

A SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS COMPLEXOS

Conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento
sustentável
Aspectos Teóricos e Práticos

Norbert Fenzl
José Alberto da Costa Machado

Capítulo I

O DEBATE E OS DESAFIOS

Conteúdo

| | |
|--|-----------|
| Desenvolvimento Sustentável existe? | 3 |
| A lógica da insustentabilidade: Descontando o futuro | 4 |
| Breve histórico do debate | 6 |
| O Clube de Roma. Os Limites e Além dos Limites do Crescimento..... | 7 |
| O Relatório Brundtland..... | 8 |
| Os objetivos de desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas | 8 |
| A Economia Ecológica | 10 |
| A Ecologia Profunda (Deep Ecology) | 11 |
| O Eco-desenvolvimento e desenvolvimento includente | 11 |
| Os serviços ambientais..... | 12 |
| Os desafios para as ciências..... | 14 |
| A diversidade do conceito | 15 |
| As diferentes concepções da insustentabilidade | 17 |
| As diferentes tentativas de aferição da sustentabilidade | 21 |
| Referências..... | 23 |

Desenvolvimento Sustentável existe?

O conceito de *Desenvolvimento Sustentável* não é simplesmente um modismo intelectual do final do Século XX, senão é fruto da consciência dos graves problemas ambientais e socioeconômicos que a humanidade está enfrentando. As sociedades e nações do mundo em pleno processo de globalização e integração socioeconômicas estão percebendo claramente os limites dos recursos naturais do planeta. Mais ainda, os **princípios** e as **maneiras** em que esta integração mundial ocorre, produzem efeitos colaterais desastrosos, tais como impactos ambientais de dimensões planetárias, níveis de injustiça social crescentes e uma voracidade desenfreada em relação aos recursos naturais. A percepção dessas limitações do modelo econômico globalizado traz conseqüências profundas na maneira de encarar o futuro da humanidade.

Assim, **desenvolvimento sustentável** pode ser considerado de certa maneira um **contra-conceito** na medida em que ele surge como **antítese** a um desenvolvimento econômico e social do planeta que é percebido como **insustentável**.

Surge então a pergunta: *nossa forma de desenvolvimento tem futuro?*

As respostas não são simples e requerem uma nova abordagem baseada na interdisciplinaridade, quebrando com nossas tradições positivistas e lineares de pensar. De fato, a sociedade humana é um sistema complexo, longe do equilíbrio e regido por parâmetros que não obedecem à lógica mecanicista das ciências tradicionais. Eis a razão porque compreender o verdadeiro significado do conceito de desenvolvimento sustentável requer compreender as dinâmicas dos sistemas complexos. Desenvolvimento Sustentável, por ser um conceito novo e muito amplo, vem sendo interpretado das maneiras mais diversas, sempre dependendo dos interesses específicos do usuário. As dificuldades em torno desse conceito se devem ao grande número de pontos de vista, do alto nível de abstração e da falta de elementos operacionais capazes de medir concretamente a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. Em outras palavras: é preciso construir uma ciência inovadora para a sociedade sustentável.

De um modo geral define-se desenvolvimento sustentável levando-se em conta as seguintes metas e objetivos básicos:

- A taxa de consumo de **recursos renováveis** não deve ultrapassar a **capacidade de renovação** dos mesmos;
- A quantidade de **rejeitos produzidos** não deve ultrapassar a **capacidade de absorção** dos ecossistemas;
- Recursos não renováveis devem ser utilizados somente **na medida em que possam ser substituídos** por um recurso equivalente renovável.

Em síntese: o conceito de desenvolvimento sustentável descreve um **processo socioeconômico ecologicamente sustentável e socialmente justo**.

É claro que diretrizes tão vagas, não podem ser traduzidas diretamente em ações práticas ou políticas públicas consistentes. As dificuldades e obstáculos para transformar esta idéia aparentemente simples em ações concretas são enormes e os debates e conflitos que surgem em torno desse conceito são equivalentes ao tamanho do problema que a humanidade está enfrentando de fato.

