para a atividade criação de bovinos, excetuando-se as outras. Isso porque de acordo com IBGE (2006, p. 40), o Sistema de Classificação e Cobertura do Uso da Terra, no seu Nível 2 de classificação, atribui o uso de pastagens somente para pecuária bovina.

Quanto à exploração florestal e silvicultura e à pesca e aquicultura, as terras utilizadas dessas atividades foram àquelas da categoria matas e florestas e pesca, respectivamente.

De posse da utilização das terras no nível 2, com as devidas ressalvas para a pesca e aquicultura,⁸⁶ estimou-se o valor dessas terras utilizadas. De acordo com Gasques *et al* (2010), como a terra utilizada é considerada uma variável de fluxo, o preço utilizado para obter o seu valor é o preço de arrendamento. Este, segundo o autor, é o que expressa melhor o custo do uso da terra. Corroborando com este entendimento, de acordo com IBGE (2008a, p.94), a parcela relativa ao aluguel da terra paga pela atividade agropecuária (setor famílias) é projetada a partir dos preços médios de arrendamentos de terras.

Sendo assim, multiplicou-se o valor da utilização das terras de cada uma das doze atividades da agropecuária pelo preço médio de arrendamentos de terras de lavouras e pastagens da Fundação Getúlio Vargas (FGV)⁸⁷ para o ano de 2006. Mas, como a FGV não disponibiliza preços para matas e florestas, considerou-se o preço absoluto de terras de matas provenientes do Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL, 2007).⁸⁸ Adotou-se esse procedimento ao invés dos preços de arrendamentos de lavouras e pastagens, porque, segundo Costa (2010; 2012), no âmbito do mercado de terras, as terras de matas advêm das florestas primárias e são legitimadas em produto final – terras de lavouras e pastagens,

⁸⁶ A produção de pescado no Amazonas em 2006 foi de 63.479 t, sendo 57.316 t (90%) de pesca extrativa e 6.163 t (10%) da aquicultura (IBAMA, 2008). Como o Censo Agropecuário 2006 disponibiliza dados de utilização das terras apenas para a aquicultura, utilizou-se a área dos estabelecimentos agropecuários destinada à atividade pesqueira como uma *proxy* com o fim de não subestimar a área total utilizada pela atividade da pesca e aquicultura. Com isso considera-se 100% a utilização das áreas destinada à pesca nos estabelecimentos agropecuários.

⁸⁷ O preço médio dos arrendamentos de terras para lavouras no Amazonas, em 2006, foi de 194,32 R\$/ha (no mês de junho) e de 268,464 R\$/ha (em dezembro). Quanto aos preços médios de arrendamento de terras destinadas à exploração de animais foi de 90 R\$/ha (junho) e de 350 R\$/ha (dezembro).

⁸⁸ Os preços das terras nos municípios de Boca do Acre, Humaitá, Manaus, Itacoatiara e Parintins foram de 96 R\$/ha, 67 R\$/ha, 62 R\$/ha, 43 R\$/ha e 43 R\$/ha, respectivamente.

além do mercado só reconhecer os preços das terras com matas para formação dos preços de pastagens e terras.

Esses procedimentos deram origem aos vetores relativos à utilização e valor das terras da agropecuária do Amazonas, que analisaremos nos resultados.

4.4.2 O mercado de castanha-do-pará no Amazonas: ΔY

Com o fim de analisar os impactos diretos e indiretos das atividades produtivas, em especial da agropecuária, sobre as variáveis em estudos, elaborou-se um vetor relativo a uma mudança exógena na demanda final no componente exportação para o restante do mundo a partir de um comportamento produtivo real no Amazonas, o que significou nesta tese a estimação de ΔY .

Para tanto, buscou-se um produto de relevante interesse, em geral, para o mercado nacional e, em especial, para o setor agropecuário do amazonense – a castanha-do-pará. Sua importância nacional se dá principalmente pelo fato de incrementar um mercado ainda incipiente no País, que é o mercado de frutas processadas de castanha-do-pará.⁸⁹ Regionalmente, a extração de castanha como se dá em áreas de florestas naturais e, a intensificação de sua produção pode inibir outras atividades altamente demandantes de capital natural, como a pecuária bovina que utiliza áreas de pastagens, sendo estas originadas de terras com matas.

Sendo assim, inicialmente levantou-se o mercado exportador para o demais países do mundo de castanha-do-pará com casca (NCM 08012100 e CNAE 2.1 02128070) e sem casca (NCM 08012200 e CNAE 2.1 15210080) no Amazonas (Tabela 8).

Tabela 8: Exportação Amazonense de Castanha-do-pará⁹⁰ (R\$ mil)*

Castanha-do-pará	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012**
com casca	11.729	11.469	16.440	6.122	6.923	8.190	8.984
sem casca	2.642	2.323	930	672	143	-	1.589
TOTAL	14.370	13.792	17.370	6.794	7.066	8.190	10.573

Fonte: Aliceweb/MDIC.

Nota: * valores originais em US\$, taxa de câmbio do Ipea Data; **dados até julho.

Essa queda a partir de 2008 talvez esteja relacionada a crise econômica internacional que se instaurou no final do ano de 2008. A exportação saiu de R\$ 16.440 mil em 2008 para R\$ 6.122 mil em 2009, voltando a aquecer o mercado a partir de 2010 até então.

⁸⁹ Para isto ver ABDI (2009).

⁹⁰ Produto com casca (*in natura*) classificado na atividade silvicultura e exploração florestal da agropecuária e produto sem casca classificado na atividade indústria de transformação sob o nome de “conservas de frutas, legumes e outros vegetais”.

Em seguida, calculou-se ρ o valor médio das exportações totais de castanha-do-pará no período de 2006 a 2010,⁹¹ sendo cada ano corrigido pelo IPA-EP⁹² a preços constantes de 2006. Como resultado, a exportação média anual de castanha-do-pará do Amazonas, altamente influenciada pelo produto *in natura*, é:

$$\rho = R\$ 10.598,68 \text{ mil} \quad (4.21)$$

E como tal, sendo a região Norte a maior produtora nacional e o Amazonas seu maior produtor (Tabela 9), o valor da produção (em R\$ mil) no Estado tem crescido a uma taxa anual média de $\sigma = 4,76\%$ (Equação 4.22).

Tabela 9 – Quantidade produzida de castanha-do-pará no Brasil (t)

UF / Ano	2006	2007	2008	2009	2010
Amazonas	21.792	21.486	23.502	29.978	26.244
Acre	12.254	12.142	9.281	8.475	14.083
Pará	5.867	8.177	7.257	8.104	10.129
Rondônia	2.599	2.105	2.386	2.443	2.492
Mato Grosso	734	925	2.796	2.843	1.775
Amapá	614	608	450	356	402
Roraima	49	50	60	62	68
outras regiões do país	0	0	0	0	0

Fonte: PEVS – IBGE (2012).

$$\sigma = \left(\sqrt[n]{\frac{t+1}{t}} \right) - 1$$

$$\sigma = 4,76\% \quad (4.22)$$

Multiplicando a equação (4.21) e (4.22), tem-se $\tau = R\$ 504,18 \text{ mil}$, que caracteriza o quanto pode ser incrementado nas exportações amazonenses para o restante do mundo de castanha-do-pará, em especial com casca, a partir de um determinado crescimento da produção interna sobre uma média anual de exportação, *coeteris paribus*.⁹³

De posse desses dados, considerando que já se tem a matriz de impacto intersetorial de Leontief (L) e o vetor de utilização de terras (\hat{f}_1), executar-se-á a análise de impacto proposta pela tese a partir da alocação de τ nas atividades correspondentes do componente exportação para os demais países na demanda final. Para isto verificar a execução nos itens 5.3.2 e 5.4.2.

⁹¹ A série temporal utilizada 2006 a 2010 foi para coincidir com a série temporal da produção de castanha.

⁹² IPA – EP (Índice de Preços ao Produtor Amplo segundo Estágios de Processamento); está estruturado para medir as variações médias dos preços recebidos pelos produtores domésticos na venda de seus produtos (bens finais/bens de consumo/alimentação/alimentação *in natura*) (FGV, 2010, p.5-6).

⁹³ Todas as outras variáveis permanecem constantes.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo se propõe a demonstrar os principais resultados desta tese, assim como as discussões inerentes a esses resultados. Parte-se, inicialmente, da apresentação da TRUAGRO AM 2006, demonstrando, em linhas gerais, os principais produtos produzidos pela agropecuária amazonense, assim também os insumos do processo de produção, os componentes da demanda final, a distribuição da renda e os agregados econômicos (valor bruto da produção, VBP; consumo intermediário, CI; e valor adicionado bruto, VAB). Em seguida, numa segunda seção, é demonstrada a matriz de impacto intersetorial ou matriz de impacto direto e indireto – modelo fechado de Leontief. Antes de dar-se início às análises de impactos permitidas pela matriz, a seção 3 traz os resultados da utilização das terras da agropecuária por atividade econômica caracterizando assim o capital natural (ou serviço ecossistêmico) que subsidiará a análise de impacto. Segue ainda nesta seção os resultados concernentes ao vetor da demanda final. Por último, a seção 4 mostra os resultados dos métodos básicos de análise da teoria insumo-produto que foram propostos para se alcançar o objetivo precípuo deste trabalho.

5.1 TRUAGRO AM 2006: elementos e agregados essenciais

De modo geral, as tabelas de recursos e usos constituem um dos componentes do Sistema de contas nacionais, sendo um instrumento extremamente valioso de sistematização das transações socioeconômicas realizadas pelos agentes econômicos de uma determinada região em certo período de tempo.

A tabela de recursos e usos da Agropecuária do Estado do Amazonas denominada nesta tese por TRUAGRO AM 2006 foi elaborada com o intuito de subsidiar a construção da matriz de insumo-produto e a análise de impacto proposta. Mesmo sendo originada da tabela de recursos e usos do Estado do Amazonas, ano de referência 2006, ela constitui um trabalho inédito no que concerne à abertura do setor agropecuária em 12 atividades econômicas e da inserção de novos produtos-contas no âmbito de elaborações de tabelas de recursos e usos no País. O que torna, também, inéditas análises de insumo-produto envolvendo relações intersetoriais do setor agropecuário de forma desagregada.

As operações realizadas no interior da TRUAGRO AM 2006 permitem visualizar os fluxos econômicos que determinam o valor econômico do volume de produção doméstica e importada, a geração de valor adicionado, a renda, o emprego, o consumo, as exportações, entre outros. Assim, a TRUAGRO AM 2006 representa uma *fotografia* detalhada do setor agropecuário amazonense: os fluxos de bens e serviços e os aspectos básicos do processo

de produção, a estrutura de produção de produtos por atividade econômica e sua estrutura de insumos e a geração da renda.

Para efeitos de publicação, a tabela de recursos e usos da Agropecuária do Estado do Amazonas possui uma dimensão N26 x N12, destacando o setor agropecuário em vinte de seis produtos, inclusive com a inserção de novos produtos-contas, e doze atividades econômicas, além dos componentes do valor adicionado (Tabela 10).

Agregaram-se as demais atividades numa coluna denominada “restantes atividades N110 x N56” assim também os demais produtos numa linha denominada “demais produtos da economia N110 x N56”. Este recurso, inicial, possibilitou colocar em evidência as principais características produtivas da agropecuária. Ressalva-se apenas que, no caso do consumo intermediário, seus principais produtos ficaram agregados em “demais produtos da economia”. Fica em evidência também a indústria rural por atividade econômica, o que nos permitiu inferir que há um processo de integração agricultura-indústria ainda que elementar no Amazonas onde se destaca nesse contexto a produção de farinha de mandioca.

Os pontilhados em vermelho referem-se essencialmente à área que foi trabalhada no âmbito da TRU/AM-2006 para poder se obter a TRUAGRO AM 2006, assim discriminados: a oferta estadual, excetuando as importações em razão da deficiência dos dados; todo o consumo intermediário foi trabalhado conforme procedimentos metodológicos propostos anteriormente; valor adicionado; produtos-contas da demanda final.

Os elementos econômicos essenciais dessa tabela são analisados a seguir: principais produtos produzidos; estrutura de insumos a partir do consumo intermediário; componentes da demanda final; consumo das famílias; valor adicionado; agregados econômicos (VBP, CI, VAB) e geração de empregos/ocupações.

A participação da produção ou oferta estadual dos principais produtos produzidos pela agropecuária amazonense, em termos de valor da produção, sem inclusão das importações, pode ser assim discriminada: a pesca (16,26%), a mandioca (15,57), a banana (11,80%), outros produtos da LT (10,87%), cana-de-açúcar (9,34%), farinha de mandioca (9,07%), bovinos (7,87%), extração florestal (4,66%), ovos de galinha (3,65%), outros produtos da LP (2,91%), produção de leite (2,44%), arroz em casca (1,25%), frutas cítricas (0,74%) (Gráfico 3).

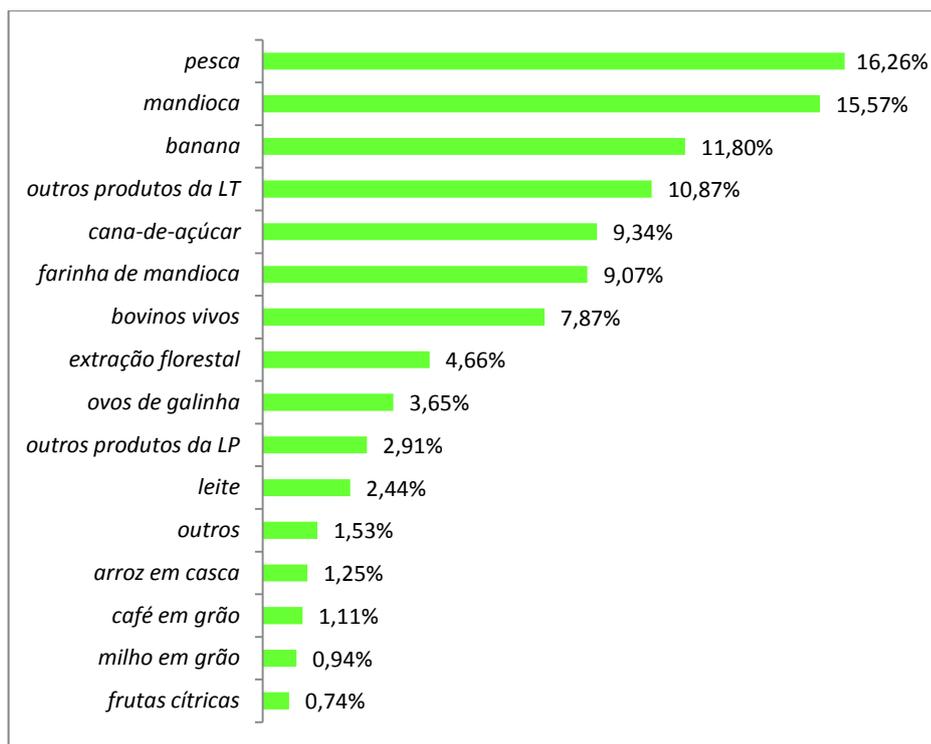


Gráfico 3 – Participação do valor da produção dos principais produtos da agropecuária do Amazonas, ano 2006.
Fonte: resultado de pesquisa da tese.

Na TRUAGRO AM 2006 os valores do consumo intermediário são àqueles constantes da tabela de recursos e usos do Amazonas, com exceções dos produtos-contas que foram inseridos, depois de submetidos aos ajustes tanto nos produtos em si quanto nas suas respectivas atividades como explicitado na metodologia anteriormente discriminada. Para tanto, a estrutura de insumos da agropecuária do Amazonas, em termos de consumo intermediário, pode ser assim visualizada: a mandioca (20,88%); artigos de plásticos (17,26%); óleo diesel e outros (12,50%); óleo de milho, amidos e féculas (10,68%) entendido como ração; ovos de galinhas (7,13%); outros produtos alimentares (6,30%); atividades imobiliárias e aluguéis (5,47%); defensivos agrícolas (3,55%); eletricidade, gás, água, esgoto (2,87%); transporte de

carga e transporte (1,58%); produtos químicos inorgânicos (1,35%); entre outros (Gráfico 4).

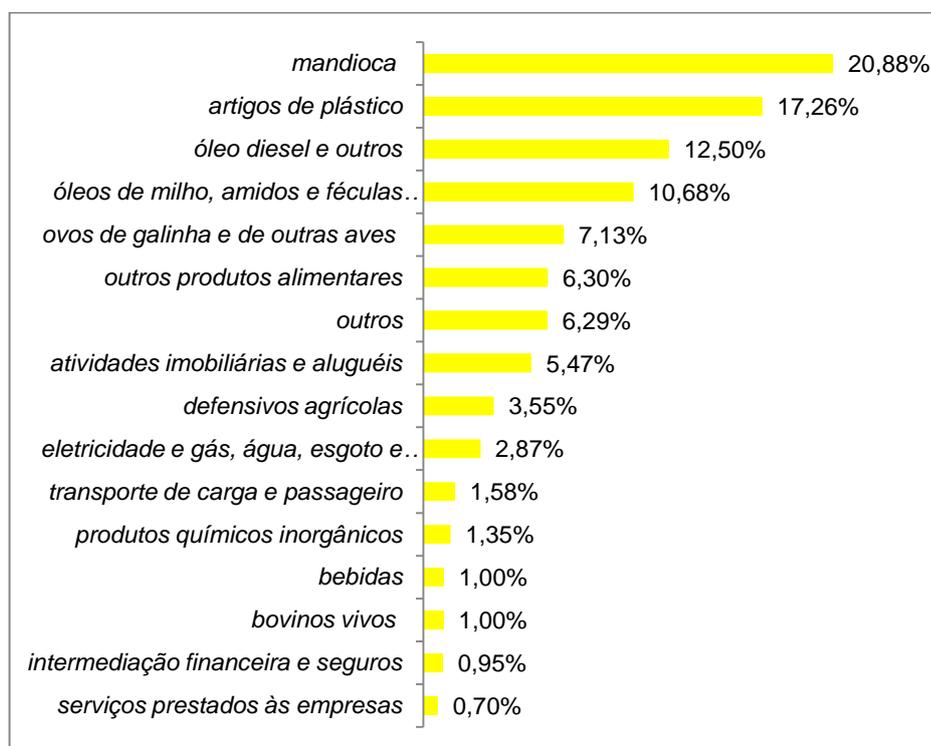


Gráfico 4 – Participação da composição dos insumos da agropecuária do Amazonas, ano 2006.

