

# **A SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS COMPLEXOS**

Conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável

Aspectos Teóricos e Práticos

Norbert Fenzl  
José Alberto Machado

Capítulo V

**Estudo de Caso**

**A Análise dos Fluxos Materiais da Economia Brasileira**

Fevereiro 2009

## Conteúdo

<b>A Análise dos Fluxos Materiais da Economia Brasileira</b> .....	3
Princípios básicos e a obtenção dos dados .....	3
Classificação dos Materiais .....	5
<i>A Classe dos Materiais Não Renováveis (MNR)</i> .....	6
Fluxos Domésticos dos MNR .....	6
Fluxos de Comércio Exterior dos MNR .....	7
<i>A Classe dos Materiais Renováveis (MR)</i> .....	7
Fluxos Domésticos dos MR .....	7
Fluxos do Comércio Exterior dos MR .....	9
<i>A Classe dos Materiais oriundos da Erosão dos Solos (MOES)</i> .....	9
Fluxos Domésticos dos MOES .....	9
Fluxos do Comércio Exterior dos MOES .....	10
<i>A Classe Materiais Industrializados sem Enquadramento (MISE)</i> .....	10
Cálculo dos Fluxos dos MISE .....	11
<b>Discussão dos Resultados</b> .....	11
O PIB e a DMT de uma economia .....	11
Tamanho da população e volume da DMT .....	12
A Origem da DMT .....	12
A Natureza da DMT .....	12
Os Materiais determinantes .....	13
Avaliação das Economias com Indicadores de Intensidade Material .....	13
<i>A DMT por unidade do PIB</i> .....	14
<i>A DMT per capita</i> .....	14
<b>Relevância do MFA e Recomendações</b> .....	15
Principais Constatações .....	15
Relevância Política .....	17
<i>Base para Políticas Públicas</i> .....	17
Políticas Tributárias .....	17
Políticas para o Trabalho Humano .....	17
Políticas em Relação ao Mercado .....	18
Políticas de Investimentos .....	18
<b>Conclusões</b> .....	18
<b>Referências bibliográficas</b> .....	20
Anexo 01 DMT - Resumo dos países .....	29
Anexo 02 Modelo de interação Sociedade-Ambiente .....	30
Anexo 03 Fluxo de minérios .....	31

## A Análise dos Fluxos Materiais da Economia Brasileira

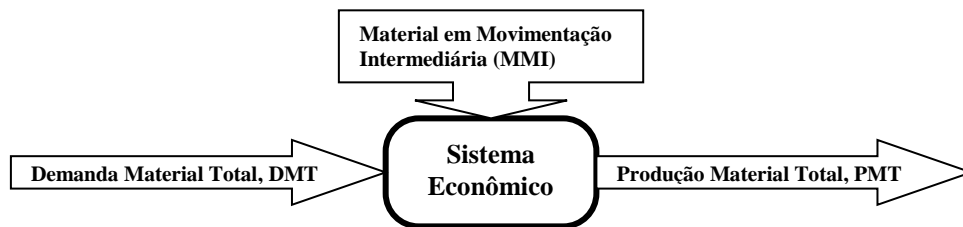
Esta pesquisa foi desenvolvida por J.A. Machado através de uma tese de doutorado do NAEA e todos os dados numéricos detalhados e as informações complementares da pesquisa que demonstram a consistência das conclusões aqui apresentadas são publicadas e acessíveis na internet. <sup>1</sup>

### Princípios básicos e a obtenção dos dados

Os dados referentes ao Brasil, coletados neste trabalho, seguem as diretrizes metodológicas do EUROSTAT, enquanto os dados comparativos (referentes aos EUA, Alemanha, Japão e Holanda) foram coletados de fontes internacionais, disponíveis na literatura especializada. <sup>2</sup>

A parte empírica deste trabalho segue o modelo simplificado da Figura 1:

Figura 1: Fluxos Principais do Metabolismo Econômico Ambiental (MEA)



Este modelo é baseado em três elementos fundamentais:

- A **Demanda Material Total (DMT)** representa a totalidade de todos os recursos que o Sistema Econômico retira do Ambiente para sustentar seu MEA.
- O **Material em Movimentação Intermediária (MMI)** representa a totalidade dos recursos processados no interior da economia até ganhar uma destinação final.
- A **Produção Material Total (PMT)** representa a totalidade dos recursos transformados em produtos manufaturados (destinados ao consumo, investimento, exportação e estocagem), emissões e resíduos (lixo e sucata).

Segundo os princípios dos Sistemas de Contabilidades Nacionais<sup>3</sup> **DMT = MMI + PMT.**

Alem destes três grupos básicos de materiais, o método contabiliza:

- **Recursos Naturais Livres (RNL)** representam os recursos que não são passíveis de ter seus estoques controlados e nem de se tornarem propriedade privada, como a água e o ar. Por essa razão não possuem valor monetário definido na economia e não será considerado neste trabalho<sup>4</sup>.
- **Demanda Doméstica Total (DDT):** trata-se da totalidade dos recursos materiais, de *origem nacional*, utilizados pelos processos econômicos para produção das *utilidades*

<sup>1</sup>MACHADO, J.A.C. ; FENZL, N. ; MATHIS, A. . The Sustainability of Complex Economic Systems. An Application of National Material Flow Analysis (MFA) to the Brazilian Economy. Triple C, Vienna, Áustria, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2004.

MACHADO, J.A.C. ; FENZL, N. . A Sustentabilidade do Desenvolvimento e a Demanda Material da Economia: O Caso do Brasil Comparado ao de Países Industrializados. Novos Cadernos do NAEA, Belém, v. 3, n. 2, p. 79-143, 2000.

<http://www.gpa21.org/br/publicacoes.php?CodAreaTematica=1>

<sup>2</sup>EUROSTAT, o centro de estatísticas da União Européia que realiza cálculos dos fluxos materiais para algumas economias nacionais.

<sup>3</sup> As contabilidades nacionais consideram que, em termos monetários, o valor bruto de toda a produção do Sistema Econômico é igual à soma do valor adicionado à economia (o Produto Interno Bruto) com o valor da produção absorvido pelos processos geradores de bens intermediários (o Consumo Intermediário). Isso significa que Valor Bruto da Produção = Produto Interno Bruto + Consumo Intermediário.

<sup>4</sup> Entretanto, a água mineral que se transforma em utilidade será contada

demandadas pelo mercado. <sup>5</sup> Isso significa que os recursos apropriados pelas populações para subsistência, sem passar pelo mercado, não são contabilizados. <sup>6</sup>

- **Demanda Importada Total (DIT):** trata-se da totalidade de materiais, de *origem estrangeira*, contados quando cruzam a fronteira do país e que são utilizados pelos processos econômicos nacionais para produção das utilidades demandadas pelos mercados. <sup>7</sup>

Tanto a DDT quanto a DIT são formadas por duas partes:

- **O fluxo reconhecido refere-se** à matéria contida nos produtos e que são reconhecidos e cotado em unidades monetárias. Já os desperdícios que ocorrem até que o recurso natural se transforme em mercadoria, não são tomadas em consideração;
- **O fluxo ignorado** refere-se à matéria contida nos produtos que não são incorporados na contabilidade monetária do mercado. <sup>8</sup> Geralmente os impactos ambientais não são contabilizados no preço da madeira ou da tonelada de aço ou alumínio.

Assim, os componentes da DMT, são:

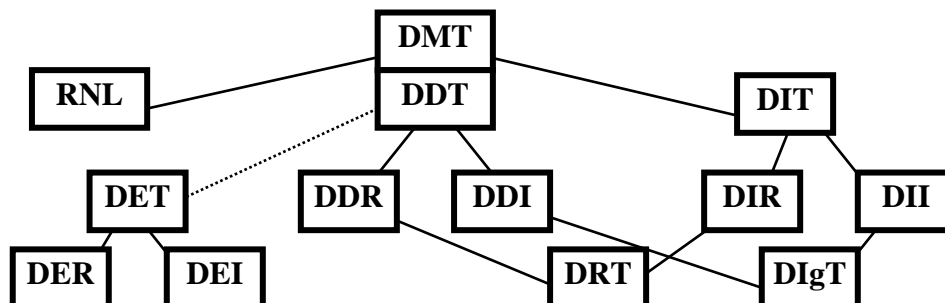
- **Demanda Importada Reconhecida (DIR)**, a somatória da DIR de todos os materiais;
- **Demanda Importada Ignorada (DII)**, a somatória da DII de todos os materiais.
- **Demanda Doméstica Reconhecida (DDR)**, a somatória da DDR de todos os materiais;
- **Demanda Doméstica Ignorada (DDI)**, a somatória da DDI de todos os materiais;

Com base nesses quatro tipos de fluxos dois outros podem ainda ser calculados:

- A **Demanda Reconhecida Total (DRT)**, a soma da DDR com a DIR e expressa a quantidade de matéria total reconhecido pelo Sistema Econômico;
- A **Demanda Ignorada Total (DIgT)**, a soma da DDI com a DII expressa a quantidade de matéria que, embora movimentada para geração das utilidades negociadas no mercado, é ignorada pelo Sistema Econômico.

Parte da Demanda Doméstica Total é utilizada para geração dos produtos exportados, dando origem a **Demanda Exportada Total (DET)** composta pela **Demanda Exportada Reconhecida (DER)** - totalidade de matéria embutida nos produtos produzidos nacionalmente e exportados para outros países – e a **Demanda Exportada Ignorada (DEI)**, a totalidade de matéria que, embora movimentada para geração dos produtos exportados, foi ignorada pelo Sistema Econômico. <sup>9</sup>

Figura 2: Componentes da Demanda Material Total (DMT)



<sup>5</sup> O termo *utilidade* está sendo empregado no sentido de um bem econômico, com valor monetário (também *comodity*).

<sup>6</sup> Trata-se de algo aproximado ao consumo endossomático definido em ALIER, 1996:3.

<sup>7</sup> Em uma economia global, na qual os recursos naturais são extraídos em um país, transformado em mercadoria em outro e consumidos em um terceiro, esses fluxos revelam o quanto a opulência de certos países é função de custos ambientais em outros

<sup>8</sup> também chamados de *mochilas ecológicas* ou *fluxos ocultos*.

<sup>9</sup> A DET, entretanto, não é considerado para apuração da DMT, porque os materiais embutidos nessas exportações já tiveram sua contribuição contabilizada quando foram inicialmente apropriados pela economia.

## Classificação dos Materiais

Os diferentes materiais componentes da DMT foram subdivididos em **CLASSES, CATEGORIAS, GRUPOS e MATERIAIS**. O código utilizado para identificá-los tem a seguinte estrutura:

O primeiro dígito representa a CLASSE; os dois dígitos seguintes representam a CATEGORIA; os próximos dois dígitos representam o GRUPO; e os dois dígitos finais representam o MATERIAL em si.