Entretanto, a discussão em torno das questões práticas avançou nas últimas décadas e assistimos ao surgimento de novas abordagens metodológicas que parecem promissoras¹.

A lógica da insustentabilidade: Descontando o futuro

O ser humano tem a tendência de ser coerente dentro de certos princípios aceitos pelo conjunto da sociedade e dentro do contexto cultural em que ele foi educado. Neste caso, o comportamento do indivíduo é considerado normal, ou *racional*. Assim sendo, a *racionalidade* é sempre relativa a normas socialmente aceitas e pode ser perfeitamente *irracional* em algum outro quadro de referência ética. Por exemplo, quando queremos entender porque alguns promovem a destruição das florestas tropicais e a consideram como uma atividade racional, enquanto outros a condenam devemos perguntar sobre as *lógicas* que estão fundamentando julgamentos tão antagônicos.

A primeira lógica é basicamente utilitária. As pessoas físicas ou jurídicas que vivem de acordo com esta lógica, são os centros de suas próprias atenções. Eles consideram ter todo o direito de utilizar qualquer coisa animada ou inanimada presente no seu redor, contanto que a relação custo-benefício esteja favorável para si mesmo. Esta foi exatamente a lógica do colonialismo que marcou a história do mundo nos últimos 500 anos e continua sendo a lógica da economia capitalista atual.

Na era da globalização tal atitude traz conseqüências cada vez mais desastrosas para todos os indivíduos e sociedades, espécies e ecossistemas que não possuem poder econômico ou político para garantir seu espaço num mundo onde reina a lei do mais forte. Um excelente exemplo é a atual crise do sistema financeiro mundial.

Essa postura antropocêntrica e egocêntrica tem raízes nas nossas heranças históricas culturais, religiosas e filosóficas. Trata-se de um referencial construído, em parte, sobre interpretações ignorantes do mundo natural ao nosso redor e em parte sobre a necessidade do nosso passado remoto quando os recursos naturais pareciam infinitos e a luta pela sobrevivência do ser humano requeria uma dose cavalaresca de egocentrismo para ter sucesso.

Nesse contexto de lógicas, derrubar a floresta tropical, vender a madeira, colocar o dinheiro no banco e receber a taxa de juros, que é mais alta do que o valor da taxa de produção de madeira da floresta é necessariamente um "bom negócio".

Entretanto, se incluirmos nas nossas reflexões e atos os interesses dos nossos filhos e netos, percebemos que na realidade estamos vivendo à custa das gerações futuras. Ou seja, estamos *descontando o futuro*. Para a economia neoclássica, trata-se de um argumento utilizado para determinar o *futuro valor* dos recursos naturais atualmente disponíveis.

BOSSÉL (1996) nos dá um exemplo que adaptamos aqui para as condições brasileiras.

Imaginamos um dono de uma fazenda com uma bela árvore de mogno adulto, que certamente poderá durar ainda uns 100 anos sem aumentar sua biomassa. Digamos que a madeira de mogno desta árvore vale USD\$ 1.000, a preço do mercado atual. Para saber o que fazer com a árvore, o dono avalia as seguintes opções: derrubar e vender a madeira (i) de imediato, (ii) daqui a dez anos, (iii) daqui a cinquenta anos, (iv) daqui a cem anos. E ele sabe que pode investir o dinheiro a uma taxa segura de juros de sete por cento ao ano.

¹ Por exemplo, a Holanda desenvolveu um programa interessante chamado *Sustainable Technology Development*. Este programa pede que os fluxos antropogênicos devam ser pequenos (20%) em relação aos fluxos naturais. No caso dos recursos não renováveis, o programa propõe que o uso somente deva ser permitido se há uma perspectiva de reservas pelo menos por 50 anos. Nesse período precisam ser realizados investimentos para sua substituição.