Fonte: Resultado de pesquisa da tese.

O produto-conta “artigos de plásticos”, que possui expressiva participação no total do consumo intermediário da agropecuária, se justifica em grande medida por ele ser uma variante do produto-conta “embalagens de material plástico” e não do produto-conta “sacos e sacarias”. Além do que, o insumo artigos de plásticos se relaciona com a produção de farinha de mandioca, que utiliza embalagem de material plástico no seu processo produtivo.

A composição da demanda final dos produtos da agropecuária amazonense pode ser analisada pelo Gráfico 5 que mostra que o consumo das famílias (70%) representa o componente do consumo final mais expressivo; em segundo lugar está a exportação para o demais Estados do Brasil (24%) de mandioca; segue a formação bruta de capital fixo (4%); por último, a exportação para o resto do mundo (2%) de castanha-do-pará.

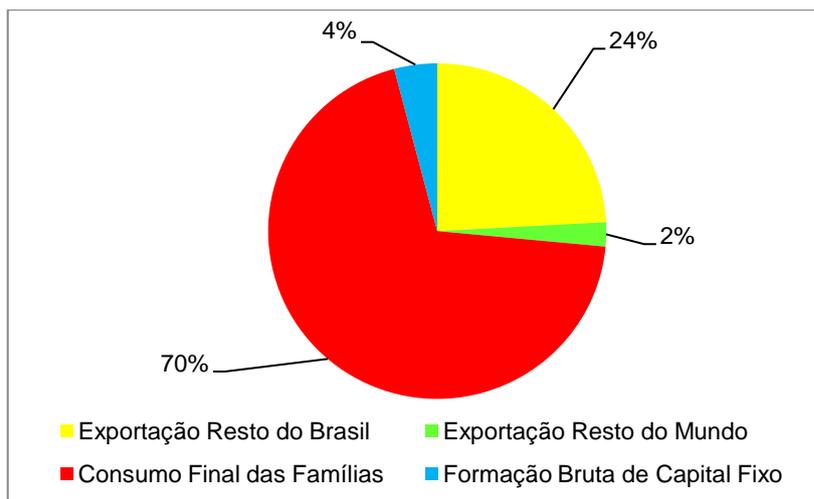


Gráfico 5 – Estrutura da demanda final da agropecuária do Amazonas, ano 2006.
Fonte: Resultado de pesquisa da tese.

Com exceção dos outros produtos da lavoura temporária (27,99%), a pesca, a farinha de mandioca, a mandioca e a banana constituem os principais produtos consumidos pelas famílias amazonenses, no que se refere apenas aos produtos agropecuários, com 23,56%, 16,80%, 8,02% e 5,29%, respectivamente (Gráfico 6). Ressalta-se que dos produtos da indústria rural inseriu-se no consumo das famílias apenas a farinha de mandioca – único produto industrial expressivo na produção agrícola amazonense.

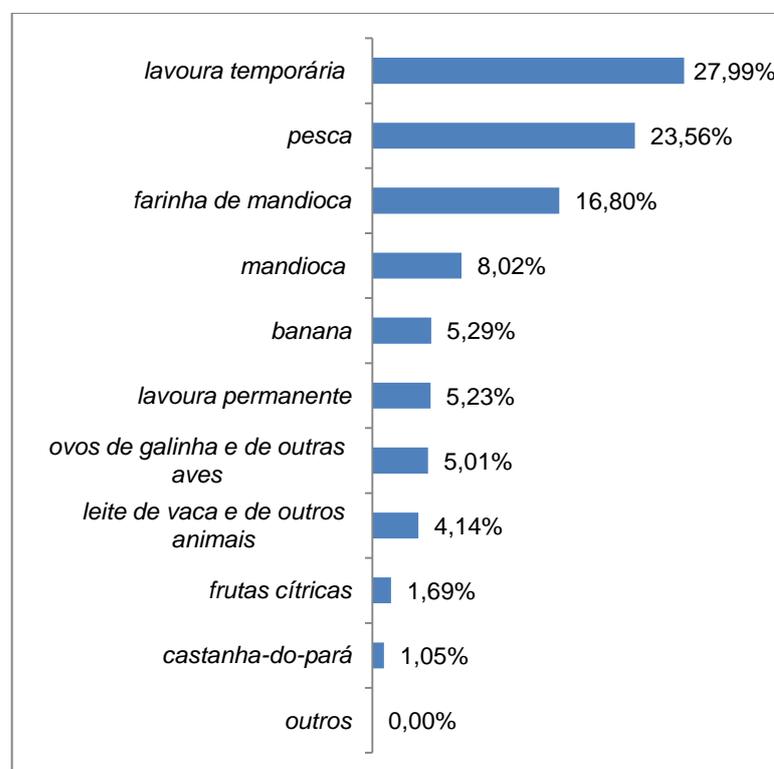


Gráfico 6 – Principais produtos consumidos pelas famílias amazonense, ano 2006.
Fonte: resultado de pesquisa da tese.

Ao se analisar o valor adicionado bruto da agropecuária por atividade econômica nota-se que a atividade que mais gera valor adicionado é cultivo de outros produtos da lavoura temporária (35,79%), tendo a mandioca como principal produto dessa atividade; a pesca (15,11%); cultivo de outros produtos da lavoura permanente (14,72%), concentrando-se na produção de banana; cultivo de cana-de-açúcar (11,78%); bovinos (10,36%); silvicultura e exploração florestal (4,99%); entre outros (Gráfico 7).

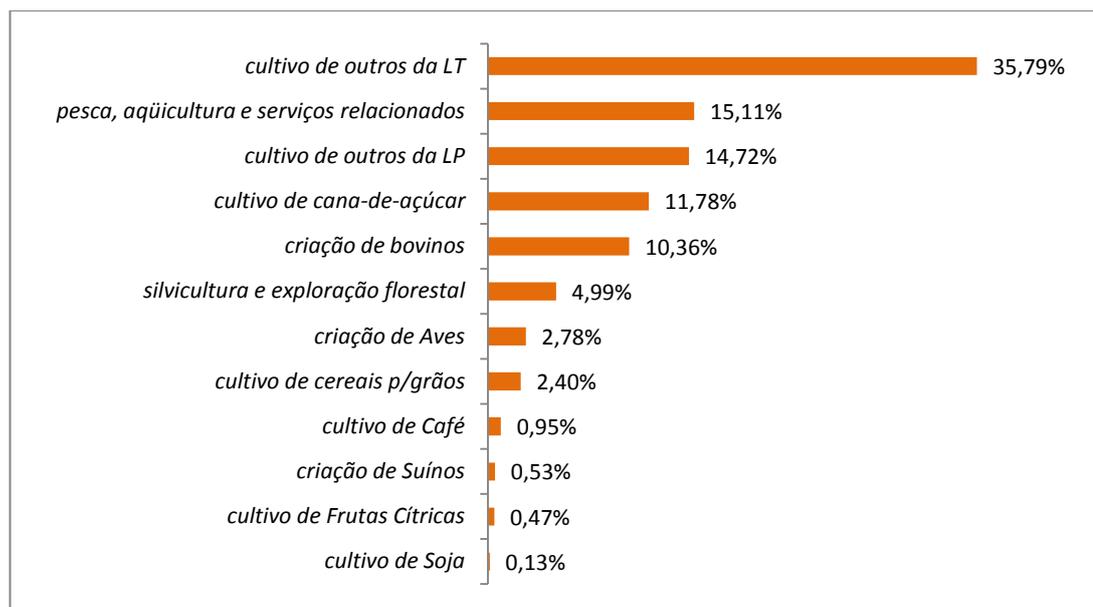


Gráfico 7 – Participação do valor adicionado da agropecuária do Amazonas, ano 2006.
Fonte: Resultado de pesquisa da tese.

A Tabela 11 permite visualizar os agregados econômicos da agropecuária do Amazonas, VPB, CI e VAB. É relevante ressaltar que as atividades da agropecuária adicionam cerca de 80% de valor na produção, apesar dela possuir uma baixa participação no PIB do Estado.

Tabela 11 – Agregados econômicos da Agropecuária do Amazonas, ano 2006
(valores correntes, R\$ 1.000)

Setor Econômico	VBP ¹	CI ¹	VAB ¹	Part. VAB ²	VAB/VBP ³
cultivo de cereais p/grãos	44 687	5 140	39 546	2,40%	88,50%
cultivo de cana-de-açúcar	197 013	3 084	193 929	11,78%	98,43%
cultivo de soja	2 432	218	2 214	0,13%	91,04%
cultivo de outros da LT	694 723	105 287	589 436	35,79%	84,84%
cultivo de frutas cítricas	14 008	6 306	7 702	0,47%	54,99%
cultivo de café	24 312	8 677	15 635	0,95%	64,31%
cultivo de outros da LP	290 469	48 138	242 331	14,72%	83,43%
silvicultura e exploração florestal	96 544	14 435	82 109	4,99%	85,05%
criação de bovinos	221 036	50 508	170 528	10,36%	77,15%
criação de suínos	9 631	917	8 714	0,53%	90,48%
criação de aves	80 151	34 364	45 787	2,78%	57,13%
pesca e aqüicultura	308 988	60 139	248 849	15,11%	80,54%
TOTAL	1 983 994	337 212	1 646 781	100,00%	83,00%

Fonte: resultado de pesquisa da tese.

Nota: ¹respectivamente, VBP (valor bruto de produção), CI (consumo intermediário) e VAB (valor adicionado bruto), ano 2006; ²part. VAB refere-se à participação do valor da variável no setor correspondente sobre o valor total da variável; ³razão VAB/VBP representa em que medida cada setor adiciona valor à produção.

Quanto ao fator trabalho (ocupações) a atividade que mais gera emprego na agropecuária é o cultivo de outros produtos da LT (61,83%), e aí está a produção de mandioca e farinha de mandioca. Na sequência surge a pesca (15,05%), o cultivo de LP (9,15%), a cana-de-açúcar (6,21%), e assim sucessivamente (Gráfico 8).

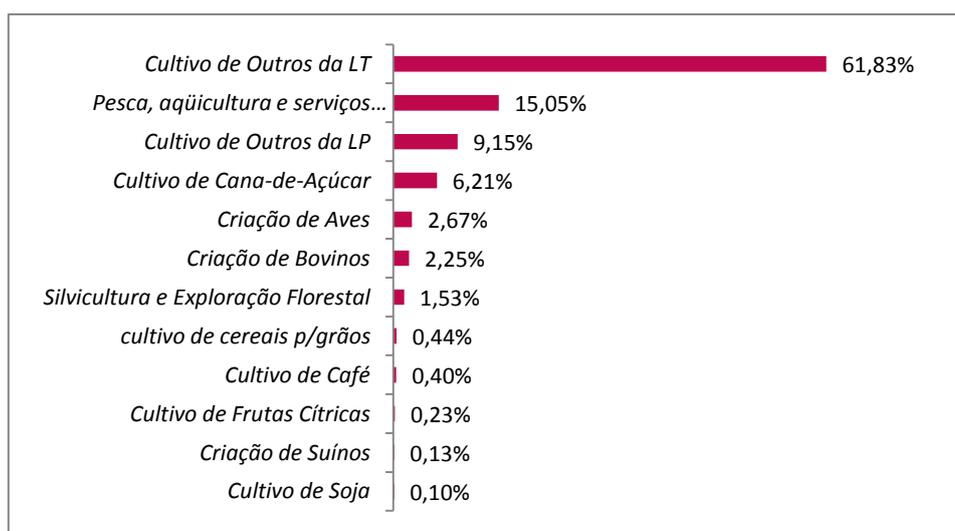


Gráfico 8 – Participação dos empregos gerados pelo setor agropecuário do Amazonas, ano 2006.
Fonte: Resultado de pesquisa de tese.

5.2 Matriz de Impacto Intersetorial de Leontief

A matriz de impacto direto e indireto, ou Matriz de Leontief, elaborada nesta tese destaca a atividade da agropecuária do Estado do Amazonas desagregada em doze atividades. Ela é fruto da TRUAGRO AM 2006 com dimensão originalmente N117 X N66 (versão não publicada, somente de trabalho) e dimensão N26 X N12 (versão publicada nesta tese).

Após os procedimentos metodológicos que permitiram passar os valores a preço do consumidor das tabelas de consumo intermediário e de demanda final para preço básico, tornando-as compatíveis com a tabela de produção, elaborou-se a matriz de coeficientes técnicos diretos com dimensão quadrada. Isso foi possível por devido a adoção da tecnologia do setor, que, multiplicando a matriz de *market share* pela matriz de retangular de produto x setor, resultou na matriz de coeficientes técnicos diretos. Ao pré-subtrair esta pela matriz identidade e, em consequência, invertê-la, resultou na matriz de Leontief com dimensão N24 x N24 (Quadro 6).

Como nas linhas dessa matriz mostram a distribuição da produção de um setor através de toda a economia e nas colunas mostram a composição dos insumos requeridos por uma indústria particular para desenvolver sua produção. Cada elemento dela é interpretado como sendo a produção total do setor (i) que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor (j). Por exemplo, com o auxílio da matriz abaixo, na linha 4 tem-se a produção total do setor de cultivo de outros produtos da lavoura temporária ($l_{ij} = 0,0367224$) que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor de cultivo de soja. E, assim sucessivamente, é possível se observar as relações intersetoriais da agropecuária amazonense nos seus mais diversos setores dentro do sistema econômico. A partir de então, foi possível a elaboração dos indicadores de impactos como resultado de uma mudança exógena na demanda final, assim como foi proposto nesta tese.

Na matriz contém os coeficientes que possibilitam estimar os impactos sobre diversas variáveis da economia (produção, valor adicionado, importações, ocupações, entre outras) a partir de algum fenômeno social, econômico e ambiental que afete direta ou indiretamente o sistema econômico. Em outras palavras, os coeficientes dessa matriz detêm os efeitos diretos e indiretos de acordo com as modificações exógenas da demanda final, permitindo-se estimar o valor da produção de qualquer uma das atividades da agropecuária a partir uma mudança na demanda final.

Construção da matriz constitui o modelo fechado de Leontief em função de ter endogeneizado o consumo das famílias e a renda gerada pela economia (valor adicionado). Ao se endogeneizar o setor famílias no sistema de insumo-produto ela