Este modelo permite classificar o conjunto dos materiais da seguinte maneira:

<b>1. Materiais Não Renováveis</b>	<b>2 Materiais Renováveis</b>
<b>1.01 Minerais Energéticos</b>	<b>2.01 Renováveis de Biomassas</b>
<b>1.01.01 Combustíveis Sólidos</b>	<b>2.01.01 Biomassa Vegetal</b>
1.01.01.01 Carvão, 1.01.01. 02... etc.	2.01.01.01 Agricultura Permanente, 2.01.01.02 .. etc.
<b>1.01.02 Combustíveis Líquidos</b>	2.01.03.01 Produtos Diversos Vegetais, 2.01.03.02... etc.
1.01.02.01 Petróleo, 1.01.02. 02... etc.	<b>2.01.04 Semi-Acabados - Biomassa Animal</b>
<b>1.01.03 Combustíveis Gasosos</b>	2.01.04.01 Produtos Diversos Animais, 2.01.04. 02... etc.
1.01.03.01 Gás Natural, 1.01.03. 02... etc.	<b>2.01.05 Semi-Acabados - Biomassas Diversas</b>
<b>1.02 Minerais Metálicos</b>	2.01.05.01 Gorduras e Óleos, 2.01.05. 02... etc.
<b>1.02.01 Min. Metálicos-bens primários.</b>	<b>3.01 Erosão do Solo</b>
1.02.01.01 Alumínio, 1.02.01.02 ... etc.	3.01.01 Na Agricultura
<b>1.02.02 Min. Metálicos-bens concentrados.</b>	3.01.02 Na Silvicultura Madeireira
1.02.02.01 Alumínio Concentrado, 1.02.02. 02 ... etc.	3.01.03 No Extrativismo Madeireiro
<b>1.02.03 Min. Metálicos-bens em ligas.</b>	3.01.04 Na Criação Animal
1.02.03.01 Alumínio em Ligas, 1.02.03. 02 ... etc.	3.01.99 Na Produção e Biomassas Diversas
<b>1.02.04 Min. Metálicos- em sucatas</b>	<b>4. Materiais Industrializados sem Enquadramento</b>
1.02.04.01 Sucatas de Alumínio, 1.02.04. 02 ... etc.	<b>4.01 Produtos Semi-Acabados</b>
<b>1.03 Minerais Industriais</b>	<b>4.01.01 Semi-Acabados não renováveis</b>
<b>1.03.01 Grupo Único</b>	4.01.01.01 Semi-Acabado Alumínio, 4.01.01. 02 ... etc.
1.03.01.01 Água Mineral	<b>4.01.02 Semi-Acabados renováveis</b>
<b>1.04 Materiais de Construção</b>	4.01.02.01.....
<b>1.04.01 Grupo Único</b>	<b>4.01.03 Outros Semi-Acabados</b>
1.04.01.01 Areia e Cascalho	4.01.03.01.....
<b>1.05 Material de Escavação</b>	<b>4.02 Produtos Manufaturados</b>
<b>1.05.01 Grupo único</b>	<b>4.02.01 Manufaturados não renováveis</b>
1.05.01.01 Construções Mobiliárias	4.02.01.01 Manufaturado Alumínio, 4.02.01.02....
	<b>4.02.02 Manufaturados renováveis</b>
	4.02.02.01 Produção Ind. Alimentícios, 4.02.02.02.. etc.
	<b>4.02.03 Outros Manufaturados</b>
	4.02.03.01.....

Para determinação da Demanda Doméstica Ignorada os materiais são considerados em dois estados: (i) no *estado bruto* em que o recurso se encontra na natureza; e (ii) no *estado transformado* em que o recurso pode ser considerado um bem primário, expressado em um valor monetário, independente da forma em que esteja.

Neste trabalho foram considerados os seguintes estados:

- **Recurso Natural Bruto** – material *in natura*, tal como retirado da mina, por exemplo;
- **Bem Primário** – minério que já passou por processo de beneficiamento;
- **Concentrado** – bem primário submetido a processo de purificação (específico de minerais metálicos);
- **Liga** – Material composto de dois ou mais tipos de concentrados;
- **Sucata** – material que retorna ao Sistema Econômico para reaproveitamento (específico de minerais metálicos);

- **Semi-Acabado** – material que sofreu transformação, mas ainda não assumiu forma definitiva para consumo ou uso final;
- **Manufaturado** – material que passou por todos os processos de transformação e que assumiu forma definitiva para consumo ou uso final.

### ***A Classe dos Materiais Não Renováveis (MNR)***

Trata-se de materiais oriundos principalmente de reservatórios subterrâneos fósseis. São extraídos, transformados em utilidades e, ao final da vida útil convertidos em lixo com possibilidades limitadas para reciclagem. Esses materiais (*minério* ou *substância mineral*) se subdividem em *ganga* (fração não útil do minério) e *mineral de minério*, a fração útil do minério. Também são tidos como parte dessa classe, os materiais movimentados nas atividades de construção e em obras de infra-estrutura<sup>10</sup>. Esse material, chamado de Material de Escavação tem sido incluído, por certos autores, na categoria da demanda do Sistema Econômico, entretanto esta inclusão representa dificuldades metodológicas que muitas vezes inviabilizam esta inclusão para o cálculo do fluxo.

#### Fluxos Domésticos dos MNR

O fluxograma na Figura 3 (Anexo 3), construído a partir de dados do DNPM (1998), ilustra, como exemplo, o caminho pelos Minerais Energéticos, Metálicos, Industriais e de Construção desde o momento de sua extração até ser considerado um bem econômico primário.

A *produção bruta* de minério é representada pela soma do minério extraído da mina (A) com o minério bruto oriundo de outras minas (B). Essa produção bruta pode ser dividida em três partes que ganham destinos diferentes:

- a *parcela destinada ao tratamento* (C), para dar origem à *produção beneficiada* que pode ser transferida para industrialização (M) ou negociada em mercado com as indústrias independentes (G) e com os consumidores finais (F);
- a *parcela destinada à transformação* (D) diretamente em mercadoria e cujo processo de beneficiamento é integrado à industrialização;
- a *parcela destinada ao mercado* de utilidades brutas (E), vendida ou para ser tratado em outras minas (H), para ser negociado diretamente com as indústrias (I), para ser tratado por beneficiadores independentes (J), ou para ser consumida *in natura* (K). Os beneficiadores independentes, após os processos de tratamento, negociam esses materiais com as indústrias (L).

Com base no fluxo descrito considerou-se *o total da produção beneficiada* como o quantitativo que melhor expressa a Demanda Doméstica Reconhecida (DDR) do Sistema Econômico e a diferença entre *produção bruta* e a *produção beneficiada* foi considerada como a Demanda Doméstica Ignorada (DDI), ou seja, as perdas que ocorrem antes que os recursos extraídos se transformem em bens reconhecidos pelo Sistema Econômico.

Entretanto, existem diversos minérios que, a partir do *mercado de utilidades brutas*, são destinados, reconhecidamente, para atendimento direto de demandas reais (K) do Sistema Econômico como é o caso dos materiais de construção, como por exemplo, o granito, a areia, o

mármore, etc. Isso significa que esses materiais são partes da Demanda Doméstica Reconhecida (DDR) e contabilizada como tais.

Assim, a apuração da DDR e DDI de cada componente da Classe Não Renováveis, obedece as seguintes regras:

**Regra Geral**

DDR= Produção Beneficiada

DDI= Produção Bruta – Produção Beneficiada

**Regra Específica** (para materiais em forma bruta).

DDI= Produção Encaminhada para Tratamento – Produção Beneficiada

DDR= Produção Bruta – DDI

No uso da regra específica, está implícito, que a produção bruta não encaminhada para tratamento é absorvida, *in natura*, pelo Sistema Econômico. Por consequência, fica implícito também, que as perdas de matéria (DDI) só ocorrem em relação ao que é encaminhado para tratamento.

#### Fluxos de Comércio Exterior dos MNR

Trata-se dos materiais considerados como *importados* ou *exportados* que constam nas estatísticas de comércio exterior referente à cada material (DNPM, 1976-96). Para o cálculo da Demanda Ignorada, tanto importada quanto exportada, é necessário conhecer o estado de transformação em que o material se encontra e os coeficientes aplicáveis para determinar as perdas materiais já ocorridas até aquele estágio. Esses coeficientes estão associados à origem do material, uma vez que as perdas com ele serão dependentes da tecnologia utilizada em sua extração, das condições naturais de suas reservas, do grau de pureza em que ocorrem, etc.

#### **A Classe dos Materiais Renováveis (MR)**

A classe dos Materiais Renováveis representa ainda agregações como, por exemplo:

- A agricultura permanente que é o agregado de todos os produtos agrícolas originados de cultura permanente, tais como: o abacate, a laranja, a maçã, a banana, etc.;
- A Silvicultura – Madeira é o agregado de todos os produtos madeireiros oriundos de florestas cultivadas, tais como: madeira para carvão, para lenha, para papel e celulose, etc.;
- O Extrativismo Vegetal – Alimentício é o agregado de todos os produtos alimentícios oriundos do extrativismo, tais como: açaí, castanha do Pará, etc.;
- Os Semi-Acabados Renováveis (Vegetal, Animal e Outros) são os agregados de todos os produtos de biomassa que foram importados ou exportados e registrados nas estatísticas do comércio exterior do IBGE (1976-96).

#### Fluxos Domésticos dos MR<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Nessas atividades a superfície do solo é escavada e o material retirado vai servir como aterro em outras construções ou transforma-se em entulhos, representando uma movimentação antrópica de matéria que produz impactos sobre o Ambiente, conturbando a paisagem e expondo os entulhos novamente à erosão, como no caso do solo nas atividades agrosilvopastoris

<sup>11</sup> Os fluxos da classe Materiais Renováveis são calculados somente para os grupos Biomassa Vegetais e Biomassa Animal.

O grupo *Biomassa Vegetal* é composto pela produção doméstica oriunda da agricultura, da silvicultura e do extrativismo vegetal. O fluxo reconhecido desses materiais é formado pela somatória dos pesos líquidos dos principais produtos que compõem essa produção<sup>12</sup>. Por peso líquido considera-se a biomassa vegetal transformada em utilidade. Já a parte que não é transformada em utilidade é contada como fluxo ignorado. Por exemplo, a madeira que entra na serraria é considerada fluxo reconhecido e as folhas, galhos e árvores destruídas durante a extração são contados como fluxos ignorados. A fonte de dados foi o Anuário Estatístico do Brasil na seção referente às Atividades Agropecuária e Extração Vegetal.

Para os dados da Silvicultura-Madeira e Extrativismo Vegetal-Madeira foram usados os seguintes padrões:

- O metro cúbico foi transformado para tonelada com base na taxa média de 0,803, obtida de relatório de pesquisa recentemente publicado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em conjunto com o *Department for International Development* da Inglaterra (HIGUCHI et alii, 1997(a):53);
- A biomassa perdida no processo de extração foi calculada à taxa média de 1,9 (UHL, 1996:27).<sup>13</sup> Essa taxa indica que, para cada metro cúbico de madeira que entra na serraria, quase dois metros cúbicos são desperdiçados pelo processo.