- Se o dono decide derrubar e vender de imediato, ele deposita R\$ 1.000 no banco, sobre os quais ele pode auferir juros (digamos 7%/ano) a partir de agora. Assim ele terá R \$ 2.014 em dez anos, R\$ 4.055 em 20 anos, R\$ 33.115 em 50 anos e R\$ 1.096.633 em cem anos.

- Se o dono decide de derrubar a árvore somente daqui a 10 anos, ele receberia os US\$ 1.000 somente daqui a dez anos e deixaria de ganhar os R\$10.014 de juros. Em outras palavras, o valor da madeira *agora* seria somente R\$ 500, se o preço for calculado para uma venda daqui a *10 anos*.

- Seguindo este raciocínio, o valor da árvore agora seria somente de R\$ 30 hoje, se fosse derrubada daqui a 100 anos.

Assim sendo, dentro desta lógica, o mais lucrativo é cortar o mogno e colocar R\$ 1.000 no banco a uma taxa de 7% e garantir para os netos uma boa quantidade de dinheiro no banco, o que eles certamente preferirão no lugar da velha árvore. Do ponto de vista da lógica capitalista isto seria chamado de *gerenciamento sustentável de recursos*. Esta é exatamente a lógica com que governos, e empresas ou indivíduos derrubam florestas tropicais, sobre-pescam os oceanos, esgotam os recursos naturais e bombeiam campos de petróleo até secarem.

Uma vez que o dinheiro esteja no banco, em princípio, ter-se-á uma "fonte sustentável" de dinheiro, com um fluxo constante de juros. Isto é (ou pelo menos *era* até a quebra geral do sistema financeiro mundial) a lógica vigente.

Claro que os governos e seus gurus economistas vêem a floresta desaparecer, a pesca entrando em colapso, campos de petróleo secando. Mas, aparentemente, eles descobriram uma "novidade": *sempre que um recurso natural se torna raro, a tecnologia arranja um substituto*. Este credo quase religioso nas possibilidades da tecnologia, a chamada *lei da substitucionalidade*, não admite soluções sustentáveis para o aproveitamento racional dos recursos naturais.

Por outro lado, chegaremos a conclusões *racionais* totalmente diferentes se **valorizarmos o uso futuro tanto quanto o uso presente** (sem descontar nada de um futuro mais do que incerto) e se forem aceitas as leis da física, da química e da biologia, que impõem limites objetivos a substitucionalidade. Este referencial é necessário para entender o sentido mais profundo do conceito de sustentabilidade (HOWARD; NORGAARD, 1990, 1992, 1993).

O problema é que o modo de pensar antropocêntrico e utilitário não apenas desconta os interesses das gerações futuras de acordo com sua *distância no tempo*, mas também aplica um *desconto* semelhante no que diz respeito à *distância social*. O que importa e define nosso comportamento são os interesses pessoais e dos nossos mais próximos, enquanto os interesses de cidadãos de outra classe social contam muito pouco e os interesses de pessoas muito distantes ou uma exótica espécie de pássaro contam praticamente nada.

Nesta lógica, é claro que a proteção ambiental e prevenção da poluição fazem sentido apenas se seus benefícios futuros forem maiores do que os custos atuais. Do contrário, estaríamos irracionalmente desistindo dos nossos *direitos de consumo* hoje.

Usando o exemplo da árvore de mogno: se um desastre ambiental custa 1 milhão de dólares em prejuízos *que nos afetam de imediato*, pagaríamos muito provavelmente esta quantia para evitar que ele aconteça. Entretanto, de acordo com a lógica econômico vigente, se ao contrário, os efeitos do desastre causam este mesmo prejuízo de 1 milhão de dólares somente daqui a cem anos, nós provavelmente nem pagaríamos os US\$ 912 (presumindo, novamente, a utilização da taxa de juros de 7 por cento) que serão necessários a partir de agora para evitar que ele ocorra no futuro.