passa a ser um setor produtivo igual os outros. No entanto, esse fato faz com que “a parcela da renda apropriada pelas famílias retorne ao sistema econômico na forma de consumo na intensidade de sua propensão a consumir. Essa despesa injeta na economia um novo estímulo à produção, renda e ocupações, que é denominado de efeito induzido (efeito renda) introduzido pela retroalimentação do consumo das famílias na economia” (Suframa, 2012b, p. 13).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Sectores	<i>Cultivo de cereais p/grãos</i>	<i>Cultivo de cana-de-açúcar</i>	<i>Cultivo de soja</i>	<i>Cultivo de outros da LT</i>	<i>Cultivo de frutas cítricas</i>	<i>Cultivo de café</i>	<i>Cultivo de outros da LP</i>	<i>Silvicultura e exploração florestal</i>	<i>Criação de bovinos</i>	<i>Criação de suínos</i>	<i>Criação de aves</i>	<i>Pesco, aquicultura e serviços</i>	<i>Indústria extrativa</i>	<i>Indústria de transformação</i>	<i>Produção e distribuição de</i>	<i>Construção civil</i>	<i>comércio e serviços de manutenção e</i>	<i>Transporte, armazenagem e correio</i>	<i>Serviços de informação</i>	<i>Intermediação financeira,</i>	<i>Atividades imobiliárias e</i>	<i>outros serviços</i>	<i>Administração, saúde e educação pública</i>	<i>consumo das famílias</i>	
1	<i>Cultivo de cereais p/grãos</i>	1,0016471	0,0003376	0,0013117	0,0021282	0,0060625	0,0048339	0,0023150	0,0021014	0,0005927	0,0003236	0,0009970	0,0005243	0,0002881	0,0009948	0,0003926	0,0003082	0,0001740	0,0002469	0,0003229	0,0002886	0,0001409	0,0002774	0,0002950	0,00013138
2	<i>Cultivo de cana-de-açúcar</i>	0,0010750	1,0003815	0,0008974	0,0013299	0,0034138	0,0027630	0,0014288	0,0013157	0,0008878	0,0005286	0,0014273	0,0007966	0,0011829	0,0047894	0,0018417	0,0012912	0,0005536	0,0010033	0,0013456	0,0011245	0,0003274	0,0007856	0,0007171	0,00027221
3	<i>Cultivo de soja</i>	0,0000274	0,0000050	1,0000217	0,0000356	0,0001028	0,0000818	0,0000388	0,0000352	0,0000053	0,0000031	0,0000087	0,0000048	0,0000059	0,0000250	0,0000090	0,0000064	0,0000029	0,0000050	0,0000067	0,0000056	0,0000018	0,0000040	0,0000036	1,5239E-06
4	<i>Cultivo de outros da LT</i>	0,0455701	0,0110261	0,0367224	1,0582645	0,1620553	0,1296419	0,0631908	0,0575575	0,0189053	0,0111333	0,0305785	0,0169307	0,0054156	0,0074987	0,0048698	0,0055913	0,0051173	0,0048229	0,0058590	0,0061085	0,0055782	0,0055592	0,0053356	0,00558454
5	<i>Cultivo de frutas cítricas</i>	0,0002190	0,0001871	0,0002108	0,0002307	1,0003264	0,0002965	0,0002352	0,0002300	0,0001737	0,0001786	0,0001664	0,0001750	0,0001425	0,0001925	0,0000987	0,0001442	0,0001557	0,0001286	0,0001516	0,0001685	0,0001798	0,0001742	0,0001544	0,00018211
6	<i>Cultivo de café</i>	0,0002561	0,0000627	0,0002066	0,0003271	0,0009081	1,0007267	0,0003547	0,0003232	0,0001558	0,0000837	0,0002641	0,0001375	0,0001352	0,0005265	0,0002095	0,0001475	0,0000640	0,0001147	0,0001537	0,0001288	0,0000385	0,0000909	0,0000825	3,2278E-05
7	<i>Cultivo de outros da LP</i>	0,0063804	0,0022146	0,0053134	0,0079112	0,0204275	0,0165187	1,0085053	0,0078259	0,0022189	0,0018335	0,0027976	0,0021210	0,0020363	0,0056439	0,0022700	0,0021392	0,0016029	0,0017828	0,0022399	0,0021766	0,0015883	0,0019710	0,0017320	0,00155842
8	<i>Silvicultura e exploração florestal</i>	0,0025967	0,0005727	0,0020783	0,0033405	0,0094220	0,0075228	0,0036292	1,0032991	0,0020219	0,0009903	0,0035713	0,0017598	0,0004930	0,0015835	0,0006511	0,0005271	0,0003145	0,0004252	0,0005509	0,0004997	0,0002685	0,0004207	0,0003637	0,00025384
9	<i>Criação de bovinos</i>	0,0007397	0,0005772	0,0006981	0,0007994	0,0012876	0,0011352	0,0008226	0,0007961	1,0043281	0,0021247	0,0076374	0,0037683	0,0013017	0,0044792	0,0018192	0,0014020	0,0007593	0,0011173	0,0014632	0,0012931	0,0005973	0,0009889	0,0009045	0,00055162
10	<i>Criação de suínos</i>	0,0000234	0,0000205	0,0000226	0,0000244	0,0000331	0,0000304	0,0000248	0,0000244	0,0000303	1,0000243	0,0000394	0,0000288	0,0000569	0,0002068	0,0000830	0,0000616	0,0000307	0,0000487	0,0000643	0,0000556	0,0000223	0,0000400	0,0000376	2,0012E-05
11	<i>Criação de aves</i>	0,0003176	0,0003048	0,0003143	0,0003223	0,0003609	0,0003488	0,0003242	0,0003221	0,0125035	0,0053850	1,0231951	0,0106949	0,0003206	0,0006086	0,0002931	0,0003228	0,0002894	0,0002776	0,0003462	0,0003556	0,0003037	0,0007484	0,0004135	0,00030277
12	<i>Pesco, aquicultura e serviços relacionados</i>	0,0034741	0,0035968	0,0035056	0,0034290	0,0030604	0,0031755	0,0034115	0,0034316	0,0031446	0,0034197	0,0027313	1,0032145	0,0029493	0,0028831	0,0016617	0,0027086	0,0032169	0,0024711	0,0030758	0,0034459	0,0035683	0,0158496	0,0031993	0,00361617
13	<i>Indústria extrativa</i>	0,0024668	0,0019028	0,0023223	0,0026740	0,0043685	0,0038393	0,0027544	0,0026625	0,0044207	0,0028998	0,0067051	0,0040343	1,0341414	0,0339969	0,0121486	0,0105309	0,0037149	0,0066285	0,0089324	0,0074422	0,0021937	0,0052392	0,0047643	0,00181398
14	<i>Indústria de transformação</i>	0,0963222	0,0757583	0,0910552	0,1038790	0,1656653	0,1463698	0,1068118	0,1034583	0,1459842	0,1031208	0,2103623	0,1350938	0,3227935	1,4119899	0,5039925	0,3524605	0,1500149	0,2736913	0,3673206	0,3064261	0,0876935	0,2125077	0,1948022	0,07251902
15	<i>Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana</i>	0,0266677	0,0242835	0,0260570	0,0275438	0,0347073	0,0324702	0,0278838	0,0274950	0,0328498	0,0276326	0,0406856	0,0315243	0,0365933	0,0485939	1,2021064	0,0379724	0,0557865	0,0351402	0,0639632	0,0437732	0,0252640	0,0955942	0,0507730	0,02390791
16	<i>Construção civil</i>	0,0008935	0,0007999	0,0008695	0,0009279	0,0012091	0,0011213	0,0009413	0,0009260	0,0008000	0,0007913	0,0008130	0,0007978	0,0074401	0,0010909	0,0006133	1,0084684	0,0013714	0,0007325	0,0033215	0,0066184	0,0087677	0,0034941	0,0113685	0,00078517
17	<i>comércio e serviços de manutenção e reparação</i>	0,0169856	0,0132083	0,0160181	0,0183736	0,0297227	0,0261785	0,0189123	0,0182963	0,0227689	0,0168436	0,0316683	0,0212634	0,0331529	0,0394576	0,0355634	0,0357966	1,0131421	0,0429059	0,0471912	0,0354364	0,0145922	0,0305404	0,0284353	0,01261331
18	<i>Transporte, armazenagem e correio</i>	0,0196105	0,0182309	0,0192571	0,0201175	0,0242628	0,0229682	0,0203143	0,0200893	0,0207386	0,0191487	0,0231266	0,0203346	0,0291610	0,0239730	0,0228596	0,0244965	0,0244262	1,0268920	0,0373410	0,0381877	0,0189028	0,0323588	0,0258406	0,01801354
19	<i>Serviços de informação</i>	0,0063899	0,0063029	0,0063676	0,0064219	0,0066833	0,0066017	0,0064343	0,0064201	0,0065115	0,0063818	0,0067063	0,0064785	0,0330243	0,0215859	0,0086532	0,0099376	0,0100989	0,0070080	1,0528312	0,0086116	0,0064090	0,0108298	0,0069291	0,00628918
20	<i>Intermediação financeira, seguros e previdência complementar e serviços</i>	0,0135984	0,0128104	0,0133966	0,0138879	0,0162555	0,0155161	0,0140003	0,0138718	0,0124084	0,0125705	0,0121650	0,0124496	0,0159203	0,0090332	0,0112749	0,0117311	0,0163903	0,0132283	0,0185852	1,0935936	0,0134928	0,0137175	0,0283039	0,01268626
21	<i>Atividades imobiliárias e alugueis</i>	0,0306097	0,0267050	0,0296096	0,0320447	0,0437769	0,0401130	0,0326015	0,0319648	0,0256431	0,0259038	0,0252515	0,0257093	0,0332125	0,0171377	0,0109344	0,0208207	0,0410022	0,0173705	0,0362640	0,0230735	1,0257024	0,0440725	0,0217560	0,02608989
22	<i>outros serviços</i>	0,0499040	0,0504096	0,0500335	0,0497182	0,0481989	0,0486734	0,0496460	0,0497285	0,0462764	0,0487344	0,0425847	0,0469009	0,0641347	0,0507051	0,0288813	0,0437518	0,0583205	0,0413625	0,0644356	0,0682756	0,0505453	1,0690901	0,0611244	0,05048925
23	<i>Administração, saúde e educação pública e seguridade social</i>	0,0025917	0,0024609	0,0025582	0,0026398	0,0030328	0,0029101	0,0026584	0,0026371	0,0025465	0,0024846	0,0026396	0,0025308	0,0035028	0,0027554	0,0023549	0,0027346	0,0030421	0,0028938	0,0040626	0,0079803	0,0025338	0,0035622	1,0038982	0,0024403
24	<i>Salários</i>	1,0587863	1,1087952	1,0715950	1,0404095	0,8901522	0,9370766	1,0332769	1,0414322	0,9369844	1,0418238	0,7795220	0,9636213	0,7277265	0,4713673	0,3576133	0,7265543	0,9051241	0,6688618	0,7624708	0,9017945	1,0940071	0,8121907	0,8726151	1,11667283

Quadro 6: Matriz inversa do modelo fechado de Leontief, com destaque para a atividade agropecuária (ano de referência 2006).

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa de tese.

5.3 Vetores para a análise de impacto

5.3.1 utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários do Amazonas

A partir da metodologia adotada foi possível estimar os vetores \hat{f}_1 (utilização de terras) e \hat{f}_2 (valor das terras) (Tabela 12).

Tabela 12 – Vetor relativo à utilização e valor das terras da Agropecuária do Amazonas, ano 2006.

Atividades / Vetor	\hat{f}_1	\hat{f}_2
	Utilização das Terras (ha)	Valor da Terra (R\$ mil)
cultivo de cereais para grãos	109.485	29.393
cultivo de cana-de-açúcar	19.630	5.270
cultivo de soja	7.328	1.967
outros produtos da LT	392.349	105.331
cultivo de café	114.331	30.694
cultivo de frutas cítricas	110.947	29.785
outros produtos da LP	110.705	29.720
extração vegetal/florestal	1.761.651	169.118
criação de bovinos	868.249	303.887
criação de suínos	-	-
criação de aves	-	-
pesca e aquicultura	74.370	-
TOTAL	3.569.045	705.165

Fonte: Resultado de pesquisa de tese

Com efeito, as terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários do Amazonas totalizaram 3.569.045 hectares para o ano de 2006, valoradas em R\$ 705.165 mil. Para a pesca e aquicultura não se contabilizou o valor das terras utilizadas pelas dificuldades em se obter um parâmetro de preços de terras para essa atividade.

Numa ordem decrescente, as terras utilizadas para produção de produtos das florestas representam 49,36% do total das terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários; seguem as terras com pastagens utilizadas para produção da pecuária bovina (24,33%); as terras para o cultivo de outros produtos da lavoura temporária representam 10,99%; terras usadas para cultivo de café (3,20%); frutas cítricas (3,11%); lavoura permanente (3,10%); cultivo de cereais (3,07%); pesca (2,08%); cana-de-açúcar (0,55%); soja (0,21%); aves e suínos (0,00%) (Gráfico 9).

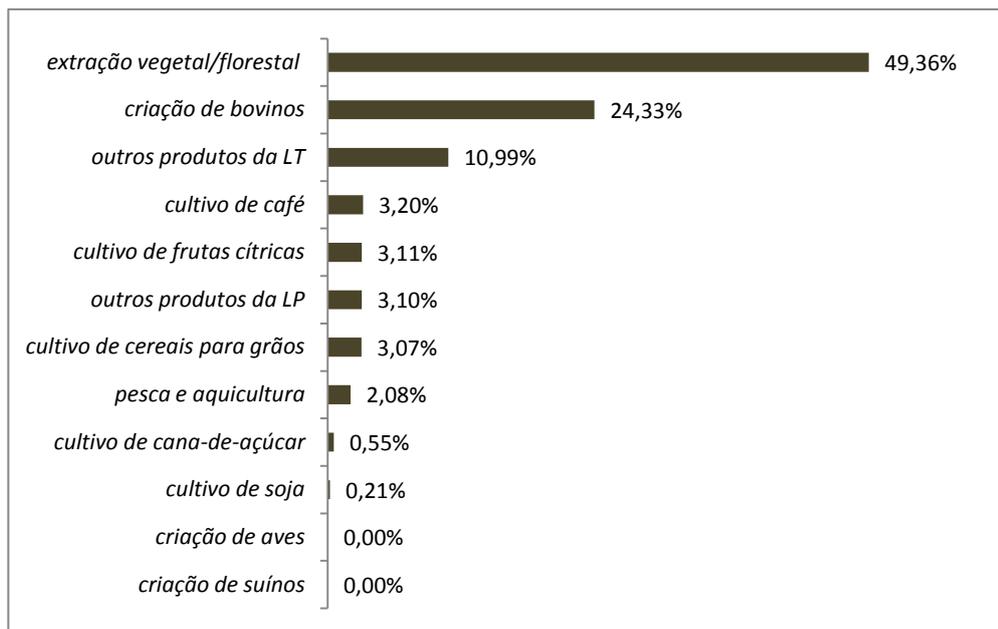


Gráfico 9 – Participação das terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários do Amazonas, ano 2006.

Fonte: Resultado de pesquisa de tese

Pelo motivo de o Censo Agropecuário ser a principal fonte de informações do País para se estudar a distribuição da posse da terra, limitamos nossos resultados aos dados contidos no censo. Sabe-se, evidentemente, que possivelmente há limitações metodológicas na estimação dessa variável, especialmente quando se procura analisar a utilização das terras destinadas à atividade de extração vegetal.

É de se supor que, por exemplo, nos 1,7 milhão de hectares destinados à produção de produtos das florestas, como, especialmente: a coleta da castanha-do-pará e extração da madeira em tora haja uma forte deficiência nesses dados. Só no caso da castanha, no Amazonas sua coleta se dá em grande maioria, de acordo com informações recebidas pelo Centro Estadual de Unidades de Conservação (CEUC), em Unidades de Conservação do Estado, sem, contudo, se considerar aqui as unidades de conservação sob domínio federal.

Por exemplo, só a RDS Piaguaçu Purus possui uma extensão de 1.008.167 hectares e 12% de seu território está localizado dentro do Município de Beruri, no Amazonas, o qual, em 2010, segundo dados da Produção Extrativa Vegetal, produziu 25,15% de toda a castanha produzida no Estado. Não se quer dizer aqui que a coleta de castanha se dá em toda a extensão da unidade, até porque os castanhais são extremamente distantes um do outro e localizados em diversos pontos no interior da unidade. Mas, quer demonstrar que é bem provável que as terras utilizadas para produção extrativas devam ser bem mais significativas, especialmente no Amazonas.

Voltando à utilização das terras; de modo geral, as terras destinadas à produção agropecuária no Amazonas dão-se, em grande medida, em pequenas propriedades rurais menores de dez hectares e a participação das áreas ocupadas desses empreendimentos

em relação à área ocupada total por atividade econômica é baixíssima; pode-se afirmar que os estabelecimentos agropecuários que mais produzem possuem menos áreas ocupadas e os que menos produzem possuem mais áreas improdutivas (Tabela 13).

Tabela 13 - Número (un) e área total (ha) dos estabelecimentos agropecuários do Amazonas, ano 2006.

Atividade Econômica	Número de estabelecimentos (%)			Área dos estabelecimentos (%)		
	<10ha	10<ha<100	a partir de 100ha	<10ha	10<ha<100	a partir de 100ha
Lavoura Temporária	0,59	0,34	0,07	0,02	0,28	0,70
Lavoura Permanente	0,93	0,07	0,00	0,42	0,32	0,26
Pecuária	0,21	0,56	0,23	0,00	0,17	0,83
Produção Florestal (florestas naturais)	0,51	0,37	0,12	0,02	0,17	0,81
Pesca	0,96	0,04	0,00	0,32	0,26	0,43
Aquicultura	0,12	0,75	0,13	0,00	0,42	0,58

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo Agropecuário 2006.

Nota: Estratos de áreas: <10 ha (pequeno); 10< ha <100 (médio) e a partir de 100 ha (grande).

No que se refere à lavoura temporária, o número de estabelecimentos agrícolas com áreas pequenas e médias alcança, respectivamente, 59% e 34% do total dos estabelecimentos, sendo que essas áreas juntas chegam a apenas 30% do total das áreas destinadas à lavoura temporária. A grande maioria da área dos estabelecimentos destinada a essa atividade (70%) é improdutiva (0,07%). Isso denota o caráter familiar dessa atividade, uma vez que a produção da lavoura temporária está concentrada em pequenas propriedades e que a área dessas propriedades representam apenas 0,02% do total das áreas agrícolas destinadas à atividade.

O mesmo acontece relativamente com a lavoura permanente pois, 93% dos seus estabelecimentos produtivos são constituídos de pequenas áreas inferiores a dez hectares, as quais representam 42% do total das áreas destinadas a essa atividade. E 52% das áreas destinadas à lavoura permanente está ociosa.

Quanto à pecuária, 56% dos estabelecimentos destinados a essa atividade estão concentrados em médias áreas produtivas, entre dez de cem hectares, sendo que essas áreas representam apenas 17% do total das áreas destinadas à atividade pecuária. Ao passo que, 23% dos estabelecimentos da pecuária estão concentrados em grandes áreas produtivas, estratos a partir de cem hectares; e essas áreas representam 83% do total das áreas destinadas à atividade da pecuária amazonense.

Já os estabelecimentos destinados à produção florestal (florestas naturais) estão concentrados em pequenas (51%) e médias (37%) propriedades, e somente uma pequena parcela deles (12%) está concentrada em grandes propriedades a partir de cem hectares. No entanto, as áreas dos estabelecimentos que estão concentrados em pequenas e médias propriedades não chegam a 20% das áreas de terras destinadas à atividade de produção

florestal; havendo uma grande concentração de áreas não produtivas (81%), pois detém apenas 12% de estabelecimentos produtivos.

No que tange à pesca, essa atividade é desenvolvida em pequenas propriedades, 96% dos seus estabelecimentos estão concentrados em estratos inferiores a dez hectares, sendo que essas áreas representam apenas 32% das áreas totais dos estabelecimentos destinados a essa atividade. O restante dos estabelecimentos (4%) detém praticamente 70% do total das terras destinadas à atividade de pesca no Amazonas, o que caracteriza que esses estabelecimentos são improdutivos. Já a aquicultura, 75% dos estabelecimentos estão concentrados em médias propriedades e as áreas dessas propriedades equivalem a 42% do total de áreas destinadas à atividade da aquicultura.

Esclarece-se que não se despendeu tempo nesta tese para discussões teórico-metodológicas sobre valoração do capital natural “terras utilizadas”, porque não segue o objetivo precípua da pesquisa; além de que os procedimentos metodológicos adotados não desvelam efetivamente o quanto realmente valeria a terra utilizada pela produção desenvolvida. Isso requer outros parâmetros a ser utilizado, como, por exemplo, os custos de produção (insumos, maquinaria, pessoal, entre outros). Apenas procurou-se acrescentar esta variável na análise de impacto com o fim de observar a sua variação em função de uma mudança exógena na economia.

5.3.2 Mercado de castanha-do-pará no Amazonas

A partir da metodologia adotada foi possível estimar o vetor de demanda final ΔY como uma variação exógena na demanda. Essa variação deu-se a partir de uma estratégia de incremento nas exportações amazonenses para o restante do mundo de castanha-do-pará como resultado de uma provável manutenção do crescimento da produção amazonense de castanha sobre uma média anual de exportação.