O grupo Biomassa Animal é composto pela produção interna oriunda da criação e do extrativismo animal. Os animais domésticos, peixes e outras fontes de biomassa animal só são contados quando alimentados com produtos não agrícolas. Os animais criados com base em rações ou em produtos adquiridos em mercado e os peixes criados por aquicultura, não são considerados, porque os produtos utilizados para alimentá-los já foram contabilizados quando seus componentes foram extraídos do Ambiente. A fonte de dados foi o Anuário Estatístico do Brasil na seção referente às Atividades Agropecuária e Extração Vegetal. Para o processo de coleta foram tomados como referência os seguintes padrões:

Para Criação de Animais-Abate foram assumidas as seguintes regras:

- Bovinos, eqüídeos, ovinos e caprinos, por terem sido considerados como criados em pastagens, foram contabilizados na totalidade<sup>14</sup>. Já o abate dos demais (suínos, coelhos, aves, etc.), porque criados com base em ração, não foram contabilizados. Essa ração já foi contabilizada quando seus componentes foram extraídos do Ambiente;
- Para o cálculo dos fluxos referentes aos bovinos, os quais representam a quase totalidade dos abates animais, foi tomado por base uma rês com peso vivo médio de 370 kg (CARNEIRO, 1981). Como fluxo ignorado foi considerado o estrume, o sangue e a água, porque são esses os componentes da rês que se perdem no processo de abate;
- Os quantitativos referentes aos bovinos foram calculados tomando por base o peso total das carcaças abatidas, que são publicadas na fonte dos dados. Com base no peso

---

<sup>12</sup> São considerados produtos principais aqueles que constam nas estatísticas oficiais que serviram de fonte de coleta. Reconhece-se, entretanto, que muitos produtos oriundos da agricultura, possuidores de expressão significativa, não constam dessas estatísticas. Alguns exemplos dessa ausência são: abóbora, pimentão, repolho, pepino, cenoura, chuchu e beterraba.

<sup>13</sup> HIGUCHI et alii, 1997(b):126 apresenta uma taxa de 0,7. Entretanto, a pesquisa que embasa esse resultado foi feita para exploração planejada, o que não é o caso da maioria da exploração extrativa de madeira. Já o resultado de 1,9, usado como padrão para este trabalho, foi obtido de pesquisa que incluiu extração de baixo e alto impacto e também planejada.

<sup>14</sup> Existem, certamente, criações desses animais em regime de confinamento, isto é, baseado totalmente em ração. Entretanto, segundo pesquisadores da EMBRAPA, o percentual do rebanho criado nessas condições é mínima e não chega a 5% (TEIXEIRA, 1998).



das carcaças e no conteúdo da composição acima foram calculados os demais componentes que compõem os fluxos oriundos de bovinos;

- Os quantitativos referentes aos eqüídeos, ovinos e caprinos foram calculados com base na quantidade de cabeças abatidas e tendo por base os seguintes pesos médios: eqüídeos 180 kg, ovinos 30 kg e caprinos 25 kg. Por serem inexpressivos os fluxos ignorados não foram calculados para esses animais.

Para Criação de Animais-Produto foram assumidas as seguintes regras:

- Foram considerados somente aqueles produtos oriundos de animais que são sustentados diretamente pelo Ambiente. Por isso, ovos de galinha e de codorna não foram considerados;
- O leite foi contabilizado em litros e transformado para peso na taxa de 1litro = 1kg

Para Extrativismo Animal os dados foram obtidos de relatórios internos do Instituto Brasileiro de Recursos Naturais e Meio Ambiente (IBAMA, 1995).

#### Fluxos do Comércio Exterior dos MR <sup>15</sup>

Para apuração dos fluxos ignorados associados às importações de materiais renováveis foi utilizado o mesmo fator do Japão, ou seja, 5,5 t por cada tonelada importada de biomassa, tanto vegetal quanto animal. Essa mesma taxa foi aplicada ao total dos grupos Semi-Acabados de Biomassa Vegetal, Semi-Acabados de Biomassa Animal e Semi-Acabados de Biomassas Diversas, em todos os anos da série. Já para a apuração da Demanda Exportada Ignorada a base foi a própria Demanda Doméstica Ignorada do ano considerado.

#### ***A Classe dos Materiais oriundos da Erosão dos Solos (MOES)***

O solo erodido pelas atividades agrícolas representa uma espécie de Demanda Ignorada dessas atividades, mas em razão da sua natureza e dimensão está sendo considerado como uma classe à parte. Há uma maneira para o cálculo da perda de solo, entretanto essa fórmula só é aplicável em condições específicas e localizadas e não pode ser usada quando se intenta calcular essas perdas para toda a economia de um país. <sup>16</sup> Assim, se assume que as taxas de perdas de solo no cultivo dos principais produtos presentes nas fontes de dados, são similares para toda a produção daquele produto independente de sua origem geográfica. <sup>17</sup> Quando não foi possível encontrar dados específicos para determinados produtos utilizou-se as taxas propostas na literatura: 25 t/ha para agricultura temporária e 0,9 t/ha para agricultura permanente (MUSEU EMÍLIO GOELDI, 1999:28).

#### Fluxos Domésticos dos MOES

---

<sup>15</sup> Esses fluxos só ocorrem para os grupos Semi-Acabados de Biomassa Vegetal, Semi-Acabados de Biomassa Animal e Semi-Acabados de Biomassas Diversas.

<sup>16</sup> A equação universal para o cálculo da perda de solo devido a erosão provocada por cultivos agrícolas é  $A = R.K.SL.P.C$ , onde A é a perda de solo por unidade de área; R representa a capacidade da chuva de causar erosão em determinado local; K é a erodibilidade local do solo; LS é o comprimento e o grau do declive do local; C é a relação entre perdas de solo de um terreno cultivado e as perdas correspondentes do meso terreno mantido descoberto; e P é a relação entre perdas de solo de um terreno cultivado com determinadas práticas e as perdas quando é feito o plantio morro abaixo (VIEIRA, 1996:233)

<sup>17</sup> Apesar dessa generalização, os totais resultantes dos cálculos feitos para este trabalho, em relação à erosão de solo no cultivo agrícola, estão próximos daqueles publicados na literatura específica. Há estimativas (MUSEU EMÍLIO GOELDI, 1999:28) de que se

Na Agricultura o cálculo da perda de solo foi feito para as *áreas destinadas à colheita* e para o *tipo de culturas* dos principais produtos agrícolas. As perdas do solo são então calculadas para cada produto em toneladas anuais por hectare. Distinguimos:

- *Culturas Temporárias* (Algodão herbáceo, Arroz, Amendoim, Batata doce, Cana de açúcar, Feijão, Mandioca, Milho, Soja, Trigo, etc.), IAC (1989), MUSEU EMÍLIO GOELDI (1999:28) e BERTOLONI e LOMBARDI NETO (1990:59-61)
- *Culturas Permanentes*: Algodão arbóreo, Banana, Café, Laranja, etc., VIEIRA et alii, (1996:283), IAC (1989) e NEVES (1980:26).

Na Criação Animal o cálculo da perda de solo foi feito com base em três variáveis: o *rebanho*, a *taxa de lotação das pastagens* e a *taxa de perda de solo nas pastagens*. Sabendo-se o total do rebanho e a taxa de lotação pode-se deduzir a área ocupada com pastagens para manutenção anual do rebanho. Com essa área e a perda de solo por hectare de pastagens pode-se calcular a erosão total decorrente da Criação Animal. A taxa de perda de solo em pastagem foi de 0,4 ton/ha (VIEIRA, 1996:223).<sup>18</sup>

#### Fluxos do Comércio Exterior dos MOES

Com a importação de biomassas, importa-se também de erosão de solo. Devido a complexidade do cálculo desta quantidade, tomaram-se por referência os dados do Japão e calculou-se ano a ano, a relação existente entre a perda de solo importada e a quantidade de biomassa importada<sup>19</sup>. Para a apuração da perda de solo exportada tomou-se como base, ano a ano, a perda de solo doméstica na produção de biomassa destinada às exportações.

#### ***A Classe Materiais Industrializados sem Enquadramento (MISE)***<sup>20</sup>

De maneira geral, a maioria dos produtos negociados com o exterior pode ser classificada, dentro da categoria Demanda Importa ou Demanda Exportada. Mas, entre esses produtos, existem aqueles que já sofreram algum processo de transformação e que, em razão disso, necessitam de critérios adicionais para serem classificados:

- Materiais que, apesar das transformações, não diferem da natureza original da classe que os caracteriza e continuam enquadrados nessa classe (ex: Ligas Metálicas e Concentrados da classe Não Renováveis);
- Materiais que, após sofrerem as transformações, diferem da natureza original da classe que os caracterizava e não são mais enquadrados em qualquer das demais classes. Por exemplo, os produtos manufaturados que são uma composição de materiais de classes distintas e também de alguns Semi-Acabados de Não Renováveis e Renováveis. Assim, a classe descrita nesta seção, destina-se a aglutinar o material importado ou exportado e que não pode ser enquadrado em uma das demais classes.

---

perdem, anualmente, em torno de 1 bilhão de toneladas devido às atividades agrícolas e este trabalho encontrou um perda média, nos últimos oito anos do período de referência, em torno de 950 milhões.

<sup>18</sup> NEVES, 1980:26 estima que a erosão de solo em pastagens é de 1 ton/ha. No trabalho foi usada a taxa menor para manter os cálculos dentro do espírito mais conservador possível.

<sup>19</sup> O Japão foi tomado como base porque somente seus dados apresentaram desagregação em detalhes suficientes para calcular a relação acima

<sup>20</sup> Esta classe é tratada na literatura como Material Importado. Mas, essa designação expressa a origem do material e não sua natureza, produzido confusão metodológica porque confunde duas categorias conceituais distintas: a *classe* – utilizada para agregar materiais de natureza similar e os *fluxos* – utilizados para agregar os materiais em função da origem e destino.

## Cálculo dos Fluxos dos MISE

A classe em discussão não possui fluxo doméstico porque ela só envolve material oriundo ou destinado ao exterior. Os dados dos fluxos reconhecidos foram retirados do capítulo sobre comércio exterior do Anuário Estatístico do Brasil. Valem para esta classe as seguintes observações:

- A categoria Manufaturados é contabilizada pelo peso de seus materiais componentes, sem considerar os fluxos ignorados.
- Os fluxos ignorados da categoria Semi-Acabados foram contabilizados tomando por base a taxa utilizada pelo Japão de 4 t por tonelada importada ou exportada;
- Os dados de importação e exportação utilizados no trabalho, como todos os demais, foram coletados em nível de cada produto componente das classes. Ocorre que esses dados (Demanda Reconhecida Importada e Demanda Reconhecida Exportada) foram comparados aos totais gerais relacionados com o comércio exterior, registraram-se diferenças que foram contabilizados nos grupos de *Outros*: um na categoria Semi-Acabados e outro na categoria Manufaturados.

## Discussão dos Resultados

A Análise de Fluxos Materiais permite a criação de parâmetros capazes de desvendar os verdadeiros impactos do atual modelo econômico sobre os recursos naturais do planeta e atenuar a visão reducionista do monetarismo que domina as economias do mundo globalizado hoje.

Os resultados de estudos semelhantes que foram realizados em diversos os países demonstraram, por exemplo, a inconsistência do discurso da chamada *desmaterialização da economia capitalista* e a teoria de que o modo de produção capitalista esta em processo de transformação para uma *economia de serviços* capaz de reduzir os impactos sobre os recursos naturais do planeta.

Ao contrario, os dados demonstraram claramente que no atual modelo de desenvolvimento (desenvolvimento = crescimento do PIB) a intensidade material e a insustentabilidade do desenvolvimento econômico global somente cresce no mesmo ritmo.

A intensidade material de uma economia acompanha a evolução do Produto Nacional, justamente porque o PIB não considera os enormes *fluxos ignorados*, as chamadas mochilas ecológicas que são pagas pela população de forma direta (via impostos) ou indireta através das conseqüências na saúde pública, destruição ambiental, mudanças climáticas, perdas de espaços vitais tradicionais, etc.