Foi exatamente este tipo de raciocínio que fez o governo norte-americano cortar as despesas de manutenção dos diques em *New Orleans* antes do ciclone Katarina e explica sua resistência em assinar os acordos de Kyoto (NORDHAUS, 1990, 1993).

O grande problema do desenvolvimento sustentável é que ele **não admite descontos futuros**. Um determinado ecossistema vale hoje tanto para o funcionamento **do sistema como um todo**, quanto valerá em 50, 100 ou 1000 anos. Se quisermos que o sistema econômico como um todo seja sustentável e útil para as gerações futuras, não podemos permitir que economistas ou governos de plantão determinem os valores monetários para os **serviços dos ecossistemas** (cujos funcionamentos ainda são em grande parte desconhecidas) de acordo com interesses imediatistas.

A idéia do desenvolvimento sustentável é baseada na percepção de que a biosfera e a antroposfera se complementem num sistema só e ambos evoluem juntos. Não há qualquer possibilidade de desconto temporal do futuro da biosfera em benefício imediato da antroposfera. Ou os dois lados evoluem juntos ou ambos desaparecerão juntos.

Isto não significa de modo algum que a antroposfera não deve usar os recursos naturais disponíveis para seu desenvolvimento. Pelo contrário, a sociedade humana precisa tirar sua energia e matéria necessária da bio e geosfera para sobreviver. Entretanto, **a forma como a sociedade global se apropria e consome estes recursos deve ser repensada e transformada**.

Assim, a interdependência entre biosfera e antroposfera, assim como a interdependência entre culturas, nações, raças e classes sociais, não admite nenhum desconto espacial ou temporal de um em detrimento do outro. E como a história das guerras, das crises econômicas e financeiras, do câmbio climático, dos desastres ecológicos e muitas outras calamidades nos deveriam ensinar, qualquer tentativa neste sentido será paga cruelmente por nós e, sobretudo por nossos filhos e netos.

Concluindo, podemos concordar com BOSSEL (1996) que resume estas reflexões da seguinte maneira:

1. Com relação ao ambiente natural, significa reconhecer espécies e ecossistemas como sistemas que têm sua própria identidade, seu valor e direito de existência, no presente e no futuro. O ambiente natural não pode ser visto como uma fonte, supostamente infinita, de recursos, mas sim como um *espaço de vida* do qual depende nossa existência e cujo futuro é nossa responsabilidade;
2. Com relação aos sistemas humanos, significa respeitar os princípios dos direitos humanos, sem diferenciações por região, religião, raça, convicção política, renda, riqueza, ou educação;
3. Com relação ao futuro significa respeitar o direito à existência e desenvolvimento de futuras gerações, espécies e ecossistemas, entendendo que na realidade **pedimos a terra emprestada aos nossos filhos**.

Dito isso, é fundamental reconhecermos o fato que a natureza **presta um serviço vital** para as sociedades humanas que nunca foi devidamente reconhecido e sempre considerado como um presente gratuito. Desenvolvimento sustentável, portanto exige uma profunda e criativa reestruturação do nosso **modo de produção**, e conseqüentemente das **relações de produção** e das **forças produtivas** correspondentes. Assim, chegamos finalmente ao cerne de toda a problemática e percebemos porque a discussão em torno do desenvolvimento sustentável sempre parece escapar das questões operacionais e da prática: quanto mais aprofundamos o debate sobre a insustentabilidade do desenvolvimento atual, o paradigma do capitalismo liberal e da liberdade do mercado está sendo seriamente e crescentemente questionado.