Assim, considerando que $Y = DE$, o vetor de composição da participação das atividades na realização das exportações de castanha-do-pará para o resto do mundo é 81,62% para a atividade extração vegetal/florestal e 18,38% para a indústria de transformação (Tabela 14).

Tabela 14 – Vetor de composição da participação das atividades nas exportações de castanha-do-pará

Atividades	Vetor de composição da exportação de castanha-do-pará (φ)
Cultivo de cereais p/grãos	0,00%
Cultivo de cana-de-açúcar	0,00%
Cultivo de soja	0,00%
Cultivo de outros da LT	0,00%
Cultivo de frutas cítricas	0,00%
Cultivo de café	0,00%
Cultivo de outros da LP	0,00%
Extração vegetal	81,62%
Criação de bovinos	0,00%
Criação de suínos	0,00%
Criação de aves	0,00%
Pesca e aquicultura	0,00%
Indústria extrativa	0,00%
Indústria de transformação	18,38%
Produção e distribuição de eletricidade, água, gás	0,00%
Construção civil	0,00%
Comércio	0,00%
Transporte, armazenagem	0,00%
Serviços de informação	0,00%
Intermediação financeira	0,00%
Atividades imobiliárias e aluguéis	0,00%
Administração, saúde e educação	0,00%

Fonte: Resultado da pesquisa de tese.

Considerando que as exportações amazonenses desse produto para os demais países do mundo tem alcançado uma média anual de $\rho = R\$ 10.598,68 \text{ mil}$, no período de 2006 a 2010. E, considerando o crescimento da produção amazonense na ordem de $\sigma = 4,76\%$, no mesmo período. O resultado é $\tau = R\$ 504,18 \text{ mil}$, distribuídos pelo vetor de composição da participação de cada atividade na exportação para o restante do mundo de castanha-do-pará (Tabela 15).

Tabela 15 – Vetor da variação de produção regional de castanha-do-pará do Amazonas

Atividades	Vetor ($\Delta Y = \tau$)
Cultivo de cereais p/grãos	0,00
Cultivo de cana-de-açúcar	0,00
Cultivo de soja	0,00
Cultivo de outros da LT	0,00
Cultivo de frutas cítricas	0,00
Cultivo de café	0,00
Cultivo de outros da LP	0,00
Extração vegetal	411,51
Criação de bovinos	0,00
Criação de suínos	0,00
Criação de aves	0,00
Pesca e aquicultura	0,00
Indústria extrativa	0,00
Indústria de transformação	92,67
Produção e distribuição de eletricidade, gás, água	0,00
Construção civil	0,00
Comércio	0,00
Transporte, armazenagem	0,00
Serviços de informação	0,00
Intermediação financeira	0,00
Atividades imobiliárias e aluguéis	0,00
Administração, saúde e educação.	0,00

Fonte: Resultado da pesquisa de tese.

O vetor ΔY mostra o “cenário” resultante de uma mudança induzida na demanda final para a realização da análise de impacto.

5.4 Resultados dos métodos de análise da teoria de insumo produto

5.4.1 Índices de encadeamentos produtivos

Neste trabalho se calculou os índices de encadeamento de forma a mostrarem a magnitude dos impactos, em unidades monetárias, das atividades agropecuárias em função de uma alteração na demanda final. Os índices de encadeamentos para frente (*forward*) e para trás desvelam, respectivamente, o quanto determinado setor é demandado por todos os outros setores e quanto um setor demanda dos demais setores (Tabela 16).

Tabela 16 – Índice de Ligação para Frente e para Trás da Agropecuária do Amazonas, ano 2006

Ordem	Atividades	Índice de Ligação para Frente			Índice de Ligação para Trás		
		Modelo Aberto	Efeito Renda	Modelo Fechado	Modelo Aberto	Efeito Renda	Modelo Fechado
1	Cultivo de cereais p/grãos	1,02	0,00	1,03	1,10	1,29	2,39
2	Cultivo de cana-de-açúcar	1,03	0,01	1,03	1,01	1,35	2,36
3	Cultivo de soja	1,00	0,00	1,00	1,08	1,30	2,38
4	Cultivo de outros da LT	1,60	0,11	1,71	1,13	1,26	2,40
5	Cultivo de frutas cítricas	1,00	0,00	1,00	1,39	1,08	2,48
6	Cultivo de café	1,00	0,00	1,01	1,31	1,14	2,45
7	Cultivo de outros da LP	1,08	0,03	1,11	1,15	1,26	2,40
8	Extração florestal	1,04	0,00	1,05	1,13	1,27	2,40
9	Criação de bovinos	1,03	0,01	1,04	1,16	1,14	2,30
10	Criação de suínos	1,00	0,00	1,00	1,07	1,27	2,33
11	Criação de aves	1,05	0,01	1,06	1,31	0,95	2,26
12	Pesca	1,02	0,07	1,09	1,14	1,17	2,31

Fonte: Resultado da pesquisa

Com relação aos índices de ligação para frente, tomando-se como base o maior índice entre eles (cultivo de outros produtos da lavoura temporária), é possível inferir que um choque de R\$1,0 na demanda final de todos os setores da agropecuária amazonense gera um impacto de R\$1,71 no valor da produção da atividade cultivo de outros produtos da lavoura temporária, que inclusive tem como principal e predominante produto a mandioca. Da mesma forma, com relação aos índices de ligação para trás, o setor de cultivo de frutas cítricas, que tem na laranja seu principal produto, caso receba um choque de R\$ 1,0 na demanda final dele gera um impacto na produção de todos os setores da ordem de R\$ 2,48.

Em termos de posicionamento, o índice de ligação para frente das atividades da agropecuária amazonense pode ser avaliado pelo Gráfico 10 abaixo. A atividade de maior relevância para frente é o cultivo de outros produtos da lavoura temporária (1,71), o que o torna um setor extremamente demandado pelo outros. Segue a atividade de cultivo de outros produtos da lavoura permanente (1,11); pesca (1,09); criação de aves (1,06); extração florestal (1,05); criação de bovinos (1,04); cana-de-açúcar e cereais (1,03); cultivo de café (1,01); frutas cítricas, suínos e soja (1,0).

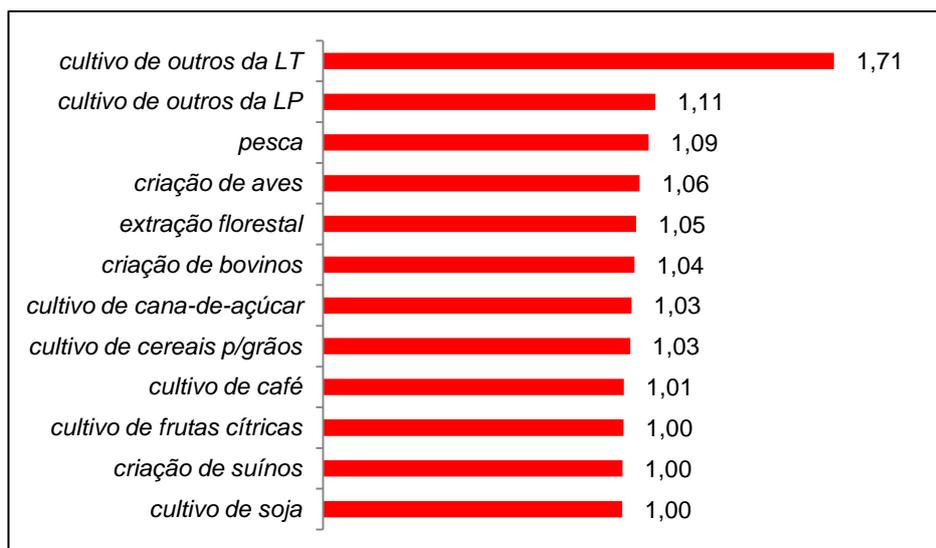


Gráfico 10: *Ranking* do índice de ligação para frente das atividades agropecuárias do Amazonas, ano 2006.

Fonte: Resultado de pesquisa de tese.

Da mesma forma, o Gráfico 11 elenca o índice de ligação para trás das atividades da agropecuária. O cultivo de frutas cítricas aparece como o principal índice de ligação para trás (2,48), demonstrando quanto este setor demanda dos demais setores. Na sequência, o setor de cultivo de café também é demandante de insumos de outros setores na ordem de 2,45. Os setores cultivados de outros da LP, outros da LT e extração florestal possuem o mesmo índice de 2,40, o que caracteriza que esses setores demandam dos outros numa mesma ordem. Os demais setores são assim avaliados: cultivo de cereais (2,39); soja (2,38); cana (2,36); suínos (2,33); pesca (2,31), bovinos (2,30) e aves (2,26).

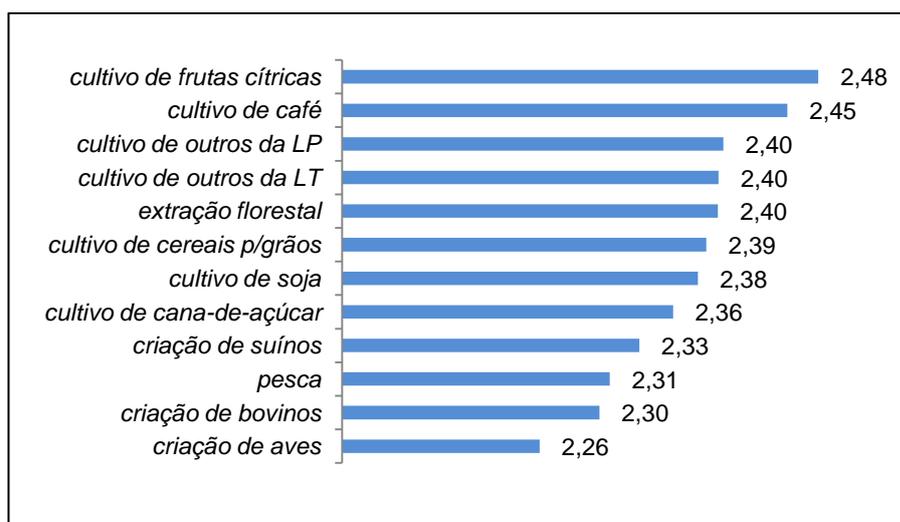


Gráfico 11: *Ranking* do índice de ligação para trás das atividades agropecuária do Amazonas, ano 2006.

Fonte: Resultado de pesquisa de tese.

5.4.2 Análise de Impacto

A análise de impacto desenvolvida diz respeito aos impactos das atividades da agropecuária sobre os serviços ecossistêmicos, os quais se referem aos fluxos de benefícios gerados pelo estoque de capital natural dos recursos de serviço de fundo.

Para que isso se concretizasse, primeiro, foi elaborada a matriz de coeficientes de impactos diretos de utilização de terras por atividades econômica da agropecuária. Isso foi realizado com base nos procedimentos metodológicos propostos nos itens 3.2.2 e 4.3.2 desta tese. A matriz de coeficientes de impactos diretos de utilização de terras pode ser identificada por $P = d_{kj}$. Sua elaboração se dá a partir da razão entre a quantidade de terras utilizadas por atividade econômica da agropecuária e o seu respectivo valor da produção (\hat{f}_1/VP). Cada coeficiente da matriz, d_{kj} , indica a quantidade de terra utilizada por unidade de produção da agropecuária; que, no caso desta tese é a quantidade de terra utilizada, por exemplo, no cultivo de lavoura temporária por um milhão produzido nessa atividade, e assim sucessivamente para as demais atividades que compõem o setor agropecuário amazonense.

De posse dessa matriz de coeficiente de impacto direto partiu-se para uma segunda ação. A partir da matriz de impacto intersetorial do modelo fechado de Leontief, $L = (I - DB)^{-1}$, cada elemento desse matriz, l_{ij} , indica a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j . Por exemplo, observando matriz de Leontief disposta no Quadro 1 deste capítulo, a produção necessária da atividade de cultivo da lavoura temporária para produzir uma unidade da demanda final da atividade de cultivo de soja é 0,0367224; ou seja, são os requerimentos diretos provenientes da demanda final e indiretos provenientes do consumo intermediário para produção agropecuária.

Então, multiplicando a matriz de coeficiente de impacto direto de utilização de terras (P) pela matriz de coeficientes de impacto intersetorial direto e indireto (L) idealiza-se a matriz de coeficientes de impacto total de utilização de terras por atividade da agropecuária, sendo que cada elemento da matriz expressa o impacto total direto e indireto da utilização de terras por atividade econômica da agropecuária gerada por unidades de valores (milhão) de demanda final (Tabela 17).

Tabela 17 – Matriz de impacto direto e matriz de impacto direto e indireto de utilização das terras da agropecuária do Amazonas, ano 2006.

Variável Utilização de Terras (ha)	<i>impacto direto</i>	<i>impacto direto e indireto (impacto total)</i>
Cultivo de cereais p/grãos	2.450,00	2.536,50
Cultivo de cana-de-açúcar	99,60	122,90
Cultivo de soja	3.013,70	3.084,10
Cultivo de outros da LT	564,70	674,40
Cultivo de frutas cítricas	7.920,30	8.219,80
Cultivo de café	4.702,50	4.942,70
Cultivo de outros da LP	381,10	499,80
Extração vegetal	18.247,10	18.355,50
Criação de bovinos	3.928,00	3.997,90
Criação de suínos	-	36,90
Criação de aves	-	119,30
Pesca e aquicultura	240,60	302,20

Fonte: Resultado de pesquisa de tese.

O impacto direto sobre a utilização de terras nos mostra apenas a utilização de terras em função da produção total de cada atividade, ou seja, mostra a quantidade de terras utilizadas em hectares por milhão de valor produzido de cada atividade. Por exemplo, a atividade de cultivo de outros produtos da lavoura temporária utiliza diretamente 564,70 hectares de terras por milhão produzido por ela. Ao passo que, o impacto total por atividade das terras utilizadas pela agropecuária nos mostra os requisitos diretos e indiretos da produção setorial dada uma variação de um milhão na demanda final. Ou seja, por exemplo, para cada um milhão requerido pela demanda final utiliza-se 674,40 hectares de terras na atividade cultiva-se de outros produtos da lavoura temporária. E assim sucessivamente para as demais atividades,

De posse da matriz acima, numa terceira fase, parte-se para a realização da análise de impacto propriamente dito. Ela diz respeito aos impactos das atividades da agropecuária sobre os serviços ecossistêmicos, os quais se referem aos fluxos de benefícios gerados pelo estoque de capital natural dos recursos de serviço de fundo. Essa análise de impacto partiu de uma mudança ocorrida na demanda final ($DE = Y$, especificamente sobre as exportações para o restante do mundo de castanha-do-pará com casta e sem casta) sobre a utilização das terras no processo produtivo da agropecuária. Além dessa variável ambiental, que responde ao objetivo precípua desta pesquisa, também foram estimados os impactos dessa mudança da demanda final sobre outras variáveis relevantes para o setor agropecuário amazonense: valor bruto da produção, valor adicionado bruto, ocupações (emprego) e processo de integração produção agropecuária versus produção industrial.

Portanto, com o fim de se estimar o impacto das atividades produtivas da agropecuária sobre as terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários em função de uma mudança exógena na demanda final, multiplicou-se a matriz impacto total de utilização de

terras pelo vetor de demanda final, ΔY , resultando assim na estimação do impacto total e relativo sobre as variáveis VBP, VAB, ocupações, processo de integração agricultura *versus* indústria, utilização de terras e valor das terras (Tabela 18).

Tabela – 18 Vetor de impacto total e relativo das variáveis VBP, VAB, ocupações, processo de integração agricultura *versus* indústria, utilização de terras e valor das terras da agropecuária do Amazonas, ano 2006.

Item	Variáveis	Vetor de Impacto Total da Agropecuária	Vetor de Referência proveniente da TRUAGRO AM 2006 e do Vetor Ambiental para o Setor Agropecuário	Vetor de Impacto Relativo
1	Valor Bruto da Produção (R\$)	714	1.983.994	0,0360%
2	Valor Adicionado Bruto (R\$)	472	1.646.781	0,0287%
3	Ocupações (un)	31	306.501	0,0100%
4	Processo de integração (R\$)	41	255.963	0,0160%
5	Utilização das terras (ha)	7.559	3.569.045	0,2118%
6	Valor das terras (R\$)	730	705.165	0,1035%

Fonte: Resultado da pesquisa de tese

De modo geral, todas as variáveis estudadas obtiveram um impacto positivo. As terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários amazonenses tiveram um incremento na ordem de 7.559 hectares, caracterizando, em termos relativos, um crescimento de 0,2118% no total geral de terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários, que envolvem terras destinadas para lavouras temporárias, permanentes, pastagens, matas e florestas e pesca. O impacto sobre o valor bruto da produção da agropecuária será de 0,0360% em relação ao ano de referência. Já o impacto sobre o valor adicionado do setor será 0,0287%; sobre as ocupações, 0,0100%; sobre o processo de integração agropecuária *versus* indústria, 0,0160%; e sobre o valor das terras, 0,1035%.

Entretanto, quando se propõe a analisar mais setorialmente os resultados são outros. O impacto sobre as variáveis VBP, VAB, ocupações, processo de integração agropecuária *versus* indústria, utilização de terras e valor das terras do setor da extração vegetal ou florestal é bem mais significativo em função de uma variação exógena ao modelo econômico. Todas as variáveis são impactadas positivamente em relação ao ano de referência. O valor bruto da produção do setor extrativo vegetal recebe um aumento de 0,7397%; o valor adicionado do setor também aumenta 0,5751%; as ocupações crescem 0,6561%; o processo de integração agropecuária *versus* indústria tem um incremento na ordem de 0,5152%; as terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários recebem um incremento de 0,4291%; e, valor das terras aumenta 0,4315% (Tabela 17).

Tabela 19 – Vetor de impacto total e relativo das variáveis VBP, VAB, ocupações, processo de integração agricultura versus indústria, utilização de terras e valor das terras do setor extrativo vegetal, ano 2006.