Em seguida algumas considerações e conclusões que podem ser tiradas da análise de fluxos materiais de uma economia nacional, no caso do Brasil.

### O PIB e a DMT de uma economia

O PIB de todas as economias analisadas nesta pesquisa (Brasil, EUA, Alemanha, Japão e Holanda) cresce com a DMT, mas o PIB das economias industrializadas cresce a *taxas muito maiores* do que as taxas de crescimento de suas DMT. Isto se deve fundamentalmente ao fato

que os países industrializados importam fluxos ignorados dos países chamados não industrializados em desenvolvimento que não são contabilizados nos seus balanços materiais.

### **Tamanho da população e volume da DMT**

Comparando-se as taxas de crescimento da população e da DMT nos diversos países observa-se que não há qualquer relação entre crescimento da população, o crescimento da DMT e do crescimento do PIB. O fato que nos países industrializados as taxas de crescimento do PIB foram muito mais rápidas que as da DMT e com um crescimento populacional muito inferior ao do Brasil, indica que a crescente intensidade material da economia brasileira (estritamente ligado á exploração dos seus próprios recursos naturais) não conseguiu gerar nenhum superávit significativo em termos de serviços e de crescimento do PIB.

No Japão o PIB cresce em taxas ainda muito superiores comparado aos países europeus e os EUA. Isso indica que, o Japão, um país muito pobre em recursos naturais, necessita de uma eficiência energético-material muito superior aos demais países industrializados.

### **A Origem da DMT**

Uma questão importante é a *origem* da matéria utilizada pela economia dos países estudados, para entender de que maneira o crescimento de uma economia depende dos recursos naturais de outros países.

Analisando-se a participação da matéria de origem doméstica e importada na DMT dos países estudados observa-se, por exemplo, que a matéria consumida pelo Brasil é proveniente quase na totalidade, do seu próprio Ambiente, enquanto a Alemanha já apresenta uma forte participação de importados e o Japão e a Holanda são, basicamente, dependentes de importação de matéria prima e/ou manufaturada.

### **A Natureza da DMT**

Qual é o volume de recursos naturais que o sistema econômico desperdiça sem contabilizá-lo? Qual é a importância dessa contabilidade para um desenvolvimento econômico sustentável? Existem indícios de mudança nos desperdícios ignorados?

Analisando a participação da matéria de natureza reconhecida e de natureza ignorada na DMT dos países estudados verifica-se que, com exceção da Holanda, os demais países têm sistemas econômicos que gastam, em desperdícios ignorados, mais de 50% de toda a matéria que retiram do Ambiente. EUA e Alemanha consomem, nesses desperdícios, quase 7/10 de suas DMTs.

Verificando-se a evolução dessas relações durante o período estudado pode-se constatar que:

- Os EUA registraram uma taxa de desperdício material muito elevada ao longo de todo o período;
- A Alemanha e o Japão, cujas demandas ignoradas já eram altas no início do período, ainda registram uma tendência de crescimento nos últimos anos;
- A Holanda, embora a taxa de desperdício seja a menor de todos, a demanda ignorada esta nitidamente crescendo;

- O Brasil registrou uma dinâmica diferente dos demais países. A participação da demanda ignorada na DMT, embora ainda em patamares altos, está caindo, consistentemente, ano a ano.

## **Os Materiais determinantes**

Perguntas importantes para verificar se de fato há mudanças em relação ao padrão de consumo de recursos renováveis e, sobretudo não renováveis são:

Qual é a classe de material mais determinante nas demandas dos sistemas econômicos?

Há indícios de mudança no padrão de consumo de cada classe de materiais?

Analisando essas distribuições ao longo do período estudado pode-se observar que:

Em relação à Classe Não Renováveis:

- No Brasil a participação quase duplicou, mudando de 15,6% para 28,9%;
- Nos EUA o padrão é similar, mas continuamente crescente;
- Na Alemanha, embora com uma tendência decrescente até 1988, terminou o período com padrão similar aos outros países;
- No Japão o padrão é similar aos outros países industrializados, com tendência crescente;
- A Holanda, o único país onde os padrões mudaram para patamares bem menores (70,0% para 52,0%);

Em relação à Classe Renováveis:

- Exceto a Holanda, que mudou de 20,99% para 29,75%, com tendência crescente, todos os demais países mantiveram padrão similar

Em relação à Classe Erosão de Solo:

- Houve uma mudança de padrão para patamares menores e com tendência a decrescer para o Brasil (46,70% para 33,4%) e EUA (30,78% para 17,65%);
- Alemanha, Japão e Holanda mantiveram o padrão;

Em relação à Classe Material Industrializado sem Enquadramento: com exceção da Alemanha e Holanda, que registraram uma pequena tendência de crescimento, todos os demais mantiveram o mesmo padrão de demanda durante todo o período da pesquisa.

Resumindo, com exceção da Holanda que tende a inverter os padrões de participação das Classes Não Renováveis e Renováveis, todos os países industrializados do estudo possuem uma DMT composta hegemonicamente pela Classe Não Renováveis e tendem a ampliar, ainda mais, esta tendência;

O Brasil, de forma consistente e a passos largos, tende a assumir padrões similares ao dos EUA, Alemanha e Japão.

O crescimento da participação dos recursos não renováveis nas demandas materiais das economias industrializadas é um dos fatores mais significativos da insustentabilidade do modelo econômico vigente.

## **Avaliação das Economias com Indicadores de Intensidade Material**

Os países são diferentes em extensão territorial, em tamanho da população, em grau de industrialização, em nível de vida de sua população e em outras tantas características. Comparar

suas economias apenas pelo valor total de seus PIBs e de suas DMTs não revela todas as diferenças entre elas.<sup>21</sup>

Assim, para que as demandas materiais dos países possam ser comparadas de forma mais consistentes, são necessários indicadores que não se distorçam em face de essas diferenças. Propomos dois indicadores com essa característica:

- **DMT por unidade de PIB** – Revela a quantidade de matéria embutida em cada unidade do PIB (tonelada de matéria por milhão de dólares);
- **DMT per capita** – Revela a quantidade de matéria que um sistema econômico consome por cada membro da sua população (tonelada de matéria por pessoa).

### ***A DMT por unidade do PIB***

Analisando-se quantas toneladas de matéria representa cada milhão de PIB nos países estudados pode-se concluir que, com exceção do Brasil, que teve variação zero, e a Holanda com variação mínima, o PIB dos outros países estudados perdeu intensidade material e tendem a continuar perdendo.

Este resultado aparentemente parece confirmar a tese da desmaterialização da economia capitalista. Entretanto as razões são outras: o aumento do desenvolvimento do setor de serviços nestas economias e a crescente importação de produtos primários dos países menos ou não industrializados criam a aparência de uma economia cada vez menos dependente de recursos materiais. De fato, estas economias importam quantidades enormes de materiais ignorados e em termos globais a intensidade material da economia mundial aumentou continuamente.

### ***A DMT per capita***

Este indicador é classificado de acordo com os seguintes critérios:

- *Crescimento Super Intenso* (>60%);
- *Crescimento Intenso* (20 a 60%);
- *Crescimento Moderado* (5 a 20%);
- *Crescimento Estabilizado* (-5 a +5%);
- *Declínio Moderado* (-5 a -20%);
- *Declínio Intenso* (-20 a 60%);
- *Declínio Muito Intenso* (< -60%).

Assim, os dados mostraram:

- A DMT de todos os países, com exceção dos EUA que registrou *crescimento moderado*, teve *crescimento intenso* ou *muito intenso*;
- Todos os fluxos componentes das DMT, segundo a origem ou segundo a natureza, de todos os países, também cresceram de forma *intensa* ou *muito intensa*.
- Em relação às classes, com exceção do *declínio intenso* nos fluxos de Erosão de Solo dos EUA, nos fluxos importados de Não Renováveis da Alemanha e do *declínio moderado* dos fluxos ignorados de Renováveis e fluxos domésticos do Japão, todos os demais, de todas as classes e em todos os países apresentam crescimento em suas

---

<sup>21</sup> Por exemplo: a Alemanha tem um PIB 5,2 vezes maior que o da Holanda mas ambas possuem graus similares de industrialização e nível de vida. Já o Brasil possui um PIB mais de 3 vezes superior ao da Holanda porém, em termos de nível de vida de suas população, os dois países são absolutamente distintos

demandas. Em quase todos os casos o grau desse crescimento foi *intenso* ou *muito intenso*.

Em termos per capita:

- Em relação ao total da demanda, a tendência é de *crescimento* nos últimos 10 anos da pesquisa;
- Em relação aos demais fluxos, segundo a origem ou segundo a natureza, e mesmo considerando o efeito do crescimento populacional já tratado anteriormente, verifica-se que somente houve *declínio* para (i) os fluxos ignorados do Brasil, (ii) para os fluxos domésticos e ignorados dos EUA (mas com nova tendência de crescimento nos últimos 10 anos da pesquisa) e (iii) para os fluxos importados da Alemanha;
- Em relação às classes, só houve *declínio* na demanda per capita de Erosão de Solo do Brasil e EUA e de Não Renováveis da Holanda.

Dos dados acima podemos concluir que os sistemas econômicos dos países estudados continuam crescendo de forma *intensa* ou *muito intensa* em suas demandas totais por matéria, seja em termos absolutos ou per capita. Esse crescimento, na maioria dos casos, se dá, tanto em relação aos fluxos considerados segundo a origem ou segundo a natureza. Exceções pontuais existem apenas em função de um *declínio acentuado* em Erosão de Solo para o Brasil e EUA e no fluxo de importados de Não Renováveis da Alemanha.

Finalmente, em relação à magnitude da DMT per capita, constata-se que:

- No Brasil, cada habitante representa, para o Ambiente, uma demanda anual de 19.850 quilos de matéria ou 284 vezes o peso de uma pessoa adulta.
- Nos EUA, cada habitante representa uma demanda de 74.070 quilos ou 1.058 vezes o peso de uma pessoa adulta (um americano pesa, para o Ambiente, 3,73 vezes mais do que um brasileiro).
- Na Alemanha, cada habitante representa uma demanda de 66.310 quilos ou 947 vezes o peso de uma pessoa adulta (um alemão pesa, para o Ambiente, 3,34 vezes mais do que um brasileiro).
- No Japão, cada habitante representa uma demanda de 32.160 quilos ou 459 vezes o peso de uma pessoa adulta (um japonês pesa, para o Ambiente, 1,62 vezes mais do que um brasileiro).
- Na Holanda, cada habitante representa uma demanda de 63.690 quilos ou 910 vezes o peso de uma pessoa adulta (um holandês pesa, para o Ambiente, 3,21 vezes mais do que um brasileiro).