Item	Variáveis	Vetor de Impacto Total da Agropecuária	Vetor de Referência proveniente da TRUAGRO AM 2006 e do Vetor Ambiental para o Setor Silvicultura e Exploração Florestal	Vetor de Impacto Relativo
1	Valor Bruto da Produção (R\$)	714	96.544	0,7397%
2	Valor Adicionado Bruto (R\$)	472	82.109	0,5751%
3	Ocupações (un)	31	4.680	0,6561%
4	Processo de integração (R\$)	41	7.933	0,5152%
5	Utilização das terras (ha)	7.559	1.761.651	0,4291%
6	Valor da terras (R\$)	730	169.118	0,4315%

Fonte: resultado da pesquisa de tese.

Analisando cada uma dessas variáveis a começar pela utilização de terras, o incremento das terras com matas e florestas destinadas a produção de produtos não madeireiros é relevante e estratégico regionalmente. Isso porque, apesar do aumento da utilização das terras com matas e florestas na ordem de 0,4291% em relação ao valor existente no ano de referência, esse aumento é positivo do ponto de vista do uso do capital natural “terras com matas” utilizadas para produção de produtos extrativos oriundos da floresta. Ao passo que, o incremento de 0,4291% teria uma conotação negativa caso as terras com matas e florestas fossem destinadas para produção de produtos que necessitasse transformar essas matas e florestas em “terras de pastagem” ou “terras de lavouras” para produção de atividades intensivas e extensivas de recursos naturais, as quais invariavelmente implicariam em desmatamentos, degradação do solo, perda de biodiversidade e emissão de gases de efeito estufa.

Outro fator relacionado à utilização das terras com matas e florestas para a atividade de extração vegetal foi o incremento de quase 0,5% no valor dessas terras. Apesar desse incremento, essas terras ainda estão extremamente subvalorizadas dada à forma como se dá a regulação do mercado de terras na região, em que as terras com matas são transformadas em terras para cultivos e pastagens. O preço destas últimas são superiores àquelas, respectivamente, 350 R\$/ha e 96 R\$/ha, conforme explicitado no item 4.4.1. Isso mostra a desvalorização do capital natural, “se é que podemos dar algum valor a ele”, que numa etapa seguinte é transformado em mercadoria supervalorizada no mercado. É possível que os baixos preços das terras com matas e florestas tenham influenciado o resultado do impacto dessa variável em função de uma variação exógena na demanda. Mas, o certo é que há uma regulação que transforma florestas originárias em “terras com mata” a baixos preços em “terras de pastagem” ou em “terras para lavoura”.

Quanto à variável “processo de integração agropecuária *versus* indústria” seu incremento foi na ordem de 0,5152% em relação ao ano de referência. E o que significa isso para o setor agropecuário, em especial, para o setor da silvicultura e exploração florestal? Em primeiro lugar, isso significa aumentar a presença da indústria rural no processo de produção primária dos estabelecimentos agropecuários. Em segundo lugar, esse incremento de 0,5152% no processo de integração agricultura-indústria pode configurar fortes consequências sobre o nível de renda e emprego nas comunidades que vivem da produção de produtos não madeireiros em virtude da dinamização da cadeia produtiva desses produtos no interior dessas comunidades.

Uma possibilidade de intensificar a cadeia produtiva seria por intermédio do que denominados no item 2.3 de “polos extrativos”, que não se detém apenas ao nosso exemplo da castanha, mas pode abranger uma diversidade produtos da floresta, tais como: borracha, resina, óleos essenciais, plantas fitoterapêuticas, frutas (açai, camu-camu, entre outras), couro vegetal, fungos, plantas ornamentais, etc. Mas para fins de compreensão e, generalizando, para nosso exemplo da castanha, a produção desenvolvida nesses “pólos extrativos” seria do tipo “produção econômico-ecológica de castanha-do-pará”⁹⁴ voltada para regiões de UC e para outras regiões não UC, que tanto numa quanto noutra região haveria um impacto na intensificação do processo de integração “extração/cultivo *versus* indústria” na ordem de 0,5152% conforme demonstrou a análise de impacto realizada. Como resultado, a diversificação da produção desses produtos intensificada pela dinamização da cadeia produtiva levaria invariavelmente a suprir determinados *gaps* do mercado, como é o caso da produção da castanha-do-pará sem casca para alcance do mercado de frutas processadas.

O valor bruto da produção e o valor adicionado bruto do setor extrativo vegetal também obtiveram impactos positivos pela análise de impacto realizada. O VBP do setor teve um crescimento de 0,7397% e o VAB teve um incremento de 0,5751%. É evidente a forte relação existente entre os setores produtivos que foram impactados pela variação exógena da demanda, o que pode explicar *a priori* os aumentos naquelas duas variáveis. Mas também o incremento da indústria rural de 0,5152%% certamente deve ter influenciado substancialmente o valor da produção e valor adicionado do setor extrativo. E, mais importante foi a variação ocorrida nas ocupações do setor, que obteve um incremento de 0,6561% no total de empregos gerados, percentual este só inferior ao valor da produção.

Contrariamente a tudo isso, fazendo uma comparação entre o impacto total das variáveis econômicas do setor agropecuário com as variáveis do ano de referência da

⁹⁴ Entendendo aqui que poderia ser qualquer outro produto florestal não madeireiro.

economia amazonense percebe-se que o impacto é praticamente zero para o setor primário (Tabela 20).

Tabela 20 – Vetor comparativo do impacto total e relativo entre o setor agropecuário e a economia do Amazonas, ano 2006.

Item	Variáveis	Vetor de Impacto Total da Agropecuária	Vetor de Referência proveniente da TRUAGRO AM 2006 da Economia do Amazonas	Vetor de Impacto Relativo
1	Valor Bruto da Produção (R\$)	714	88.600.280	0,0008%
2	Valor Adicionado Bruto (R\$)	472	32.976.486	0,0014%
3	Ocupações (un)	31	1.416.874	0,0022%

Fonte: Resultado da pesquisa de tese.

O valor bruto da produção, o valor adicionado bruto e as ocupações do setor agropecuário obtiveram impactos nulos em relação ao comparativo com a economia amazonense, respectivamente 0,0008%, 0,0014% e 0,0022%. Isso demonstra ser a economia amazonense eminentemente orientada pela indústria de transformação do Polo Industrial de Manaus; e, um choque exógeno na demanda do setor agropecuário, ainda que positivo, detém mínimas repercussões no sistema econômico do Estado. Ao passo que, em choques mais setoriais é possível deslumbrar encadeamentos produtivos mais promissores em termos de geração de renda e emprego, especialmente no interior do Estado, aonde o setor agropecuário é mais eminente.

Madeira em tora *versus* produtos de madeira: impactos na cadeia produtiva

O item anterior realizou uma análise de impacto sobre um produto não madeireiro. Este subitem, entretanto, realiza adicionalmente uma análise de impacto sobre um produto madeireiro. Sendo assim, seu objetivo principal é analisar o impacto sobre a produção de madeira em tora extrativa a partir de uma variação exógena no setor de produtos de madeira decorrente de um incremento nas exportações para o resto do mundo de produtos madeireiros.

O produto-conta madeira em tora é um produto *in natura* advindo da atividade da silvicultura e exploração florestal pertencente ao setor agropecuário. Nesse produto-conta é excluída destinação para celulose, o que lhe confere a denominação madeira em tora, exclusive para celulose. No Amazonas, a produção de madeira em tora é extrativa apenas; classificada na CNAE 1.0 sob o número 02127. Enquanto o produto-conta produtos de

madeira, exclusive móveis⁹⁵ é um produto da indústria de transformação da atividade produtos de madeira, exclusive móveis; sua classificação na CNAE 1.0 é 20214.

É importante uma análise breve sobre a cadeia produtiva do setor florestal de produtos madeireiros. Na estrutura da cadeia produtiva da madeira, de modo geral, as toras de madeiras são destinadas para fins energéticos (lenha e carvão) e para fins industriais (produtos de madeiras). No Amazonas, analisando estes aspectos a partir da TRUAGRO AM 2006, 99% da produção da madeira em tora extrativa amazonense é destinada ao consumo intermediário, especialmente para o setor de produtos madeireiros, exclusive móveis; a destinação dessa produção para os destinos finais (exportações, investimentos, consumos e estoques) é restrita (Gráfico 12).

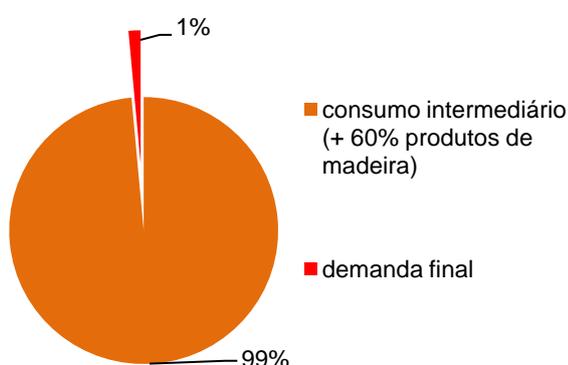
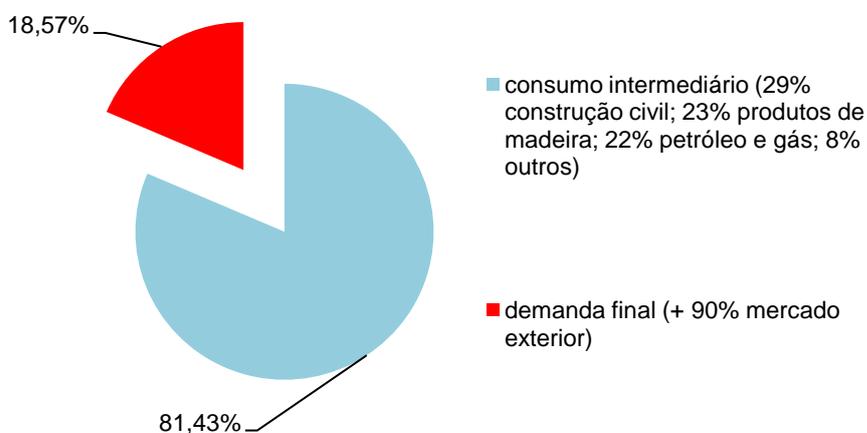


Gráfico 12: Consumo intermediário e final da madeira em tora do Amazonas, ano 2006.
Fonte: resultado de pesquisa de tese.

Já no caso dos produtos de madeira, exclusive móveis, 81,43% da sua produção estadual é destinada ao consumo intermediário (construção civil, 29%; produtos de madeira, 23%; petróleo e gás, 22%; outros setores, 8%) e 18,57% é destinado à demanda final (voltada para as exportações para o resto do mundo, 90%) (Gráfico 13).



⁹⁵ Produtos de madeira, exclusive móveis correspondem aos seguintes produtos: madeira serrada; madeira laminada e chapas de madeira; artefatos diversos de madeira, exclusive móveis; embalagens de madeira e artefatos de tanoaria; esquadrias e estruturas de madeira.

Gráfico 13: Consumo intermediário e final de produtos de madeira do Amazonas, ano 2006.
Fonte: resultado de pesquisa de tese.

Outro aspecto que deve ser apontado é quanto à participação dos insumos em cada setor intermediário acima. Mas, a isto nos reportamos especialmente ao setor de produtos de madeira, exclusive móveis, que é a atividade representativa da cadeia produtiva da madeira. O insumo principal desta atividade são os produtos de madeira, exclusive móveis, que participam com 47,47% dos insumos totais da atividade; segue a participação da madeira em tora, 15,29%; os restantes dos insumos (energia, transportes, combustíveis, entre outros) somam 37,24% (Gráfico 14).

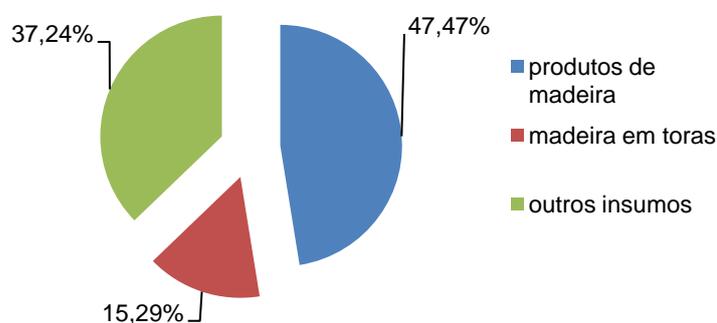


Gráfico 14: Insumos do setor produtos de madeira, exclusive móveis do Amazonas, ano 2006.
Fonte: resultado de pesquisa de tese

Como resultado de tudo isto, podemos resumir tais considerações da seguinte maneira: 60% da madeira em tora extrativa é destinada para a indústria de transformação, servindo como insumo para a atividade produtos de madeira. E, por conseguinte, no cômputo total dos insumos do setor de produtos de madeira, exclusive móveis, a madeira em tora tem uma participação de 15% no total desses insumos. Há, portanto, uma relação direta entre a produção de madeira em tora extrativa e a produção de produtos de madeira. Em função disto, uma eventual mudança exógena no setor da transformação da madeira (setor de produtos de madeira, exclusive, móveis), certamente, causará repercussão em outros setores produtivos, em especial na produção de madeira em tora extrativa. E esta variação na demanda final que nos referimos, provavelmente, dar-se-á do lado do setor de produtos de madeira (transformação industrial), porque a demanda final deste setor além de corresponder a praticamente 20% dos seus destinos, é voltada quase totalmente para as exportações para o resto do mundo. Todas essas considerações podem justificar a realização de uma análise de impacto sobre a produção de madeira em tora a partir de uma variação exógena no setor de produtos de madeira decorrente de um incremento nas exportações para o resto do mundo de produtos madeireiros.

Para realizar a análise de impacto seguiram-se os seguintes procedimentos: elaboração da matriz de Leontief; elaboração do vetor de demanda final; e elaboração do vetor de coeficientes diretos a partir do valor da produção das atividades econômicas. A base de dados que subsidiou a elaboração da matriz de Leontief, a elaboração do vetor de demanda final e o vetor de coeficientes diretos foi a TRUAGRO AM 2006 (versão não publicada N117 x N66), que detém uma abertura maior dos setores de atividades, inclusive a atividade produtos de madeira, exclusive móveis. Diversas operações matriciais foram realizadas para que se chegasse à matriz de impacto intersetorial e à matriz de impacto de Leontief conforme procedimentos metodológicos já explicitados no capítulo metodológico.

Quanto à elaboração do vetor de demanda final, partiu-se do princípio que $Y = DE$ é a demanda final por atividades. Isto constituiu o vetor de composição das exportações para o resto do mundo por setores econômicos e, por conseguinte, o peso de cada atividade nas exportações totais do resto do mundo, inclusive com destaque para o setor de produto de madeiras, exclusive móveis. Em especial, as exportações para o resto do mundo de produtos de madeira, exclusive móveis correspondem a 1,032% das exportações internacionais totais e as exportações da extração florestal, inclusive as exportações de madeira em tora correspondem a 0,32% das exportações totais para o resto do mundo. Sendo assim, um incremento na ordem de 10% nas exportações de produtos de madeira, caracterizando assim uma variação exógena ao sistema de insumo-produto, tem repercussões em todos os setores do sistema, mas especificamente nos setores da extração vegetal e no de transformação da madeira, que são os setores de interesse desta análise.

Um último procedimento foi a elaboração do vetor de coeficiente direto do valor da produção das atividades econômica em função do próprio vetor do valor da produção. Mas como a intenção é analisar o impacto na produção de madeira em tora extrativa desmembrou-se o valor da produção da atividade silvicultura e extração florestal com o fim de se calcular apenas o coeficiente direto do valor da produção da madeira em tora sem incluir os outros produtos pertencentes à atividade da silvicultura e extração florestal.

De posse das matrizes e dos vetores, multiplicou-se o vetor de composição da produção regional decorrente da variação exógena nas exportações para o resto do mundo pela matriz de impacto por atividade, que é resultado do produto do vetor da produção de madeira em tora pela matriz de Leontief. De modo geral, os resultados apontaram que o impacto no setor da silvicultura e extração florestal, em termos de valor da produção, foi na ordem de 5,66% em função da variação exógena ao sistema de insumo-produto; ou seja, em função de um incremento de dez por cento sobre as exportações amazonenses para o resto do mundo de produtos de madeira. Como a madeira em tora participa com 30% do valor bruto da produção da extração florestal, o impacto encontrado de 5,66% no setor

florestal equivale a um impacto na ordem de 1,73% no valor da produção da madeira em tora extrativa amazônica. Este resultado é bem superior ao encontrado na análise de impacto realizada sob a perspectiva da castanha-do-pará, em que o valor da produção do setor extrativo obteve um incremento de 0,7397%. Assim, em outras palavras, um incremento exógeno médio de dez por cento nas exportações mundiais de produtos de madeira (madeira serrada, madeira laminada e chapas de madeira; artefatos diversos de madeira, entre outros produtos) no sistema de insumo-produto, *ceteris paribus*, aumentou a produção de madeira em tora extrativa amazônica em 1,73%, em termos de valores de produção. Isto nos permite inferir que há um impacto positivo e expressivo sobre a produção de madeira em tora extrativa amazônica em decorrência de uma mudança qualquer ou politicamente planejada no mercado da transformação da madeira. Esses resultados concluem pela necessidade de políticas públicas ambientais orientadas para supervisão, controle e monitoramento da atividade industrial e extrativa da madeira no âmbito dos agentes econômicos que atuam direta e indiretamente no setor florestal de produtos madeireiros.

5.4.3 Multiplicador de impacto de utilização de terras⁹⁶

A elaboração do multiplicador de utilização de terras objetivou, em grande medida, enriquecer o processo decisório dos *policy makers* do setor agropecuário estadual no momento de se definir as políticas públicas voltadas para o setor.

A intenção é mostrar que, mesmo uma atividade detendo um elevado multiplicador, o que poderia conduzir a uma escolha ótima para as políticas públicas do setor, é necessário analisar se o desenvolvimento de tal atividade é propenso a conduzir o mercado a transformar terras com matas e florestas (capital natural) em terras para lavouras e/ou para pastagens (mercadoria). Caso isso seja verdadeiro, a solução ótima não está na escolha desse multiplicador, mas sim, naquele que não conduza a um uso intensivo e extensivo de capital natural ao ponto de promover diversos danos ao meio ambiente (homem e natureza). Não se está inferindo que é a escolha de um multiplicador com indicador mais baixo ou mais alto que é o melhor ou é o pior, mas sim, a escolha deve estar pautada tanto numa análise da atividade em si quanto no indicador dessa atividade. Sendo assim, de acordo com o Gráfico 15, foram elaborados dois tipos de multiplicadores de terras que permitem identificar os impactos sobre a utilização das terras nos estabelecimentos agropecuários ocasionados por um aumento de demanda final no setor *j*. A diferença entre eles é que o do tipo I leva

⁹⁶ Este item merece uma ressalva quanto a sua aplicabilidade, o que necessita de mais estudos posteriores; mas, de antemão, serve para se perceber os prováveis impactos de políticas públicas sobre a utilização de terras.

em consideração os encadeamentos intersetoriais do modelo aberto de Leontief, mostrando apenas os impactos diretos e indiretos; e o do tipo II baseia-se no modelo fechado de Leontief, mostrando os impactos diretos, indiretos e induzidos.

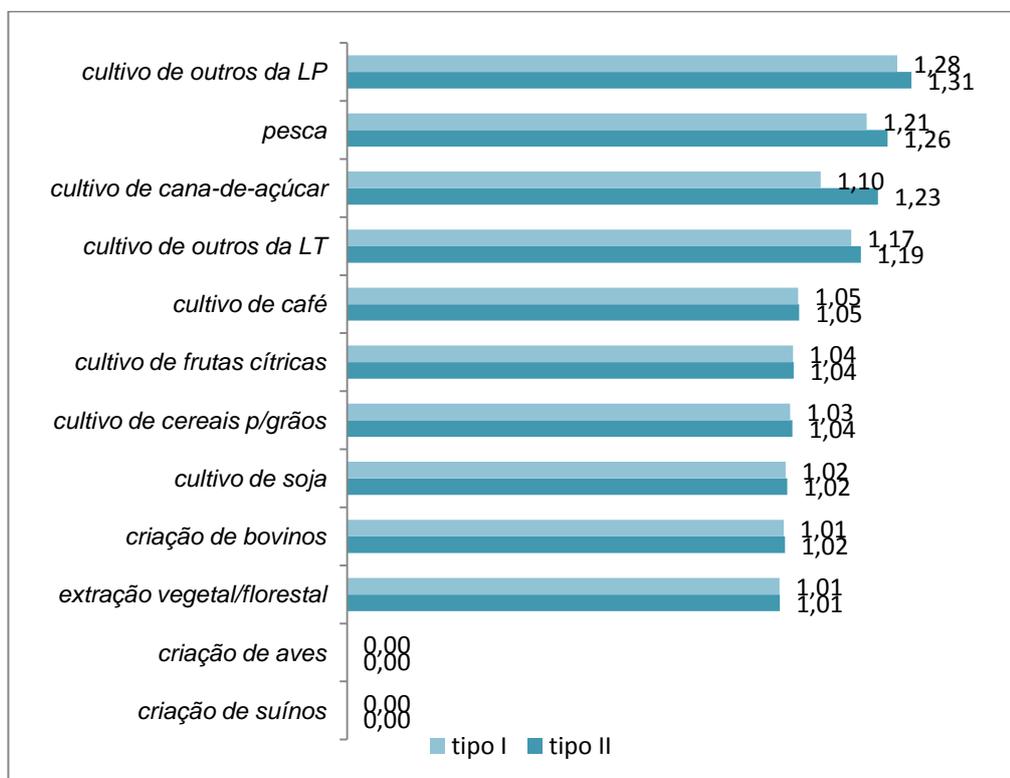


Gráfico 15 - Multiplicador de Utilização de Terras por atividade da agropecuária do Amazonas, ano 2006
 Fonte: Resultado de pesquisa de tese.

Inicialmente, os resultados mostram que as atividades com maiores impactos quando da endogeneização do consumo das famílias e da renda são, nessa ordem, o cultivo de cana-de-açúcar (1,23 contra 1,10), a pesca (1,26 contra 1,21) e cultivo de outros da LP (1,31 contra 1,28). Estes setores mostram que, quando as famílias passam a ser um setor produtivo no sistema e a demandar mais produtos, eles passam a utilizar mais terras.

Um destaque relevante é que a atividade cultivo de outros produtos da lavoura temporária, que tem na mandioca seu principal produto, não é influenciada pelo processo de endogeneização, o que pode significar que, se talvez houver grandes estímulos neste setor, ter-se-á impactos mínimos na utilização de terras. No entanto, em termos de ligação para frente, essa atividade é extremamente demandada pelas outras, pois seu índice é o maior entre as atividades, 1,71. As demais atividades (café, frutas cítricas, cereais, soja, bovinos, extração vegetal, aves e suínos) não possuem recebem impactos quando da endogeneização.

Considerando apenas os multiplicadores do tipo II, o indicador das terras utilizadas para produção da pecuária bovina é o segundo mais baixo (1,02) senão, praticamente, o mesmo que o da extração vegetal (1,01) e o do cultivo de soja (1,02). No entanto, há uma diferença substancial na orientação da utilização dessas terras. Para a produção da pecuária bovina na região, as terras são de pastagens que advém geralmente das terras com matas e florestas, o que pode inviabilizar políticas voltadas para esse setor, apesar de ter um indicador baixo. Para a produção de produtos provenientes da extração florestal, especialmente produtos não madeireiros, as terras utilizadas para essa atividade são terras com matas e florestas; a produção advém das florestas naturais, o que pode viabilizar políticas públicas para o setor de silvicultura e extração florestal. Quanto à atividade de cultivo de soja, detém baixo indicador de multiplicador de terras (1,02); mas, como é uma atividade que historicamente constitui um dos fatores do desmatamento na Amazônia, a indução de políticas públicas para este setor talvez possa se constituir numa estratégia ruim, especialmente porque a produção de soja se dá em regiões de fronteira agrícola, qual nos municípios de Humaitá e Apuí, no sul do Amazonas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta tese analisou o impacto das atividades econômicas da agropecuária sobre o padrão de utilização das terras pelos estabelecimentos agrícolas do Estado do Amazonas.

Para o ano de 2006, que constitui o ano de referência das análises desenvolvidas nesta tese, o Amazonas não se constituía (e ainda não se constitui) em um Estado eminentemente agrícola, como as demais Unidades da Federação que compõem a região amazônica. A participação do valor adicionado bruto da agropecuária amazonense representava apenas 4,99% de toda a economia; ao passo que o Mato Grosso, nesse mesmo sentido, detinha 25,27%, Rondônia 19,45%, Tocantins 18,52%, Acre 16,84%, Maranhão 16,64%, Pará 9,20%, Roraima 7,66% e Amapá 3,77%. A agropecuária amazonense, além de ser a penúltima no *ranking* com menor participação no valor adicionado na economia, detinha ainda um indicador baixo em relação aos indicadores das outras regiões, ficando à frente apenas do Amapá.

Este resultado para o Amazonas não diminui a importância do setor frente às preocupações nacionais e mundiais para com o uso dos serviços prestados pelo meio ambiente às atividades produtivas. Sendo ou não a atividade agropecuária um setor pujante na economia ela, invariavelmente, processa matéria e energia proveniente de um sistema maior, do ecossistema; e, as fontes de insumos que sustentam o subsistema agrícola são finitas e têm limitada capacidade de regeneração e assimilação. Uma vez que as terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários na região são terras que, de modo geral, sustentam uma relação de transformação de capital natural (terras com matas e florestas) em mercadoria (terras destinadas a lavouras e a pastagens), certamente a dinâmica produtiva do setor e a utilização dessas terras para o desenvolvimento do processo de produção pode acarretar um aumento na utilização de terras de baixa entropia (matas e florestas) e inevitavelmente produzir terras de alta entropia (lavouras e pastagens).

A melhor compreensão da relação existente entre os problemas de utilização de terras e a atividade agropecuária é relevante para a formulação de políticas ambientais que caminhem no sentido de antever e evitar os prováveis danos acarretados aos ecossistemas pela transformação de capital natural (terras com matas e florestas) em terras para lavouras e para pastagens destinadas às mais variadas atividades agrícolas e pecuárias.

Nesse sentido, esta tese contribuiu na direção de mensurar a intensidade do impacto das atividades da agropecuária amazonense sobre a utilização de terras, identificando os setores alvos para eventuais políticas e, ao mesmo tempo, possibilitando identificar a intensidade do impacto do setor no valor da produção, no valor adicionado, no processo de integração agropecuária *versus* indústria, nas ocupações (emprego) e no valor das terras

tanto em nível global (no total da agropecuária) quanto em nível setorial (no setor da silvicultura e extração vegetal/florestal).

O uso dos procedimentos metodológicos utilizados nesta tese partiu inicialmente da construção de uma tabela de recursos e usos para a agropecuária amazonense, denominada de TRUAGRO AM 2006. Nela a atividade agropecuária foi desagregada em doze atividades e novos produtos-contas de relevante interesse regional foram inseridos, entre os quais, a castanha-do-pará, o açaí, a madeira em tora (exclusiva para celulose), o guaraná, a banana e a lenha. No que se refere às atividades, a necessidade da desagregação se justifica em função de permitir análises de impacto envolvendo relações intersetoriais do setor agropecuário. No que se refere aos produtos, a inserção de produtos de relevante interesse a uma região permitiu diagnosticar em alguns casos a relevância de determinado produto na composição da demanda final regional, o que anteriormente era impossível em razão da estrutura do sistema de contas separar nas atividades os produtos mais importantes (soja, cana-de-açúcar, café, cítricos e cereais) da economia brasileira para compor a tabela de recursos e usos. Sendo assim, tanto a desagregação que foi realizada quanto a inserção de produtos-conta constitui um marco para estudos das contas regionais do País, o que pode incentivar estudos mais desagregados da produção, do emprego e da renda da agropecuária em outras unidades da federação.

Quanto aos procedimentos metodológicos adotados para realizar a análise de impacto proposta pela tese mostraram-se ser perfeitamente aceitáveis e consistentes. Primeiro porque a técnica de insumo-produto tem sido largamente utilizada para estudos de impactos que envolvem questões ambientais. Segundo porque não foram utilizados coeficientes técnicos nacionais para elaboração da matriz de impacto intersetorial estadual, o que poderia incorrer em sérios riscos caso isso fosse adotado pelo motivo das fortes desigualdades regionais do País. Especialmente quando se trata do setor agropecuário, pois, como vimos acima, a participação do valor adicionado da agropecuária é relativamente forte na maioria dos Estados que compõem a região amazônica, excetuando-se apenas o Amazonas e o Amapá. Terceiro porque a utilização dos modelos generalizados de insumo-produto se mostrou ideal para esse tipo de estudo, uma vez que usa como recurso a construção de uma matriz de coeficientes de impactos diretos ou fixos em função da produção. Ao passo que, os modelos econômico-ecológicos exigem a elaboração de uma “submatriz ecossistêmica” ligada à matriz intersetorial e os modelos produto por setor, apesar de utilizar coeficientes diretos, exigem informações e dados dos fluxos de bens livres do ambiente para a economia e de resíduos da economia para o ambiente.

Os resultados provenientes da TRUAGRO mostraram que, em termos de valor da produção, a pesca constitui o principal produto da agropecuária regional, seguida da mandioca, da banana, de outros produtos da lavoura temporária, da cana-de-açúcar, da

farinha de mandioca, dos bovinos, da extração florestal, dos ovos de galinha, dos outros produtos da lavoura permanente, da produção de leite, do arroz em casca e das frutas cítricas. Uma peculiaridade dessa produção é que, no caso da pesca, as terras utilizadas por essa atividade representam um pouco mais de 2% do total geral das terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários. Além do que, a pesca é quase totalmente desenvolvida em pequenas propriedades inferiores a dez hectares; e grande parte das áreas dos estabelecimentos agropecuários destinada a essa atividade está ociosa. Não é diferente com a lavoura temporária e permanente; as terras utilizadas por estas atividades juntas não chegam a 15% do total das terras utilizadas por toda a agropecuária amazonense. As áreas produtivas tanto da lavoura temporária quanto permanente estão concentradas em pequenas propriedades rurais, o que faz delas produções estritamente familiares. Na pecuária bovina e na extração florestal já se veem mudanças nas suas relações com a utilização das terras e com as características das suas propriedades produtivas. Em relação à pecuária, as terras utilizadas para criação bovina representam quase 25% do total das terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários amazonenses e essa produção se dá em médias e grandes propriedades rurais. E em relação à produção florestal, as terras utilizadas por essa atividade representam praticamente 50% do total das terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários; ela é desenvolvida em pequenas e médias propriedades e a participação das terras dessas propriedades não chegam a 20% do total das terras destinadas a essa atividade, havendo assim uma grande parcela de terras ociosas.

A partir do modelo fechado de Leontief, os resultados provenientes das análises de impacto envolvendo as relações intersetoriais de insumo-produto para o setor agropecuário foram originados por meio de três métodos básicos de análise da teoria de insumo-produto: índices de encadeamentos produtivos não normalizados, análise de impacto e multiplicador de impacto. Quanto aos índices de encadeamentos, esta tese se deteve aos índices não normalizados por pretender visualizar a magnitude dos impactos intersetoriais da agropecuária em termos monetários. Concluiu-se, então, que a atividade de cultivo de outros produtos da lavoura temporária é a atividade de maior relevância para frente, o que torna esse setor ser extremamente demandado pelo outros. E, um choque de R\$1 na demanda final nos setores da agropecuária amazonense gera um impacto de R\$1,71 no valor da produção da atividade de cultivos de cultivo de outros produtos da lavoura temporária. Da mesma forma, pelo índice de ligação para trás, o setor de cultivo de frutas cítricas, que tem na laranja seu principal produto, caso receba um choque de R\$1,0 na demanda final dele gera um impacto na produção de todos os setores da ordem de R\$2,48, demonstrando quanto este setor demanda dos demais setores.

Quanto à análise de impacto em si, em termos gerais, nesta tese ela significou uma predição condicional na utilização de terras pelos estabelecimentos agropecuários a partir de uma variação exógena no modelo de insumo-produto, em condições *coeteris paribus*.

Essa variação exógena foi decorrente de um panorama estratégico de desenvolvimento regional traçado para os produtos do setor da silvicultura e exploração vegetal/florestal, em especial, para os produtos não madeireiros, entre eles a castanha-do-pará. Isto deu origem a uma proposta denominada “polo extrativos de produção econômico-ecológica de castanha-do-pará”, podendo tal produto assumir diversas variantes com base nos produtos da floresta. De modo geral, entendeu-se que, apesar da atividade extrativa vegetal participar com praticamente apenas 5% do valor bruto da produção e do valor adicionado da agropecuária amazonense, o setor é um forte sinalizador para incrementar políticas públicas orientadas para binômio *desenvolvimento-sustentabilidade* no interior amazonense. Primeiro porque essa atividade compõe no seu núcleo uma variedade de produtos da floresta (alimentos; óleos; resinas; plantas; essências; entre outras), que podem fomentar processos produtivos extrativos em bases sustentáveis. Essas bases sustentáveis se justificam porque a produção é oriunda de processos produtivos que extraem das terras com matas e florestas determinados produtos; sem, contudo, necessitar causar danos ambientais a essas terras, como: perda de biodiversidade. Além da geração de emprego e renda nessas regiões, que denominamos de “Regiões UC’s” e “Regiões não UC’s”, essas regiões passariam a assumir uma função secundária ao prestar outros serviços essenciais ao ecossistema, como: conservação dos serviços de provisão por intermédio do mapeamento desses produtos florestais com o fim de evitar a extinção ou escassez desses produtos. Em segundo lugar, porque, no caso específico da castanha, o Amazonas é o principal produtor nacional e pode incrementar o mercado de produção de castanha com casca e sem casca, favorecendo assim a uma provável alavancagem do mercado de frutas processadas no País.

Voltando à análise de impacto realizada, concluiu-se que o impacto total sobre a utilização das terras da agropecuária seria na ordem de 1,20%, considerando apenas os efeitos diretos e indiretos do sistema de insumo-produto, ou seja, esse resultado refletiria apenas os efeitos inerentes ao sistema econômico sem a interferência de qualquer política regional positiva ou negativa sobre o modelo. Mas, ao considerar a variação exógena na análise de impacto chega-se a outras conclusões mais consistentes com a teoria de impacto da análise de insumo-produto. Essa variação exógena referiu-se a um incremento nas exportações amazonenses para o restante do mundo de castanha-do-pará, em especial com casca, a partir de um determinado crescimento da produção interna sobre uma média anual de exportação. Para tanto, chega-se a diversas conclusões bem consistentes e diferentes quando da inserção da variação exógena no modelo de impacto. Para a variável

utilização das terras houve um impacto positivo a maior na ordem de 0,2118% sobre as terras utilizadas pelos estabelecimentos agropecuários do Amazonas. Este impacto ainda é significativo em relação ao resultado de 1,20%, que foi alcançado sem qualquer interferência externa ao modelo. Como o impacto de 0,2118% é positivo e sabendo que há uma grande parte de terras dos estabelecimentos agropecuários em ociosidade, o aumento da utilização de terras para produção agropecuária só beneficiaria os produtores rurais, especialmente os familiares, porque poderá aumentar sua renda em função do aumento da produção. Com relação ao impacto sobre outras variáveis da agropecuária, concluiu-se que: o impacto sobre o valor bruto da produção do setor foi na ordem de apenas 0,0360%, não representando grandes magnitudes em função de uma política voltada para um produto específico da extração vegetal; e mais insignificante ainda se constituiu os impactos sobre o valor adicionado bruto, ocupações, processo de integração e valor das terras da agropecuária amazonense.