## **Relevância do MFA e Recomendações**

### **Principais Constatações**

1. As economias estudadas na presente análise retiram do Ambiente, anualmente, 33 bilhões de toneladas de matéria. Se considerarmos a média *per capita* do estudo e a extrapolarmos para a população mundial chegaríamos à conclusão de que as sociedades humanas, em conjunto, retiram do planeta, anualmente, 306 bilhões de toneladas de matéria <sup>22</sup>. Se tomarmos por base

---

<sup>22</sup> A projeção foi feita considerando a população mundial de 6 bilhões de habitantes e a *média per capita* do estudo de 51 tons. Obviamente essa estimativa é apenas hipotética, já que esse consumo material foi obtido com base em países industrializados e a apenas o Brasil é do grupo de países em desenvolvimento. Entretanto a extrapolação está sendo feita porque esses países

o maior consumo *per capita* do estudo - o dos EUA - seriam 444 bilhões de toneladas; e se considerarmos o menor - o do Brasil - ainda teríamos a astronômica cifra de 119 bilhões de toneladas anuais. O mais grave desses resultados é que, do total da matéria demandada pelas economias estudadas, **23 bilhões de toneladas são da classe não renováveis**. Se for feita a mesma extrapolação anterior, concluiremos que as sociedades em conjunto retiram do planeta **216 bilhões de toneladas de matéria não renovável**. Se tomarmos por base a maior demanda per capita de matéria não renovável - a dos EUA (53,57 tons) - seriam **321 bilhões toneladas**; e se considerarmos a menor - a do Brasil (5,74 tons) - seriam **35 bilhões de toneladas**<sup>23</sup>. Isso é grave porque, além de expressar a enorme taxa de esgotamento dos recursos não renováveis do planeta, indica que esse volume de matéria, após o uso se transforma em lixo e, por isso, em fonte de entropia.

A despeito de não haver informações seguras sobre perda de solo para alguns países do estudo, só os EUA e o Brasil juntos (onde os dados são conhecidos e aparentemente consistentes), perderam 4,5 bilhões de toneladas da parte superior de seus solos. Esse impressionante volume de matéria perdida com a erosão leva à reboque a fertilidade local e se converte em razão básica do assoreamento dos rios e perdas de espaços para agricultura.

2. Pode o planeta suportar tamanho impacto antrópico? É possível estender para todas as nações esse modelo de desenvolvimento tão demandante do Ambiente?

Os dados indicam claramente que o mercado, sem regulamentação consistente e consciente do poder político e da sociedade civil, não tem condições em modificar a atual tendência do desenvolvimento global e frear sua voracidade em recursos naturais.

- O Sistema Econômico só avalia a eficiência de suas dinâmicas em bases monetárias, excluindo os custos dos fluxos ignorados;
- Da mesma forma, o PIB, principal parâmetro de política econômica dos países, não considera a maior parte da matéria movimentada pelo Sistema Econômico: *a matéria ignorada* (Brasil 56,9%, EUA 67,8%, Alemanha 64,3%, Japão 50,8 e Holanda 44,0%). Trata-se daquela parte dos recursos naturais transformadas ou transportadas antes de entrar no circuito econômico contábil. Por exemplo, o alumínio entra no mercado com o preço da tonelada, que não considera os preços dos impactos ambientais, os custos energéticos e sociais da região onde a bauxita esta sendo extraída e transformada em Alumínio;<sup>24</sup>

Ou seja, se o mercado é deixado ao sabor de suas dinâmicas próprias a tendência é a exacerbação dos padrões encontrados na pesquisa.

Portanto, é necessário buscar outras formas de medir a sustentabilidade dos processos econômicos e internalizar no sistema econômico a *consciência dos fluxos físicos* movimentados pelos fluxos monetários. A metodologia utilizada revelou-se potente em trazer à tona as particularidades e características das demandas materiais do Sistema Econômico. Seus resultados permitem a construção de indicadores simples, calculados para as diversas classes de materiais, para os diversos setores da economia e da sociedade e para as diversas naturezas de matéria movimentada, possibilitando assim a avaliação e o monitoramento geral do grau de sustentabilidade (ou insustentabilidade) das economias.

---

industrializados são os "modelos" de todos os demais e o padrão de consumo que se verifica neles é tido como a meta de todas as políticas de desenvolvimento dos países do mundo.

<sup>23</sup> Essa, certamente, é uma estimativa muito baixa e irreal, porque somente em relação aos países estudados já são 23 bilhões.

<sup>24</sup> Como demonstra o caso da produção de alumínio no estado do Pará, Brasil



3. O trabalho também revelou que a economia do Brasil, caminha, a passos largos, para assumir o mesmo perfil dos países industrializados, isto é: *perdulário no uso, gigantesco no desperdício e intenso na utilização de matéria não renovável*. Com o agravante que a crescente voracidade dos seus recursos naturais não conseguiu trazer benefícios palpáveis para sua crescente população. Os resultados também mostraram que as crises econômicas sempre foram compensadas por um aumento considerável da voracidade e do desperdício dos seus recursos naturais.

No Brasil, as perdas de solos, mesmo calculadas de maneira conservadora, são extremamente elevadas (33,4%) e apontam para um grave problema que deverá ser considerado na sua agenda ambiental. O fato em princípio positivo, de 1/3 da demanda material da economia brasileira ser de recursos renováveis (o que é relativamente elevado comparado aos países industrializados), não garante que as formas de uso sejam sustentáveis, ao longo do tempo. Mas o país reúne algumas condições positivas para transformar a base do seu Metabolismo Econômico-Ambiental para que seja mais sustentável.

## **Relevância Política**

### ***Base para Políticas Públicas***

As propostas para minimizar a nocividade das atividades sócio-econômicas em relação ao chamado "meio ambiente", quase sempre se baseiam em justificativas éticas, em desejos políticos ou em convicções ideológicas, todas representando generosas intenções, mas sem poder de interferência nos rumos do desenvolvimento econômico. Além das concretas relações de poder, uma das razões importantes da incapacidade e inoperância em relação a insustentabilidade dos caminhos da economia globalizada é exatamente a falta de instrumentos empíricos capazes de *medir* concretamente o grau dos problemas e a dificuldade de transformar em linguagem acessível o verdadeiro caráter da economia mundial. Ao mesmo tempo essa falta de dados empíricos impossibilita a criação de uma opinião consistente e o desenvolvimento de instrumentos operacionais capazes de mudar o rumo da evolução econômica e da ação política.

### Políticas Tributárias

As políticas tributárias não consideram o peso desses processos e produtos em relação ao Ambiente e, por isso, pouco efeito tem na demanda material da economia.

Políticas de tributação que tomam por base de cálculo a quantidade de matéria e energia embutidos e usados nos produtos e processos econômicos, certamente tenderiam a expressar muito melhor seus verdadeiros pesos em relação ao Ambiente. Ademais, por influenciarem diretamente os preços, as considerações sobre o consumo energético-material se tornariam permanentes na agenda da sociedade, ensejando, assim, uma visão mais clara da verdadeira dimensão da insustentabilidade do nosso modo de produção.

### Políticas para o Trabalho Humano

A tendência do mercado capitalista é *desvalorizar o trabalho e os preços dos recursos naturais para gerar lucros crescentes*. Assim, os setores produtivos, graças às aberturas dos mercados nacionais e a globalização da economia mundial, migram para regiões de trabalho semi-escravo,

sociedades civis pouco desenvolvidas, regimes autoritários e países com uma legislação ambiental inexistente ou ineficiente.

Para reverter esta tendência há as seguintes possibilidades:

- A globalização do mercado capitalista precisa ser acompanhada por uma globalização dos direitos humanos, dos direitos de migração da força de trabalho (na mesma medida da liberdade de migração do capital), e por uma igualdade do valor econômico da força de trabalho.
- Desonerar o valor dos salários de qualquer tipo de tributo e onerar apenas a parte material-energética embutida nos produtos.

As vantagens são significativas não somente por diminuir a pressão sobre o Ambiente, mas também porque geraria mais empregos e estimularia a demanda por tecnologias mais consumidoras de força humana e menos dependente de matéria e energia.

### Políticas em Relação ao Mercado

A compreensão dos fluxos materiais, baseada em dados empíricos, permanentemente levantadas e analisadas, possibilita a criação de políticas concretas e eficientes de regulamentação dos processos econômicos e permitem aos governos uma correção efetiva das imperfeições no funcionamento do mercado.

### Políticas de Investimentos

O monitoramento do MEA permite encontrar maneiras de redimensionar investimentos e incentivos para controlar as externalidades ambientais desde o ponto inicial do ciclo *extração dos recursos naturais – transformação e produção – circulação e consumo – rejeito e descarte*, evitando assim o aprofundamento de processos insustentáveis e possibilitando a prevenção em vez da remedição muitas vezes tarde demais.

Trata-se, portanto, de uma alternativa que não nega *o crescimento econômico*, senão sugere a possibilidade de perspectivas novas para o desenvolvimento econômico, com a intensificação do uso de força humana nos processos produtivos, criando mercado de trabalho e, por consequência, mercado de consumo.

## Conclusões

A metodologia proposta e testada permite um olhar completamente diferente para a relação Sistema Econômico-Ambiente e revela uma agenda nova de pesquisas tanto para aperfeiçoamento da metodologia quanto para a aplicação dos seus enfoques para outros estudos tais como:

- Estudos sobre os fluxos materiais entre regiões geográficas do Brasil. Uma pesquisa assim é particularmente útil para conhecer o verdadeiro papel da Amazônia como base material do metabolismo de outras regiões do Brasil e do mundo;
- Estudos sobre os fluxos materiais entre os países para revelar as variações no valor monetário das matérias comercializadas e para trazer à tona aspectos novos das assimetrias existentes. Demonstrar com dados empíricos quais nações constroem seu desenvolvimento à custa do ambiente de outras;

- Pesquisa sobre o papel da tecnologia, do setor de serviços e do papel da especulação financeira na desmaterialização fictícia da economia;
- Pesquisas sobre a demanda material dos diferentes setores da economia para revelar a relação de dependência de um setor em relação aos outros e gerar uma espécie de Matriz Material de Insumo-Produto;
- Pesquisas para experimentar a metodologia para cidades, comunidades e processos microeconômicos. Neste último caso, surgiria a possibilidade da medição do Metabolismo Econômico-Ambiental de empresas e de outras organizações menores;
- Estudos para aprimorar os padrões internacionais para a classificação dos materiais, dos tipos de fluxos, dos estágios em que os materiais podem ser contabilizados, dos agregados macro-econômicos, das fontes de dados, dos modelos de relatórios, dos indicadores a serem gerados, etc.;
- Estudos para definir o perfil completo de cada material, definir as taxas para calcular a demanda ignorada, a origem das importações e o destino das exportações com suas respectivas taxas da demanda ignorada, os estágios nos quais os materiais transitam no Sistema Econômico, etc.

Isto são alguns exemplos de uma possível agenda de pesquisas que decorrem dos princípios básicos da Análise dos Fluxos Materiais. Certamente o MFA não é por si só suficiente para determinar os diferentes e complexos níveis de insustentabilidade de um sistema econômico, mas demonstrou nos últimos anos uma crescente adesão de instituições de pesquisas do mundo que buscam soluções operacionais para o problema do desenvolvimento sustentável.

## Referências bibliográficas

- ACHARYA, A. (1995). *Tropical forests vanishing*. In: BROWN, L. R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York: Worldwatch Institute. p.116-117.
- ADRIAANSE, A. et al. (1997). *Resource flows: the material basis of Economies*. Washington: World Resources Institute. 66p.
- ALIER, J. M. (1996). *Curso de Economia Ecológica*. Barcelona: Universidad Autónoma.
- ARRUDA, M. (1997). *Globalização e sociedade civil repensando o cooperativismo no contexto da cidadania ativa*. Proposta, Rio de Janeiro: FASE, v.26, n.74, set./nov. 1997.
- BELL, D. (1976). *The cultural contradictions of capitalism*. London: Heinemann. 301p.
- BERTALANFFY, Ludwig von (1976). *Teoria geral de sistemas: Aplicação à psicologia*. In: Teoria dos Sistemas. Tradução de Maria da Graça Lustosa Becskeházy. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, p.1-20, 143 p.
- BERTOLONI, J., LOMBARDI NETO, F. (1990). *Conservação do Solo*. São Paulo: Ed. ICONE. 392p.
- BOSSSEL, H. (1996). *20/20 Vision – Explorations of Sustainable Futures*. (Draft version 2.0). Kassel, Germany: Center for Environmental Systems Research.
- BRITO, D.C. (1997). *A paradoxal unidade do discurso do desenvolvimento*. Belém: Universidade Federal do Pará / Núcleo de Altos Estudos Amazônicos.
- BROWN, L. R. (1995a). *Overview: the acceleration of the history*. In: BROWN, L. R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York: Worldwatch Institute. p.15-21.
- BROWN, L. R. (1998). *Overview – New Records, New Stresses*. In: BROWN, L. R. et alii. *Vital Signs 1998: The environmental trends that are shaping our future*. 15-24. New York: Worldwatch Institute.
- BRÜSEKE, F. J. (1993). *O Problema do Desenvolvimento Sustentável*. Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. (Paper do NAEA, n.13).
- BRÜSEKE, F. J. (1996). *A lógica da decadência: desestruturação sócio-econômica, o problema da anomia e o desenvolvimento sustentável*. Apresentação de Octavio Ianni. Belém: Cejup. 327p.
- BRÜSEKE, F. J. (1997a). Risco social, risco ambiental, risco individual. *Revista Ambiente & Sociedade*, São Paulo: Ed. Unicamp, n.1, p.3.
- BRUYN, S., DRUNDEN, M. (1999). *Sustainability and Indicators in Amazonia: conceptual framework for use in Amazonia*. Amsterdam: Institute for Environmental Studies. (Amazonia 21 Project. A discussion document)
- CAMPOS, Roberto (1997). A quarta globalização. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 11 maio 1997. Cad. 1, p.4.

CARNEIRO de Souza, A. (1981). *Evolução dos principais componentes da oferta de carne bovina e bufalina em Belém*: Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Pará / Convênio Ministério Agricultura / SUDAM / Governo Estado do Pará - EMATER-PA. (Série Planejamento, n.5).

COELHO NETO, A. L. (1995). *Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia*. In: GUERRA, A. ET AL. (Orgs.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p.93-148.

COMARA – Comissão de Aeroportos da Amazônia (1999). *Informação sobre pavimentação em construção de aeroportos*. Belém: Ministério da Aeronáutica. 1o. COMAR.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1991). *Nosso futuro comum*. 2.ed. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas. 430p.

CONSTANZA, R. et al. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, v.387, p.253-260.

COSTA, Monteiro da J.M. (1997). *Desenvolvimento sustentável, globalização e desenvolvimento econômico*. In: XIMENES, Tereza (Org.). *Perspectiva do desenvolvimento sustentável: uma contribuição para a Amazônia* 21. Belém: Universidade Federal do Pará / Núcleo de Altos Estudos Amazônicos / Associação de Universidades Amazônicas. 657p. p.71-114.

COUTO, S. O. (1999). *Consumo de cimento por m<sup>2</sup> de área construída*. Belém: SERENG/ 1º COMAR/Ministério da Aeronáutica. (Comunicação pessoal ).

DAUMAS, Maurice (1996). *Las grandes etapas del progreso técnico*. Traducción de Marcos Lara. México : Fondo de Cultura Económica. 151p.

DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) (1976-96a). *AED – Anuário Estatístico*

DNER (AED). Rio de Janeiro: DNER / Ministério dos Transportes. DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) (1976-96b). *RAD - Relatório Anual do DNER (AED)*. Rio de Janeiro: DNER / Ministério dos Transportes. DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) (1976-96c). *PNV - Rede Rodoviária do PNV – Divisão em Trechos*. Rio de Janeiro: DNER / Ministério dos Transportes.

DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) (1976-96). *Anuário Mineral Brasileiro (AMB)*. Brasília: DNPM / Ministério das Minas e Energia.

DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) (1998). *Esclarecimentos conceituais sobre a metodologia de apuração de quantidade e valor da produção bruta e beneficiada de substâncias minerais*. Brasília: DNPM / DIDEM / Divisão de Economia Mineral.

EBPT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte) (1976-96). *AET - Anuário Estatístico de Transporte*. Rio de Janeiro: EBPT / Ministério dos Transportes.

ELIAS, Norbert (1994). *O processo civilizador: uma história dos costumes*. Tradução de Ruy Jungman. 2.ed. Rio de Janeiro : J. Zahar. 2v. v.1, 277p.

EMBRAPA - SNLCS (Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos) (1980). *Práticas de conservação do solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 88p. (Miscelânea, 3).

FENZL, N. (1995a). *Metabolismo social e econômico*. Belém: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos / Universidade Federal do Pará. (Notas de aulas proferidas no Curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Umido).

- FENZL, N. (1995b). Conceitos gerais em Teoria de Sistemas. Belém: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos / Universidade Federal do Pará. (Notas de aulas proferidas no Curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido).
- FENZL, N. (1997a). Considerations about interaction and exchange of information between open and self-organized systems. *World Futures*, Amsterdam: Overseas Publishers Association, v.49, p.401-408, 1997.
- FENZL, N. (1997b). Estudo de parâmetros capazes de dimensionar a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. In: XIMENES, Tereza (Org.). *Perspectiva do desenvolvimento sustentável: uma contribuição para a Amazônia*. Belém: Universidade Federal do Pará / Núcleo de Altos Estudos Amazônicos / Associação de Universidades Amazônicas. 657p. p.1-31.
- FENZL, N. (1998). O conceito de desenvolvimento sustentável em sistemas abertos. Belém : NUMA/UFPA. (Textos de aulas proferidas no IV Curso de Especialização em Educação Ambiental).
- FERKISS, Victor C. (1976). O homem tecnológico. Tradução Marco Aurélio de Moura Matos. 2.ed. Rio de Janeiro : Zahar. 187p.
- FISCHER-KOWALSKI, M. et. alii (1991). Cause related environmental indicators : a contribution to the environmental satellite-system of the Austrian SNA. Wien: IFF. (Research Report IFF - Soziale Ökologie, n.17).
- FISCHER-KOWALSKI, M., HABERL, H., PAYER, H. (1992). A paradise for paradigms: *outlining an information system on physical exchanges between the economy e nature*. Wien: IFF. (Research Report IFF - Soziale Ökologie, n.22).
- FISCHER-KOWALSKI, M., HABERL, H. (1992). Purposive interventions into life process: *a neglected environmental dimension of the society-nature-relationship*. Wien: IFF. (Research Report IFF - Soziale Ökologie, n.24).
- FISCHER-KOWALSKI, M., HABERL, H. (1993). Metabolism and colonisation: *modes of production e the physical exchange between societies e nature*. Wien : IFF. (Research Report IFF - Soziale Ökologie, n.32).
- FISCHER-KOWALSKI, M., HABERL, H. (1994). On the cultural evolution of social metabolism with nature : *sustainability problems quantified*. Wien : IFF. (Research Report IFF - Soziale Ökologie, n.40).
- FISCHER-KOWALSKI, M. (1997). Metabolismo and Communication : *towards a common epistemological framework for social and natural processes*. (Conference on "Science for sustainable society - integrating natural and social sciences" at Roskilde University, Oct. 26-29. Vienna : IFF - Social Ecology).
- FISCHER-KOWALSKI, M. (1998). Society's Metabolismo – *The Intellectual History of Material Flow Analysis*. Part I: 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology* 2(1):61-78
- FISCHER-KOWALSKI, M. (1999a). Society's Metabolismo – *The Intellectual History of Material Flow Analysis*. Part II: 1970-1998. *Journal of Industrial Ecology*, Vol 2, N.4: 107-136
- FISCHER-KOWALSKI, M. (1999b). Material Flow Accounting (MFA) *Information Package*. Viena: OAR-Regionalberatung GmbH, Amazônia 21 Project. 31p
- FURTADO, José Luís (1995). Trânsito filosófico I : *política e ciência*. Ouro Preto: Ed. UFOP. 104p.
- GAGNEBIN, Jeanne Marie (1997). Sete aulas sobre linguagem, memória e história. Rio de Janeiro : Imago Ed.192p.

- GAMA, Ruy (Org.) (1985). História da técnica e da tecnologia: *textos básicos*. São Paulo: T. A. Queiroz, Ed. Universidade de São Paulo. 270p. (Biblioteca Universitária Básica: Engenharia e Tecnologia, v.4).
- GARDNER, Gary (1995). Water tables falling. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995 : The trends that are shaping our future*. New York: Worldwatch Institute. p.122-123.
- GARDNER, Gary, PERRY, Jim (1995). Dam starts up. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York: Worldwatch Institute. p.124-125.
- GIDDENS, Anthony (1991). As conseqüências da modernidade. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista.
- GOODLAND, Robert (1995). The concept of environmental sustainability. *Annual Reviews in Ecol. Sist.*, Washington, n.26, p.1-24, 1995.
- GROOT, Rudolfo S. de (1994). Environmental functions and the economic value of natural ecosystems. In: JANSSON, Ann Mari et alii. *Investing in natural capital : the ecological economics approach to sustainability*. Washington DC : Island Press. p.151-168.
- GUIMARÃES, Roberto P. (1997). Desenvolvimento sustentável : da retórica à formulação de políticas públicas. In: BECKER, Bertha, MIRANDA, Mariana (Orgs). *A geografia política do desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro : Editora da UFRJ. p.13-44.
- HABERMAS, Jurgen (1988). Teoria de la accion comunicativa. Altea : Taurus. v.1.
- HABERMAS, Jurgen (1992): A modernidade: um projeto inacabado?. In: ARANTES, O. F., ARANTES, P. E. *Um ponto cego no projeto de Jurgen Habermas*. São Paulo: Brasiliense. p.99-123.
- HARRIS, M. (1991). *Cultural Anthropology*. 3rd ed. New York : Harper and Collins.
- HERF, Jeffrey (1984). *Reactionary modernism*. New York.
- HIGUCHI, Niro et alii (1997a). Biomassa na parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da amazônia brasileira. In: HIGUCHI, Niro (Org). *Biomassa e Nutrientes Florestais - Projeto BIONTE – Relatório Final*. Manaus : MCT-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / UK-Department for International Development. 345p.
- HIGUCHI, Niro et alii (1997b). Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. In: HIGUCHI, Niro (Org). *Biomassa e Nutrientes Florestais - Projeto BIONTE – Relatório Final*. Manaus : MCT-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / UK-Department for International Development. 345p.
- HOBSBANN, Eric (1982). *A era das revoluções. Europa 1789-1848*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) (1989). *INFORMAÇÕES agrícolas do Instituto Agrônomo de Campinas*. Folha de São Paulo, São Paulo, 11 abr. 1989.
- IANNI, Octávio (1993). *A sociedade Global*. 2.ed. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira. 194p.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) (1995). *ESTATPESCA. Relatório Interno*. Brasília: IBAMA.
- IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (1976-96). *AEB – Anuário Estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro : IBGE / Gerência de Documentação e Biblioteca.
- KHANE, Hal (1995). Sulfur and nitrogen emissions fall slightly. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York : Worldwatch Institute. p.86-87.
- LASZLO, Ervin (1996). *The systems view of the world: a holistic vision for our time*. New Jersey: Hampton Press. 103p.