Entretanto, ao se deter mais setorialmente à análise de impacto, conclui-se que: as terras utilizadas para a atividade produtiva de extração vegetal/florestal, que são terras com matas e florestas, foram bem mais significamente impactadas pela estratégia apontada de incremento das exportações para o restante do mundo de castanha-do-pará. O impacto total sobre a utilização de terras nesse setor foi na ordem de 0,4291%, o que significa que utilizaremos mais capital natural de baixa entropia (terras com matas e florestas) sem, contudo, aumentar circunstancialmente o *throughput* do sistema, isto é, os fluxos de matéria e energia provenientes do meio ambiente e que entram e saem do sistema econômico. No que se refere ao impacto sobre o valor da produção e sobre o valor adicionado do setor extrativo percebeu-se que o incremento sobre essas variáveis chegaram a quase 1% em relação ao ano de referência. Isto é relevante do ponto de vista da sustentabilidade florestal, uma vez que a produção e a renda são aumentadas sem, contudo, precisar degradar o recurso natural – as florestas. Ao passo que, apesar do incremento encontrado de 5,66% sobre o valor da produção do setor extrativo quando da variação exógena nas exportações de produtos madeireiros, isto pode incorrer em sérios riscos sinérgicos sobre a biodiversidade em função do aumento da extração madeireira em florestas nativas. Dessa forma, como não é possível encarar hoje o desenvolvimento sem o qualificarmos como sustentável, o estímulo de políticas públicas estratégicas setoriais para o setor agropecuário é fundamental, especialmente quando se trata da região amazônica, que tem uma história intrigante (perturbadora) quanto à relação existente entre o seu processo de desenvolvimento e o uso e ocupação do solo. A busca por um desenvolvimento que leve em conta uma capacidade de suporte ótima (densidade de nível mais baixo que pode ser sustentada em certo *habitat*, sem ter que “viver no limiar ou na margem”) dos ecossistemas

deve ser a nossa motivação, muito mais agora em que vivemos um período de extremas incertezas.

A utilização de terras direcionadas para processos produtivos extrativos não madeireiros tem também consequência relevante para o bem-estar social. Este é entendido não como aquele do ponto de vista do utilitarismo neoclássico, baseado na busca de um ótimo paretiano simplesmente, mas tal bem-estar está intrinsecamente ligado à ideia de sustentabilidade, de responsabilidade como princípio ético; fundamenta-se numa dimensão temporal futura de compromisso de preservação do ser, capaz de restringir a capacidade humana de agir como uma destruidora do ser (homem-natureza). Com base então nessa dimensão de sustentabilidade, a disponibilidade dos recursos existentes nas florestas, sejam eles de serviços ecossistêmicos de provisão, de suporte, de regulação ou cultural, podem suportar os impactos positivos e negativos da interferência humana sobre esses habitats, porque essa interferência será pautada em princípios que vinculam o uso sustentável dos recursos às necessidades das gerações presentes e futuras. Isso só será possível à medida que entendermos o desenvolvimento como uma mudança de estrutura, e não apenas como fortalecimento do *status quo* do crescimento econômico. E essas mudanças partem do princípio da necessidade de fomentar políticas públicas direcionadas para mapear as cadeias produtivas da biodiversidade amazônica e, portanto, injetar pesados investimentos em capital, capacitação, energia, transporte, e conhecimento.

O último método de análise da teoria de insumo-produto foi o multiplicador de impacto, denominado nesta tese de “multiplicador de impacto de utilização de terras”. Sua caracterização é nova e merece novas pesquisas para aprimorá-lo. No entanto, a partir dos seus resultados, concluiu-se que esse multiplicador tem forte conotação com o ótimo de Pareto. Isso porque mesmo que uma determinada atividade da agropecuária detenha um alto multiplicador, o que poderia conduzir a uma escolha ótima para as políticas públicas do setor, é necessário analisar se o desenvolvimento de tal atividade é propenso a conduzir o mercado de terras a transformar terras com matas e florestas em terras para lavouras e/ou para pastagens, conduzindo assim a uma escolha não ótima para a sustentabilidade dos ecossistemas. Logo, à medida que as escolhas dos *policy makers* sejam orientadas para conduzir o desenvolvimento do setor agropecuário para escolhas que tira a sociedade de uma posição não ótima e mais a aproxima de uma posição ótima, em termos de sustentabilidade dos ecossistemas, estar-se-á maximizando o bem-estar das gerações presentes e futuras.

Assim, entre os aspectos mais relevantes dessa análise, nota-se que o indicador das terras utilizadas para produção da pecuária bovina e para o cultivo de soja é idêntico e são os mais baixos entre todas as atividades, ficando atrás somente da atividade da extração vegetal. Mas concluiu-se que há uma orientação bem diferenciada na utilização dessas

terras. Como a produção de pecuária bovina requer terras com pastagens que geralmente são inicialmente terras com matas e florestas, políticas públicas orientadas para esse segmento produtivo certamente conduzirá a uma mudança no uso e na ocupação do solo na região. Pode até se constituir numa escolha ótica do ponto de vista da eficiência econômica para o setor pecuário bovino, mas do ponto de vista da questão ambiental é considerada uma escolha com pesadas consequências para a sustentabilidade dos ecossistemas e também para a sociedade, que terão que arcar com os danos intergeracionais. E, tal diagnóstico não é diferente para o cultivo de soja, que é uma atividade que historicamente constitui um dos fatores do desmatamento na Amazônia. A indução de políticas públicas para este setor talvez possa se constituir numa péssima estratégia, especialmente porque a produção de soja se dá em regiões de fronteira agrícola, mais nos municípios de Humaitá e Apuí, no sul do Amazonas. Em contrapartida, uma vez que as terras utilizadas para a produção extrativa vegetal/florestal, especialmente de produtos não madeireiros, são terras com matas e florestas, políticas públicas voltadas para o setor de extração, produção e disseminação dos produtos da floresta podem constituir políticas de desenvolvimento regional bem mais orientada para uma ética da sustentabilidade, ancorada na responsabilidade para com a biodiversidade e para com o homem que vive da floresta.

Tudo isto nos permite inferir que para manter a sustentabilidade florestal há grande necessidade de se fazer uso adequado das terras na região. E para isto é necessário formular e/ou fortalecer políticas estratégicas de desenvolvimento regional atrelada a políticas de combate ao desmatamento. O Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia – PPCDAm, por exemplo, que foi lançado pelo Governo Federal em 2004, constitui um instrumento político altamente pertinente para a região, pois envolve, entre outras ações, ordenamento fundiário e territorial; monitoramento e controle do desmatamento e queimadas; fomento de atividades produtivas sustentáveis. Com base em suas diretrizes, surgiu, em 2008, o Plano Amazônia Sustentável – PAS, possibilitando maior integração entre políticas de desenvolvimento e políticas ambientais para a Amazônia.

Outras políticas nacionais têm contribuído para a sustentação das florestas e para o combate do desmatamento, como: a moratória da soja, que proibia a comercialização de soja oriunda de áreas de desmatamento localizadas na Amazônia; o pacto do desmatamento zero, que pretende eliminar o desmatamento na região até 2015 por meio de instrumentos financeiros de redução compensada do desmatamento; o Cadastramento Ambiental Rural – CAR, como instrumento obrigatório para o produtor rural, se mostra extremamente relevante para o controle do uso da terra na região, pois permite fortalecer a gestão ambiental sobre as áreas de preservação permanente e reservas legais pertencentes aos estabelecimentos agropecuários, além de controlar prováveis desmatamentos no interior dessas propriedades. Somam-se a estas questões os recentes vetos sancionados

pelo Governo Federal ao novo Código Florestal brasileiro; os quais, em grande medida, objetivaram resguardar a sustentabilidade dos ecossistemas e a justiça social. Esta atitude do Governo vai trazer maior sustentação e equilíbrio às áreas de várzeas, ao reflorestamento e aos produtores rurais familiares.

Por diversas razões, todas essas políticas tem um caráter extremamente genérico e de gigantesca aplicabilidade para a sustentabilidade socioambiental da Amazônica, especialmente porque norteiam a gestão do uso das terras e a cobertura florestal na região. E isto serve como suporte estratégico para a consolidação de políticas de desenvolvimento regional ancoradas em instrumentos econômicos altamente dependentes do estado de conservação das florestas, como o REDD (redução de emissões por desmatamento e degradação), Bolsa Floresta e o Pagamento por Serviços Ambientais. A importância desses instrumentos como mecanismo de mitigação da emissão de gases de efeito estufa é inquestionável. Além de eles constituírem forte atração para a mitigação voluntária de países em desenvolvimento, são instrumentos potenciais de redução de pobreza; geração de renda para os povos que vivem da floresta; e, de conservação dos serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, Patrícia; MONTOYA, Marco. Perspectivas da utilização de modelos insumo-produto na administração do meio ambiente. IN: MONTOYA, Marco Antônio (Org.). **Relações intersetoriais do Mercosul e da economia brasileira**: uma abordagem de equilíbrio geral do tipo insumo-produto. Passo Fundo: Ediupf, 1998. 366 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GAS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2006**. Rio de Janeiro: ANP, 2007. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 1º/03/2012.
- ALBURQUERQUE, Marcos Cintra Cavalcanti. **Economia Agrícola**: o setor primário e a evolução da economia brasileira. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. 335 p.
- ALENCAR, Ane. *et. al.* **Desmatamento na Amazônia**: indo além da emergência crônica. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM): Belém, 2004.
- ALIER, Martinez Juan. **O ecologismo dos pobres**: conflitos ambientais e linguagem de valoração. São Paulo: Contexto, 2007.
- AMAZONAS, Maurício de Carvalho. Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 18, n. 1 (35), p. 183-212, 2009.
- ANDRADE, Caixeta Daniel; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Degradação Ambiental e Teoria Econômica: algumas reflexões sobre uma “Economia dos Ecossistemas”, **Economia**, Brasília, v.12, n.1, p.3-26, 2011.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. AGRIANUAL, 2007.
- ALMEIDA, Luciana Togeiro de. **Política Ambiental**: uma análise econômica. Papirus: São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 1998. 192 p.
- AYRES, Robert; KNEESE, Allen. Production, Consumption and Externalities. **The American Economic Review**, vol. 59, n. 3, p.282-297, 1969.
- BARTHOLO JR, Roberto. A mais moderna das esfinges: notas sobre ética e desenvolvimento. IN: BURSZTYN, Marcel (Org.). **A Difícil Sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2001. 259 p.
- BENCHIMOL, Samuel. **Amazônia**: um pouco-antes e além-depois. Editora Umberto Calderado: Manaus, 1977. 841 p.
- BENTHAM, Jeremy. **Uma introdução aos princípios da moral e da legislação**. São Paulo: Nova Cultural, 1989. 255 p.
- BOULDING, Kenneth. The economics of the coming spaceship. IN: NELISSEN, Nico. *et. al.* **Classics in Environmental Studies**. International Books, 1997. 423 p.
- BRUM, Argemiro. **Desenvolvimento Econômico Brasileiro**. 21ª ed. Petrópolis – RJ: Editora Vozes, 2000. 571 p.
- BURSZTYN, Marcel. Armadilhas do progresso: contradições entre economia e ecologia. **Revista Sociedade e Estado**, volume X, n. 1, p. 97-194, 1995.

BURSZTYN, Marcel. Políticas Públicas para o Desenvolvimento(Sustentável). IN: BURSZTYN, Marcel. (Org.). **A difícil sustentabilidade: política e conflitos ambientais**. 2ª edição. Editora Garamond: Rio de Janeiro, 2001a. 259 p.

BURSZTYN, Marcel. Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século. IN: BURSZTYN, Marcel (Org.) **Ciência, ética e sustentabilidade**. 2ª edição. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: Unesco, 2001b. 192 p.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). **Análise Ambiental e de Sustentabilidade do Estado do Amazonas**. Publicações das Nações Unidas: Santiago, 2007. 202 p.

COSTA, Francisco de Assis. Mercado e produção de terras na Amazônia: avaliação referida a trajetórias tecnológicas. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. Hum**, v.5, n.1, p. 25-39, 2010.

COSTA, Francisco de Assis. **Mercado de Terras**: uma força motriz na dinâmica rural da Amazônia. Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável. Brasília-DF, 2012.

COSTANZA, Robert. *et. al.* **An Introduction to Ecological Economics**. St. Lucie Press: Boca Raton, Florida, 1997a. 275 p.

COSTANZA, Robert. *et. al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, vol. 387, p. 253–260, 1997b.

CORAZZA, Gentil. O Estado Estacionário na Economia Clássica, **Análise Econômica**, ano 9, nº 15, p. 207-221, UFRGS, março, 1991.

CUNHA, Euclides da. **Amazônia**: um paraíso perdido. Manaus: Editora Valer, 2003. 379 p.

DALY, Herman. On economics as a life science. **The Journal of Political Economy**, v. 76, nº 3, p. 392-406, 1968.

DALY, Herman. The Economics of the Steady State. **The American Economic Review**, vol. 64, nº 2, p. 15-21, 1974.

DALY, Herman. **Economia do Século XXI**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1984. 120 p.

DALY, Herman. The Steady-State Economy: toward a political economy of biophysical equilibrium and moral growth. IN: DALY, Herman; TOWNSEND, Kenneth. **Valuing the Earth**: economics, ecology, ethics. Massachusetts: The Mit Press Cambridge, 1993. 363 p.

DALY, Herman; FARLEY, Joshua. **Economia Ecológica**: princípios e aplicações. Instituto Piaget: Lisboa, 2004. 530 p.

DE GROOT, Rudolf. *et. al.* A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, nº 41, p. 393-408, 2002.

DINIZ, Marcelo; Mota, José; RIVAS, Alexandre. O desmatamento da Amazônia em Perspectiva. IN: RIVAS, Alexandre. *et. al.* (Orgs.). **Instrumentos Econômicos para a Preservação da Amazônia**: a experiência do Pólo Industrial de Manaus. 1ª ed. Curitiba: Editora CRV, 2009. 207 p.

DINIZ, Marcelo; OLIVEIRA JR, José. Causalidades, clubes de convergência e análise quantílica. IN: RIVAS, Alexandre *et. al.* (Orgs.). **Instrumentos Econômicos para a Preservação da Amazônia**: a experiência do Polo Industrial de Manaus. 1ª Ed. Curitiba: Editora CRV, 2009. 207 p.

DUARTE, Laura. **A questão energética**: sustentabilidade do desenvolvimento ou desenvolvimento da sustentabilidade? Brasília: UnB, 2008.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. The Entropy Law and the Economic Problem. In: DALY, Herman; TOWNSEND, Kenneth. **Valuing the Earth**: economics, ecology, ethics. Massachusetts: The MIT Press Cambridge, 1993.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. The entropy Law and the Economic Problem. In: KRISHNAN, Rajaram; HARRIS, Jonathan M.; GOODWIN, Neva R. **A Survey of Ecological Economics**. Washington, D.C.: Island Press, 1995.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. Selections from "Energy and Economic Myths". In: KRISHNAN, Rajaram; HARRIS, Jonathan M.; GOODWIN, Neva R. **A Survey of Ecological Economics**. Washington, D.C.: Island Press, 1995.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. Energy Analysis and Economic Valuation. **Southern Economic Journal**, nº 45, pp. 1.023-1.058, april, 1979.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. The Entropy Law and the Economic Process in Retrospect. **Eastern Economic Journal**, nº 12, pp. 3-25, january/march, 1986.

FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente**. Instituto Piaget: Lisboa, 1995. 445 p.

FEIJÓ, Carmen. *et. al.* **Contabilidade Social**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 326 p.

FEARNSIDE, Philip M. **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus: INPA, 2003. 134 p.

FORSSEL, O.; POLENSKE, K. Introduction input-output and the environment. **Economic Systems Research**, v.10, nº 2, p.91-97, 1998.

FREITAS, Carlos; NASCIMENTO, Fabíola. Uma análise de correspondência do desmatamento no Estado do Amazonas. IN: RIVAS, Alexandre. *et. al.* (Orgs.). **Instrumentos Econômicos para a Preservação da Amazônia**: a experiência do Pólo Industrial de Manaus. 1ª ed. Curitiba: Editora CRV, 2009. 207 p.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS/INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA (FGV/IBRE). **Preços médios de arrendamentos de terras – lavouras e pastagens – Amazonas**. Vários anos (dados adquiridos).

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS/INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA (FGV/IBRE). **Metodologia Índice Geral de Preço**. Rio de Janeiro: FGV, 2010. 69 p.

FURTADO, C. **Pequena introdução ao desenvolvimento: enfoque interdisciplinar**. São Paulo: Editora Nacional, 1980, 161p.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 24ª ed. São Paulo: Editora Nacional, 1991. 248 p.

GASQUES, José Garcia. *et. al.* Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários. IN: GASQUES, José Garcia et AL (Orgs). **A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010.

GOLDBLATT, David. **Teoria Social e Ambiente**. Instituto Piaget: Lisboa, 1996. 312 p.

GUILHOTO, Joaquim; SESSO FILHO, Umberto. **Estimação da Matriz Insumo-Produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais**. Texto para Discussão Nereus, nº 13, 2004.

GUILHOTO, Joaquim; SESSO FILHO, Umberto. Estimação da matriz Insumo-Produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais. **Revista de Economia Aplicada**, v. 9, nº 2, 2005.

GUILHOTO, Joaquim; SESSO FILHO, Umberto. **Estrutura Produtiva da Amazônia: uma análise de insumo-produto**. Belém: Banco da Amazônia, 2005. 320 p.

GUILHOTO, Joaquim. **Análise de Insumo-Produto: teoria e fundamentos**. São Paulo: USP, 2009. 74 p.

HADDAD, Paulo Roberto. **Contabilidade Social e Economia Regional: análise de insumo-produto**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976. 242 p.

HADDAD, Paulo Roberto. **Economia Regional: teoria e métodos de análise**. Fortaleza: BNB ETENE, 1989. 694 p.

HIGUCHI, Niro. *et. al.* **Governos locais amazônicos e as questões climáticas**. Manaus: Edição dos autores, 2009. 103 p.

HILGEMBERG, Emerson Martins. **Quantificação e efeitos econômicos de emissões de CO2 decorrentes do uso de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil: um modelo interregional de insumo-produto**. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: Piracicaba, 2004. 151 p.

HUGON, Paul. **História das doutrinas econômicas**. 13ª ed. São Paulo: Atlas, 1976. 467 p.

HUME, David; QUESNAY François. **Escritos sobre economia e Quadro econômico dos fisiocratas**. 3ª edição. São Paulo: Nova Cultural. 155 p.