- LENSSSEN, Nicholas (1995). Nuclear waste still accumulating. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995 : The trends that are shaping our future*. New York. : Worldwatch Institute. p.88-89.
- LIMA, Deborah (1997). Conferência sobre a noção polissêmica do desenvolvimento sustentável. Simpósio Internacional: Amazônia – estratégias de desenvolvimento sustentável em debate; maio, 1997. Belém: FASE, NAEA/UFPA, SACTES/DED, FAOR,UNIPOP, CPT/PA, FETAGRI/PA/AP, MPST e ABONG.
- LOBO, João Bôsko (1999). Informação pessoal sobre remoção de solos em implantação de rodovias. Belém : Delegacia Regional do DNER / Ministério dos Transportes.
- LOVELOCK, James (1991). *As eras de gaia: a biografia de nossa Terra viva*. Tradução de Beatriz Sidou. Rio de Janeiro: Campus. 236p.
- LUHMANN, Niklas (1998). *Sistemas Sociales: Lineamentos para una teoría general*. Trad. Silvia Pappe y Brunhilde Erker; coord. por Javier Torres Nafarrete. Rubi (Barcelona): Antrophos; México: Universidad Iberoamericana; Santafé de Bogotá: CEJA, Pontificia Universidad Javeriana. 445 p. (Autores, Textos e Temas. Ciências Sociais, 15)
- LUBCHENCO, Jane (1998). Entering the Century of the Environment: a new social contract for science. In: *Science*, v. 279, January, 1998. Pag. 491-497.
- MACHADO, J. A. da C. (1998a). A sustentabilidade do desenvolvimento e a expressão energético material dos processos econômicos. Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. (Projeto de Tese de Doutorado).
- MACHADO, J. A. da C. (1998b). Metabolismo sócio-econômico e colonização : *uma metodologia operacional para medição da sustentabilidade*. Belém: Universidade Federal do Pará. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. (Paper do NAEA, 80).
- MACHADO, J. A. da C. (1998c). Idéias de crise e sustentabilidade. *Novos Cadernos NAEA*, Belém: NAEA/UFPA, v.1, n.1, p.125-150, jun.1998.
- MACHADO, J.A.C. ; FENZL, N. . A Sustentabilidade do Desenvolvimento e a Demanda Material da Economia: O Caso do Brasil Comparado ao de Países Industrializados. *Novos Cadernos do Naea*, Belém, v. 3, n. 2, p. 79-143, 2000.
- MACHADO, J.A.C. ; FENZL, N. ; MATHIS, A. . The Sustainability of Complex Economic Systems. An Application of National Material Flow Analysis (MFA) to the Brazilian Economy. *Triple C*, Vienna, Áustria, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2004.
- MACHADO, J.A.C. ; FENZL, N. . A Sustentabilidade do Desenvolvimento e a Demanda Material da Economia: O Caso do Brasil Comparado ao de Países Industrializados. *Novos Cadernos do NAEA*, Belém, v. 3, n. 2, p. 79-143, 2000. <http://www.gpa21.org/br/publicacoes.php?CodAreaTematica=1>
- MARCUSE, Herbert (1969). *O homem unidimensional: ideologia da sociedade industrial*. Rio de Janeiro : Zahar.
- MARTIN, L. C. Tayarol (1993). *Nutrição mineral de bovinos de corte*. São Paulo: Ed. Nobel.
- MATHIS, Armin (1997). *O fim da supremacia da política : possibilidades e limites da intervenção do Estado na interpretação da teoria de sistemas*. Belém : Universidade Federal do Pará / Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. (Notas de aula no Programa de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido).
- MAX-NEEF, M. A. (1991). *Speculations and reflections on the future*. Santiago de Chile: Preparatory Committee of the Santiago Encounter, March, 13-15th, Santiago del Chile. (Official document, n.1).
- MEADOWS, Donella H., MEADOWS, Dennis L., RANDERS, Jorgen, BEHRENS III, William W. (1972). *Limites do crescimento : um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. São Paulo : Ed. Perspectiva.
- MEADOWS, Donella H. et al. (1992). *Beyond the limits*. Vermont: Chelsea Green Publishing Co.

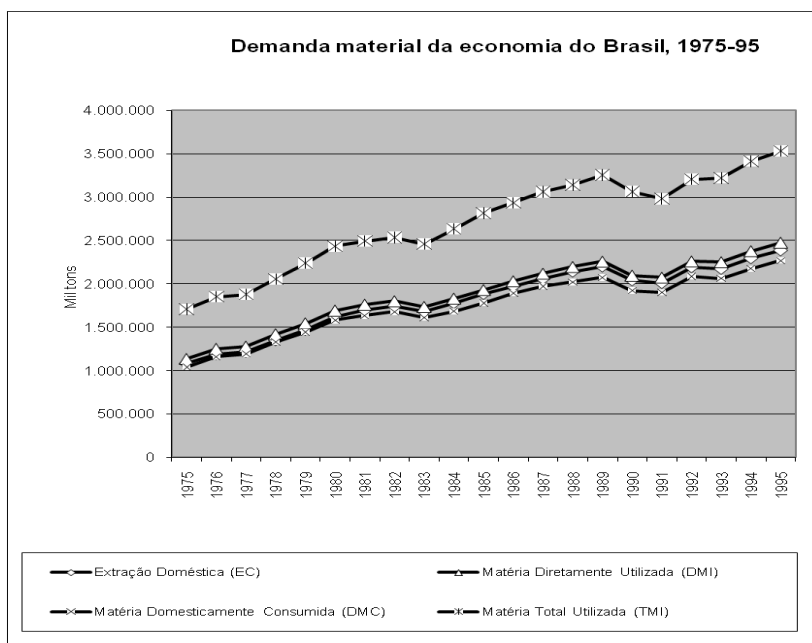


- MENDES, A. D. e SACHS, I.. A inserção da Amazônia no mundo. In: Conferência Internacional Amazônia 21: uma Agenda para um mundo sustentável (1,1997, Brasília, DF.) Brasília: DMF Congresso, 1998. 264p, p.35-44.
- MORAIS, João Francisco Regis de (1981). Ciência e tecnologia : *introdução, metodologia e crítica*. 3.ed. São Paulo : Ed. Moraes. 181p.
- MUMFORD, Lewis (1934). *Technics and civilization*. New York : Harcourt.
- MUSEU EMÍLIO GOELDI (1999). Texto para Workshop de Janeiro 99 – Area Temática: Agricultura Sustentável, [www.atech.br/agenda21.as](http://www.atech.br/agenda21.as) Consórcio Museu Emilio Goeldi/Fundação Aplicações Tecnológicas Críticas/Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação de Ciências Ambientais/23.01.99. 116p.
- MYER, Herman (1966). *La tecnificación del mundo : origen, esencia y peligros*. Versión española de Rafael de la Vega. Madrid : Editorial Gredos. 410p.
- NBER (National Bureau of Economic Research) (1996). NBER Online Data. The PENN World Table (Mark 5.6) (on line data). URL: <http://www.nber.org/dataindex.html>
- NEVES, A. Rodrigues (1980). *Tópicos de Educação Florestal*. Belo Horizonte: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. 162p.
- NORGAARD, R. B. (1992). Towards economics that sustain nature and human dignity: one perspective from the United States. In: THE NEW economic paradigm : *a sustainable economy*. Austria : Technische Universität. p.19-39.
- NUNES, Benedito (1997). Um conceito de cultura. In: XIMENES, Tereza (Org.). *Perspectiva do desenvolvimento sustentável : uma contribuição para a Amazônia 21*. Belém: Universidade Federal do Pará / Núcleo de Altos Estudos Amazônicos / Associação de Universidades Amazônicas. 657p. p.531-551.
- OECD (Organization for European Community Development) (1993). *Core set of indicators for environmental performance reviews : a synthesis report by the group on the State of the Environment*. Paris: OECD. (Environment. Monographs, n.83).
- Office for Official Publications of the European Community: *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*, Luxembourg 2001, ISBN 92-894-0459-0, © European Communities, 2001
- PLATT, Anne E. (1995). Aquaculture Boosts Fish Catch. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995 : The trends that are shaping our future*. New York : Worldwatch Institute. p.32-33.
- PRIGOGINE, I., STENGERS, I. (1984). *A nova aliança : a metamorfose da ciência*. Tradução de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincadeira. Brasília : Editora Universidade de Brasília.
- RAPOPORT, Anatol (1976). Aspectos matemáticos da análise geral dos sistemas. In: *TEORIA dos sistemas*. Tradução de Maria da Graça Lustosa Becskéhy. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas. 143 p. p.21-46.
- ROODMAN, David M. (1995a). Global temperature rises again. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York : Worldwatch Institute. p.64-65.
- ROODMAN, David M. (1995b). Carbon emission resume rise. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York : Worldwatch Institute.
- ROSSI, Paolo (1992). *A ciência e a filosofia dos modernos : aspectos da revolução científica*. Tradução Alvaro Lorencini. São Paulo : Ed. Universidade Estadual Paulista. 389p. (Biblioteca Básica).
- RUNNELS, Curtis N. (1995). Environmental degradation in Ancient Greece. *Scientific American*, p.72-75, March 1995.

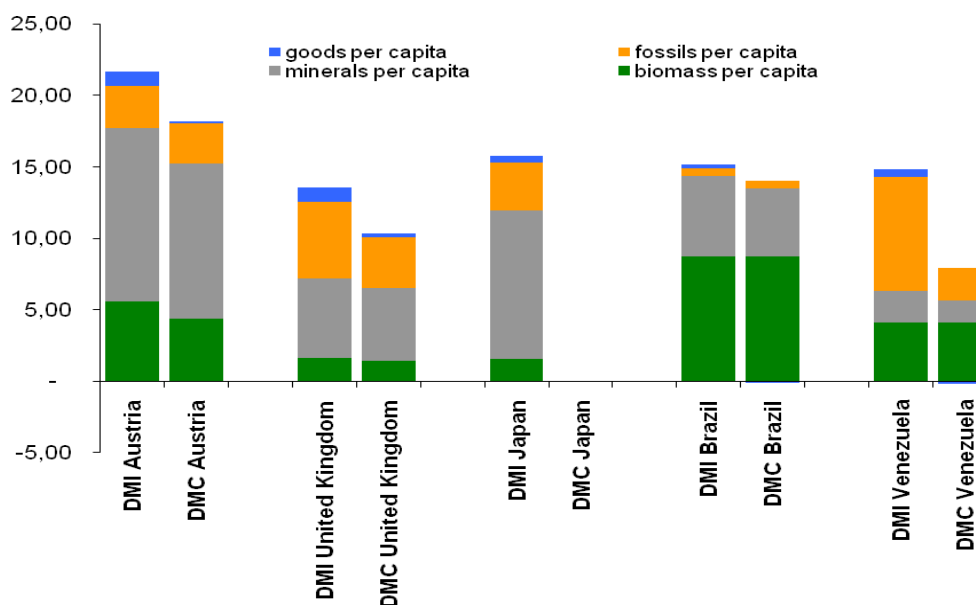
- RYAN, Mega (1995). CFC Production Plummeting. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995: The trends that are shaping our future*. New York : Worldwatch Institute. p.62-63.
- SAINT-SERNIN, Bertrand (1998). *A razão no século XX*. Tradução de Mario Pontes. Brasília : Ed. UnB; Rio de Janeiro : J. Olympio. 256p.
- ECTMA (Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente do Acre) (1997). *Critérios de sustentabilidade da produção florestal*. Documento final. Rio Branco, Acre, Brasil.
- SOROS, George (1997). *Por uma sociedade global aberta*. Veja, São Paulo : Editora Abril, v.30, n.51, p.88-92, 24 dez. 1997.
- SOUZA, A. L. Lopes (1996). *Meio ambiente e desenvolvimento sustentável : uma reflexão crítica*. Belém : Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Serviço de Documentação e Informação. 50p.
- SPANGENBERG, Joachim H. (1996a). Integracion de critérios en el concepto de sostenibilidad. *Espacios*, Costa Rica, n.7, Enero/Junho 1996.
- SPANGENBERG, Joachim H. (1996b). Towards an integrated concept of sustainability. (Paper apresentado no Simpósio Internacional "Amazônia: Estratégias para o Desenvolvimento Sustentável em Debate", Belém, Pará, Brasil 08-11 de setembro, 1996).
- SPANGENBERG, Joachim H., BONNIOT, Odile (1997). *Sustainability Indicators : a compass on the Road Towards Sustainability. Technical Report*. Wuppertal, Germany : Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy. Division for Material Flows and Structural Change.
- SPANGENBERG, Joachim H., SCHMIDT-BLEEK, Friedrich (1997). How to probe the physical boundarie for sustainable society? *Foundations of sustainable development. Ethic, law, culture and the physical limits*. Uppsala, Sweden: Uppsala University.
- TAVARES, Maria da Conceição, FIORI, José Luis (1993). *Desajuste global e modernização conservadora*. São Paulo : Paz e Terra. 193p.
- TEIXEIRA, Leopoldo (1998). *Comunicação Pessoal*. Belém : EMBRAPA / Centro de Pesquisas Agrofloretais da Amazônia Oriental.
- TOURAINÉ, Alain (1994). *Crítica da modernidade*. Tradução Elia Ferreira Edez. 3.ed. Petrópolis : Vozes. 431p.
- UHL, C. et alii (1996). Impactos da atividade madeireira e perspectivas para o manejo sustentável da floresta numa velha fronteira da Amazônia : o caso Paragominas. In: ALMEIDA, O. (org.). *Evolução da fronteira amazônica : oportunidades para um desenvolvimento sustentável*. Porto Alegre : Edições Caravela. 140p.
- UN (United Nations) (1992). International Comparison Programme. Handbook of The International Comparison Programme (on line data). URL: <http://www.un.org/depts/unsd/sna/icp/index.html>
- UN (United Nations) (1994). International Comparison Programme. World Comparison of Real Gross Domestic Product and Purchasing Power, 1985 (on line data): <http://www.un.org/depts/unsd/sna/icp/index.html>
- UNDP (United Nation's Development Program) (1996). *Human Development Report 1996*. New York : UNDP.
- US-BC (U. S. Bureau of the Census) (1998). International Data Base (IDB) (on line data). Washington: International Programs Center (IPC)/Bureaus of the Census. URL: <http://www.census.gov/ftp/pub/ipc/www/idbrank.html>
- VIEIRA M. N. Figueiredo et alii (1996). *Levantamento e conservação do solo*. Belém : FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 320p.

- WILKEN, Elena (1995). Soil erosion's toll continues. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995 : The trends that are shaping our future*. New York: Worldwatch Institute. p.118-119.
- WORLD BANK (1995). *Monitoring Environmental Progress : a report on work in progress*. Washington DC.
- WORLDWATCH INSTITUTE (1995). *Worldwatch Database Diskette (digital database)*. Washington, DC.
- WRI (World Resource Institute) et alii (1996). *World Resource (1996-97)*. New York: Oxford University Press.
- WRIGHT, D. H. (1990). Human impacts on energy through natural ecosystems, and implications for species endangerment. *Ambio*, v.19, n.4, p.189-194.
- YARZA, Florêncio I. S. (1995). *Dicionário Griego-Español*. Barcelona : Ed. Ramón Sopena.
- YOUTH, Howard (1995). Amphibian populations take a dive. In: BROWN, Lester R. et alii. *Vital Signs 1995 : The trends that are shaping our future*. New York : Worldwatch Institute. p.120-121.

## Anexo -01 A demanda material da economia brasileira 1975-1995



## Anexo -02 Matéria Domesticamente Consumida (DMC) e Matéria Diretamente Utilizada (DMI). Comparação entre os países.



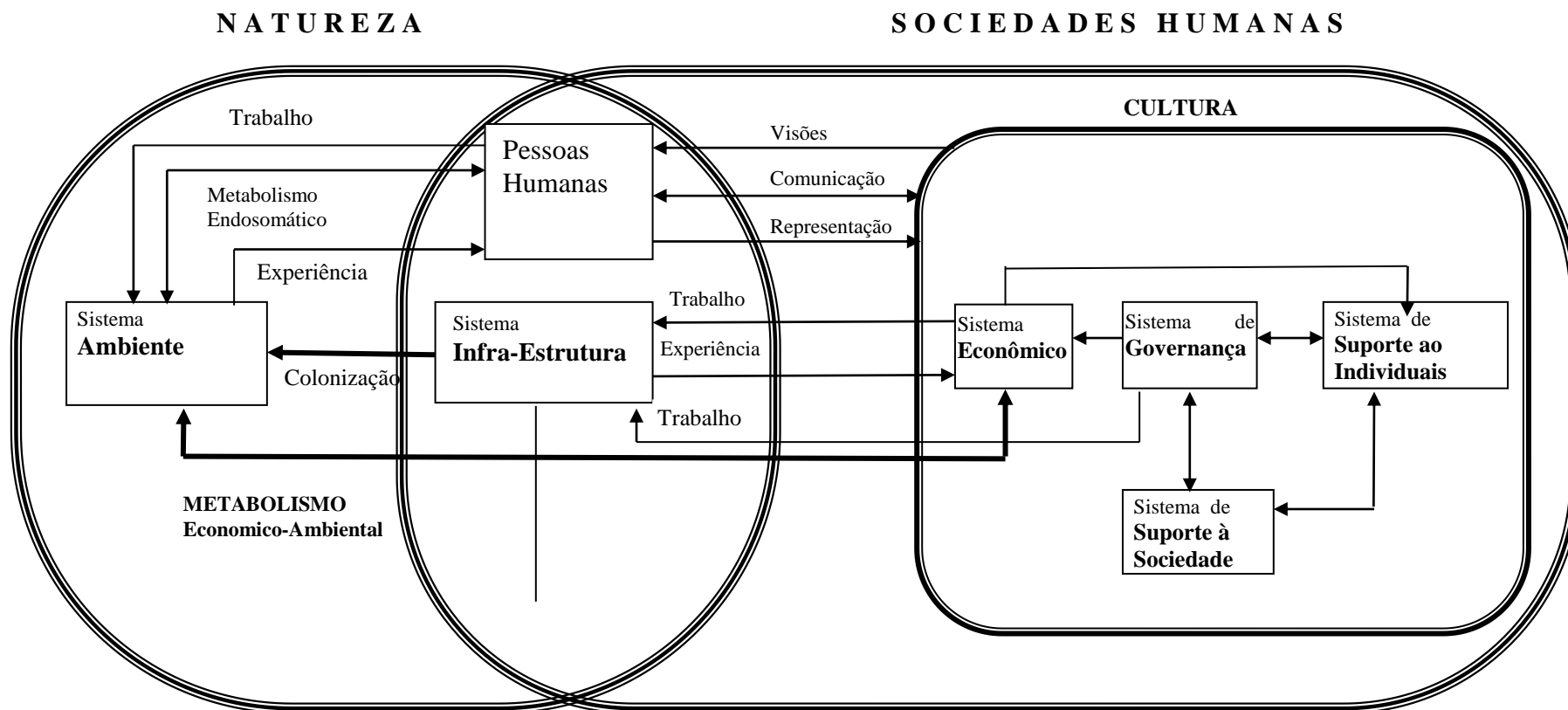
### Anexo 03. DMT - Resumo dos países

Resumo das DMTs do Brasil, EUA, Alemanha, Japão e Holanda (tons)

Características Relevantes	BRASIL (1995)	EUA (1994)	ALEMANHA (1994)	JAPÃO (1994)	HOLANDA (1994)
Demanda Material Total (DMT)	3.238.304.000	19.304.000.000	5.411.370.000	4.019.700.000	979.637.000
Varição da DMT no período	65,5%	13,1%	42,2%	34,7%	42,5%
Segundo Origen					
Doméstica	92,3%	92,3%	64,1%	32,7%	31,2%
Importada	7,7%	7,7%	35,9%	67,3%	68,8%
Segundo Naturaza					
Reconhecida	43,1%	32,2%	35,7%	49,2%	56,0%
Ignorada	56,9%	67,8%	64,3%	50,8%	44,0%
Segundo Classes					
Não Renováveis	28,9%	72,3%	76,7%	88,1%	52,0%
Renováveis	36,6%	8,2%	6,8%	6,4%	29,9%
Erosão de Solo	33,4%	17,6%	2,4%	4,0%	0,1%
Material Industr. sem Enquadrament	1,0%	1,9%	14,1%	1,5%	18,0%
Relação DMT-Brasil e demais países	1	0,16	0,59	0,80	3,30
PIB ( <i>dólar-ppp</i> , preço constante, 1985)	634.420	4.824.231	1.110.078	1.916.630	213.026
Relação PIB-Brasil e demais países	1	0,13	0,57	0,33	2,98
Varição do PIB no período	67,5%	63,3%	87,0%	97,2%	52,0%
População	163.113.370	260.602.289	81.612.677	124.991.070	15.382.198
Rel. População-Brasil e demais países	1	0,63	2,00	1,31	10,60
Varição do População no período	49,9%	20,7%	32,0%	12,0%	12,7%
PIB per capita ( <i>dólar - ppp</i> / pessoa)	3.889,44	18.511,85	13.601,78	15.334,14	13.848,87
Varição do PIB per capita no período	11,7%	35,3%	41,6%	76,0%	34,9%
DMT por unidade do PIB (milhão/ton)	5.104	4.001	4.875	2.097	4.599
Varição DMT/unidade PIB no período	0%	-30,7%	-23,9%	-31,7%	-6,2%
DMT per capita (ton/pessoa)	19,85	74,07	66,31	32,16	63,69
Varição da DMT per capita no período	11,7%	-6,3%	7,7%	20,2%	26,4%
Observação: Para o Brasil o período é 1975-1995. Para os demais países é 1975-1994					

## Anexo 04.

Figura 2: Modelo de interação Sociedade-Ambiente



Fonte: Modelo construído a partir de FISCHER-KOWALSKI, 1997:8 e BOSSEL, 1996

## Anexo 05

Figura 5: Fluxo do Minério entre Ambiente e Sistema Econômico