HUNT, E. K. **História do pensamento econômico**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 541 p.

IANNI, Octavio. **Ditadura e Agricultura: O desenvolvimento do capitalismo na Amazônia: 1964-1978**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1986. 249 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: IBAMA, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistemas de Contas Nacionais, referência 2000**. Nota metodológica nº 14: atividade agropecuária (versão para informação e comentários). Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006. 91 p.

_____. **Sistemas de Contas Nacionais**. Série Relatórios Metodológicos, v. 24. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2008a.

_____. **Contas Regionais do Brasil**. Série Relatórios Metodológicos, v. 37. Rio de Janeiro: IBGE, 2008b.

_____. **Matriz de Insumo-Produto 2000/2005**. Contas Nacionais, n. 23. Rio de Janeiro: IBGE, 2008c.

_____. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

_____. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=PA&v=109&z=t&o=11>>. Acesso em: 10/1/2012.

_____. **Produção Extrativa Vegetal e Silvicultura**, 2012a. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=290&z=t&o=18>. Acesso em: 5/2/2012.

_____. **Área territorial oficial**, 2012b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em: 5/2/2012.

_____. **Censo 2010**, Amazonas, 2012c. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=13>. Acesso em: 5/2/2012.

_____. **Síntese dos Indicadores Sociais**, Taxa de urbanização, 2012d. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2010/default.shtm>>. Acesso em: 5/2/2012.

_____. **Produto Interno Bruto dos Municípios**, Amazonas, 2012e. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/tabelas_pdf/tab02.pdf>. Acesso em: 5/2/2012.

_____. **Contas Regionais 2002-2009**, Unidades da Federação, 2012f. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/tabelas_pdf/tab02.pdf>. Acesso em: 5/2/2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAL (INPE). Projeto PRODES Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite. **Desmatamento nos Municípios (Amazonas)**. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>. Acesso em: 3/2/2012.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidlines for National Greenhouse Gas Inventories 2006**. Disponível em: <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>. Acesso em: 15/08/2010.

JEVONS, Willian Stanley. **A teoria da economia política**. 3ª edição. São Paulo: Nova Cultural, 1988. 212 p.

LATOUCHE, S. L'imposture Du développement durable ou lês habits neufs du développement. **Mondes en Développement**, v. 31, nº 121, 2003.

LEONTIEF, Wassily. Environmental Repercussions and the Economic Structure: an input-output approach. **The Review of Economics and Statistics**, v. 52, nº 3, pp. 262-271, 1970.

LEONTIEF, Wassily. **A Economia do Insumo-Produto**. São Paulo: Nova Cultural, 1986. 226 p.

MAHAR, Dennis J. **Desenvolvimento econômico da Amazônia: uma análise das políticas governamentais**. Rio de Janeiro: Ipea/Inpes, 1978. 259 p.

MAIMON, Dália. **Ensaio sobre Economia do Meio Ambiente**. Aped, Rio de Janeiro, 1992. 147 p.

MEA. Ecosystems and Their Services. IN: **Ecosystem and human well-being: a framework for assessment**. Millennium Ecosystem Assessment, 2003. Disponível em: <<http://www.maweb.org/documents/document.300.aspx.pdf>>. Acesso em: 30/10/2012.

MILL, John Stuart. **Princípios de Economia Política: com algumas de suas aplicações à filosofia social**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 431 p.

MILLER, Ronald; BLAIR, Peter. **Input-Output Analysis: foundations and extensions**. 2ª ed. United Kingdom: Cambridge University Press, 2009, p. 750.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Balanço energético nacional 2007 (ano base 2006 Relatório Final)**. Rio de Janeiro: EPE, 2007. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/BEN2007_Versao_Completa.pdf>. Acesso em: 10/2/2012.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Relatório de referência “emissões de carbono por queima de combustíveis: abordagem top-down” – Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas**. Osciop Economia e Energia/MCT, 2010. Disponível em www.mct.gov.br/clima. Acesso: 10/2/2012.

MISHAN, Ezra. **Elementos de Análise de Custos-Benefícios**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975. 203 p.

MOREIRA, Mário Alexandre. **O Desenvolvimento do Capitalismo em Manaus**. Manaus: Edua, 2003. 82 p.

MOTA, José Aroudo. **O valor da natureza: economia e política dos recursos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 198 p.

MOTA, José Aroudo; BURSTZYN, Marcel. A valoração do balanço dos fluxos de matéria e energia: aspectos teóricos e práticos da avaliação econômico-ecológica. IN: RIVAS, Alexandre. **Valoração e Instrumentos Econômicos Aplicados ao Meio Ambiente: alternativas para proteger a Amazônia**. I-PIATAM: Manaus, 2008. 175 p.

MUELLER, Charles. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora Universidade de Brasília-Finatec, 2007. 561 p.

NOBRE, Carlos. Amazônia: fonte ou sumidouro de carbono? IN: Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA, 2001. 435 p.

PEARCE, David. **Economía Ambiental**. Fondo de Cultura Económica: México, 1985.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. 6ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 641 p.

PORSSE, Alexandre. **Metodologias de Análise Econômica Intersectorial e Inter-regional**. Fundação de Economia e Estatística – FEE, [s.d.].

PORSSE, Alexandre. **Multiplicadores de impacto na economia gaúcha: aplicação do modelo de insumo-produto fechado de Leontief**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser - FEE, 2002. 32 p.

PORSSE, Alexandre. *et. al.* **Matriz de insumo-produto inter-regional Rio Grande do Sul e Restante do Brasil 2003: metodologia e resultados**. Texto para Discussão nº. 38. Porto Alegre, agosto de 2008a.

PORSSE, Alexandre. *et. al.* **Impactos dos investimentos na cadeia florestal sobre a economia do Rio Grande do Sul**. Secretaria do Planejamento e Gestão / Governo do Estado do Rio Grande do Sul – Porto Alegre: FEE, 2008b, 93 p.

PRADO, Eleutério. A ortodoxia neoclássica. **Estudos Avançados**, vol. 15, nº 41, 2001.

ODUM, Eugene; BARRETT, Gary. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 612 p.

RIBEIRO JÚNIOR, Ziomar. **Parintins**: breve história. Parintins/AM, 2001.

RICHARDSON, Harry. **Insumo-Produto e Economia Regional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978. 266 p.

ROLL, Erich. **Panorama da ciência econômica**. Lisboa: Edições Cosmos, 1950. 172 p.

SALATI, Eneas. *et. al.* **Amazônia**: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo: Brasiliense, 1983. 325 p.

SCHUMPETER, Joseph A. **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SOUZA, Márcio. **História da Amazônia**. Manaus: Editora Valer, 2009.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento Econômico**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2008.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (SUFRAMA). **Anteprojeto Elaboração da Matriz Insumo-Produto do Estado do Amazonas**. Nota Técnica 0100/2009. Coordenação de Estudos Econômicos e Empresariais/Suframa: Manaus, 2009.

_____. **Indicadores de Desempenho Econômico do PIM**. Disponível em <<http://www.suframa.gov.br/download/indicadores/indicadores-industriais-88-a-2010.pdf>>. Acesso em: 15/12/2011.

_____. **Tabela de Recursos e Usos**: TRU-AM (ano base 2006). Superintendência da Zona Franca de Manaus e Universidade Federal do Amazonas:

Coordenação Geral de Estudos Econômicos e Empresariais - Cogec/Suframa e Faculdade de Estudos Sociais - FES/Ufam. - Manaus: SUFRAMA, 2012a. 92 p.

_____. **Relatório Final de Projeto:** Elaboração da Matriz Insumo-Produto do Estado do Amazonas. Nota Técnica 052/2012. Coordenação de Estudos Econômicos e Empresariais/SUFRAMA: Manaus: SUFRAMA, 2012b. 71 p.

SYSTEM OF NATIONAL ACCOUNTS 1993 (SNA 1993). Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/sna1993/introduction.asp>>. Acesso em: 12/11/2011.

VICTOR, Peter. **Pollution Economy and Environment.** University of Toronto Press: Canadá, 1972. 247 p.

YAN, Chiou-Shuang. **Introdução à Economia de Insumo-Produto.** São Paulo: Difel/Forum Editora, 1975. 161 p.

APÊNDICE

EMISSÕES DE CO₂ ORIGINADAS DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS NA AGROPECUÁRIA

O fim último da atividade da agropecuária é a produção de alimentos. Certamente, isto é óbvio e simples. No entanto, considerando o crescimento populacional atrelado à necessidade de produção de alimentos, é cada vez maior a relação existente entre a quantidade de alimentos produzidos por hectare de terra utilizada em função de fatores tecnológicos utilizados e a quantidade de energia (fóssil ou biomassa) envolvida no processo da produção dessa atividade.

Sendo assim, este apêndice tem o objetivo de demonstrar as possibilidades de se estimar as emissões de CO₂ por atividade da agropecuária a partir da Tabela de Recursos e Usos, que é um dos instrumentos do Sistema de Contas Nacionais da ONU, como está descrito abaixo.

As estimativas de CO₂ pelo consumo de combustíveis fósseis e de biomassa como fonte de energia foram realizadas para a agropecuária, caracterizando uma abordagem setorial, conforme as diretrizes do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2006)⁹⁷, seguindo dois passos.

Para o primeiro passo, a partir do consumo intermediário de cada combustível⁹⁸ presente na TRUAGRO AM 2006 (ver capítulo 5 desta tese), valoradas a preço do consumidor (R\$ mil), estimou-se esse consumo em unidades físicas (massa ou volume) de combustível por meio do preço médio ao consumidor de cada combustível, disponibilizado pela Agência Nacional do Petróleo⁹⁹ (ANP, 2007) e, posteriormente, em tonelada equivalente de petróleo, multiplicando-se pela unidade comum de energia - *tep* médio¹⁰⁰ (Fórmula 1). O preço médio da lenha foi estimado a partir do valor bruto da produção e da quantidade de lenha constante no Censo Agropecuário 2006.

⁹⁷ Seguindo a estrutura: Energia/Atividades de queima de combustíveis/Outros setores/Atividades da agricultura, pecuária, produção florestal e pesca e aquicultura (pela correspondência entre a CNAE 2.0 e a CIIU/ISIC rev. 4).

⁹⁸ GLP, gasoálcool, óleo diesel, álcool e lenha, com exceção do carvão vegetal, cujos dados são do Censo Agropecuário 2006.

⁹⁹ GLP (2,37840 R\$/kg), gasoálcool (2,54867 R\$/l), óleo diesel (1,98833 R\$/l) e álcool (2,04242R\$/l). O gasoálcool é como é chamado nas tabelas econômicas a gasolina que é vendida em postos de combustíveis no Brasil; é uma mistura de álcool e gasolina, por isso, se utilizou o preço médio da gasolina C, pois a produção desta advém da mistura do álcool etílico anidro combustível com a gasolina A (o teor de álcool varia de 20% a 25%). Quanto ao álcool em si, este equivale ao álcool etílico hidratado combustível (teor alcoólico na faixa de 92,6º a 93,8 ° INPM, conforme ANP (2007)).

¹⁰⁰ É uma unidade de energia; é utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponder à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão.

$$IEn_i = \sum_j [X_{ij} / Pme_{ij}(R\$/Un)] \times tep \text{ médio} \quad (1)$$

Sendo que:

IEn_i = valor total do consumo energético i em tep;

X_{ij} = valor do insumo energético i utilizado no setor j ;

Pme_{ij} = preço médio ao consumidor do produto energético.

$tep \text{ médio}$ = tonelada equivalente de petróleo.

Como resultado, obteve-se cada energético fóssil e o proveniente da biomassa em tep médio (com energia contida medida em valores de poder calorífico inferior) para o nível 2 de atividades da agropecuária, conforme o Sistema de Contas Nacionais (Quadro 1).

Consumo intermediário do setor energético por tipo de combustível	Lavoura Temporária			Lavoura Permanente			Exploração Florestal e Silvicultura	Pecuária		Pesca	TOTAL	TEP Médio (10.000 kcal/kg)	TEP Médio (Part.)	
	cultivo de cereais grãos	cultivo de cana-de- açúcar	cultivo de soja	cultivo de outros da LT	cultivo de frutas cítricas	cultivo de café	cultivo de outros da LP	silvicultura e exploração florestal	criação de bovinos	criação de suínos				criação de aves
Fósseis														
-GLP (1000 m ³)												1,211	0,740	4,00%
-Gasóilcool (1000 m ³)												3,123	2,405	12,99%
-Óleo diesel(1000 m ³)												11,023	9,347	50,50%
	$X_{ij} / Pme_{ij} [r\$/un]$													
Biomassa														
-Álcool (1000 m ³)												0,292	0,149	0,80%
-Lenha (1000 t)												17,144	5,315	28,71%
-Carvão vegetal (1000 t)												0,858	0,554	2,99%

Quadro 1 – Consumo intermediário de energético por tipo de combustível (tep).

Fonte: SUFRAMA (2012); IBGE (2006); ANP (2007); MME/BEN (2007).

No segundo passo, imputou-se o conteúdo de CO₂ de cada energético, seguindo-se as recomendações metodológicas do IPCC (2006) e os procedimentos metodológicos constantes no Relatório de Referência das Emissões de CO₂ por Queima de Combustíveis do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, 2010), os quais podem ser resumidos mediante a Fórmula 2:

$$\omega = 10^{-3} \{[\tau\varphi\gamma]\} \delta 44/1 \quad (2)$$

Sendo que:

ω = emissão de CO₂ (Gg CO₂);

τ = consumo de combustível (tep);

φ = fator de conversão para terajoules¹⁰¹ (TJ/tep);

γ = fator de emissão de carbono para calcular a quantidade de carbono (t C/TJ);

δ = fração do carbono oxidado;

¹⁰¹ Joule é uma unidade de trabalho, de energia e de quantidade de calor. O joule é o trabalho produzido por uma força de 1 newton que leva o ponto de aplicação dessa força a deslocar-se por uma distância de 1 metro na direção da força. Converter de tep para joule (J) multiplica-se por 41,87 x 10⁹.

44/12 = relação entre massa molecular do CO₂ e a massa molecular do átomo de carbono.

Sendo assim, o Quadro 2 revela a quantidade de carbono liberada na queima do combustível, em toneladas de carbono por terajoule e, como o IPCC considera 100% o carbono oxidado, a conversão dessa quantidade de carbono para emissões de CO₂ é realizada a partir do produto da razão da massa/peso molecular (MM) do CO₂ e do átomo do carbono, isto é 44/12, resultando na quantidade de emissões por combustíveis fósseis e da biomassa.

Energético	τ	ψ		γ	δ	MM	ω
	consumo (tep)	conversão (TJ)		fator de emissão de carbono (t C/TJ)	fração do carbono oxidado		emissão de CO ₂ (t CO ₂)
Fósseis							
-GLP	740	41,87	30.969	17,20	1	44/12	1.953,11
-Gasoálcool	2.405	41,87	100.677	18,90	1	44/12	6.976,94
-Óleo diesel	9.347	41,87	391.367	20,20	1	44/12	28.987,27
Biomassa							
-Álcool	149	41,87	6.227	21,70	1	44/12	495,47
-Lenha	5.315	41,87	222.530	27,30	1	44/12	22.275,29
-Carvão vegetal	554,27	41,87	23.207	30,50	1	44/12	2.595,34

Quadro 2 – Emissão de CO₂ por tipo de energético.
Fonte: Resultado da pesquisa.

Apesar do IPCC (2006) não contabilizar as emissões de CO₂ da biomassa nos inventários, por elas serem contabilizadas no setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, para os objetivos dessa pesquisa considerou o total de emissões tanto de combustíveis fósseis quanto da biomassa para todas as doze atividades da agropecuária do Amazonas (Tabela 1).

Tabela 1 – Emissões de CO₂ (t CO₂) pelo consumo de combustíveis fósseis e da biomassa da agropecuária do Amazonas

Atividade/Combustível	Emissão de CO ₂ (t CO ₂)						TOTAL	
	Fóssil			Biomassa				
	GLP	Gasoálcool	Óleo Diesel	Álcool	Lenha	Carvão Vegetal		
cultivo de cereais p/grãos	19,0	107,7	500,0	8,7	465,9	54,3	1.155,6	2%
cultivo de cana-de-açúcar	11,4	64,6	300,0	5,2	279,5	32,6	693,3	1%
cultivo de soja	0,8	4,6	21,2	0,4	19,7	2,3	49,0	0%
cultivo de outros da LT	390,0	2.205,0	10.240,3	178,8	9.542,8	1.111,9	23.668,6	37%
cultivo de frutas cítricas	23,4	132,1	613,3	10,7	571,5	66,6	1.417,5	2%
cultivo de café	32,1	181,7	843,9	14,7	786,5	91,6	1.950,6	3%
cultivo de outros da LP	178,3	1.008,1	4.682,0	81,7	4.363,1	508,3	10.821,5	17%
exploração florestal/silvicultura	53,5	302,3	1.404,0	24,5	1.308,3	152,4	3.245,0	5%
criação de bovinos	430,8	1.028,3	3.593,6	59,1	1.709,1	199,1	7.020,0	11%
criação de suínos	7,8	18,7	65,2	1,1	31,0	3,6	127,4	0%
criação de aves	293,1	699,6	2.445,0	40,2	1.162,8	135,5	4.776,3	8%
pesca	512,9	1.224,4	4.278,9	70,4	2.035,0	237,1	8.358,6	13%
TOTAL	1.953,1	6.976,9	28.987,3	495,5	22.275,3	2.595,3	63.283,4	100%
	3%	11%	46%	1%	35%	4%	100%	0%

Fonte: Resultado da pesquisa

Pela Tabela 1 nota-se que a emissão proveniente de combustíveis fósseis é maior do que o da biomassa, e o combustível relevante nesse sentido é o óleo diesel. Em relação às atividades, o cultivo de outros produtos da lavoura temporária destaca-se, e, por conveniência, o produto mais relevante dessa atividade é a mandioca.

Certamente este trabalho provisório merece revisões, correções e sugestões técnicas e metodológicas, mas vale aqui registrar a forte indagação que surgiu durante a construção da tese no que se refere ao consumo energético fóssil pela agropecuária.