Breve histórico do debate

A literatura sobre o tema do desenvolvimento sustentável cresceu exponencialmente nas últimas três décadas, mas em grande parte trata-se de uma crítica ao sistema econômico vigente com

poucas orientações práticas ou operacionais *como* a insustentabilidade do processo de desenvolvimento global poderá ser modificado. É consenso que esta **insustentabilidade é consequência do modelo econômico neoliberal**, entretanto, após a queda do chamado "socialismo real" há uma lacuna significativa em relação a modelos sociais e econômicos que sejam capazes de enfrentar a devastadora onda neoliberal da globalização.

As críticas ao modelo de desenvolvimento focalizando os seus impactos ambientais começaram a tomar corpo a partir dos anos 70, mas é somente a partir da década de 80 que o conceito de desenvolvimento sustentável começou a ocupar seu espaço na literatura popular e científica e os impactos sociais do modelo econômico chegaram a ser incluídos no debate.

Inicialmente tratava-se de uma crítica (justa) do modelo econômico que questionava o próprio conceito de *desenvolvimento*. Por exemplo, Celso Furtado dizia "*temos assim a prova definitiva de que o desenvolvimento econômico - a idéia de que os povos pobres podem algum dia desfrutar das formas de vida dos atuais povos ricos - é simplesmente irrealizável*" (FURTADO, 2001).

Esta crítica ao modelo de desenvolvimento cresceu tanto em quantidade como em qualidade na medida em que as evidências da insustentabilidade do sistema econômico se tornaram mais claras e fundamentadas em dados científicos irrefutáveis, por exemplo, a questão energética, mudanças climáticas, crise alimentar etc.

O que chegou a ser consenso de um número importante de autores é o fato que um desenvolvimento baseado exclusivamente no aumento e consumo da produção material junto com o crescimento demográfico é impossível de ser sustentado nas próximas décadas (GEORGESCU-ROEGEN, 1997; MEADOWS et al., 1972; FURTADO, 2001; DALY, 2003; ALIER, M. J. & JUSMET, J. R., 2000)

Um dos pioneiros deste debate sobre a insustentabilidade do modelo econômico foi Nicolas Georgescu-Roegen que publicou, em 1971, um trabalho intitulado *The Entropy Law and the Economic Process*. Embora hoje considerado revolucionário, o trabalho foi boicotado pelos economistas da época. Utilizando uma abordagem termodinâmica, ele analisa a crescente entropia e irreversibilidade do sistema econômico e sem ainda utilizar o termo *desenvolvimento sustentável*, ele chega à conclusão que o atual modelo econômico estará condenado ao fracasso justamente devido à segunda lei da termodinâmica. A obra de Georgescu-Roegen, reeditada em 1997, serviu não somente de inspiração para novas abordagens tais como a *economia ecológica* e a chamada *deep ecology* (ecologia profunda) – uma versão fundamentalista - do desenvolvimento sustentável, mas também para a discussão sobre o problema energético da economia global vigente. (GEORGESCU-ROEGEN, 1997)

O Clube de Roma. Os Limites e Além dos Limites do Crescimento

Dois trabalhos marcaram historicamente o debate sobre um desenvolvimento sustentável: *Os Limites do Crescimento* (1972) e *Além dos Limites do Crescimento* (1997)

O primeiro foi uma pesquisa conduzida pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) publicado em 1972 por Dennis Meadows, chamada *Os limites para o crescimento*, também conhecida como *Relatório do Clube de Roma*. O estudo afirma que:

(i) os limites para o crescimento econômico do planeta (mantidos os níveis de industrialização, de poluição, de produção de alimentos e de extração dos recursos naturais) serão atingidos em 100 anos;

(ii) uma inversão destas tendências de crescimento e formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica, que se possa manter até um futuro remoto, são possíveis;

(iii) as possibilidades de êxito da inversão dessa tendência dependerão da rapidez em que a humanidade reage aos desafios colocados (MEADOWS et al., 1972).

Para alcançar a *estabilidade econômica e ecológica*, Meadows et al. (1972) propõem o crescimento zero da população global e do capital industrial. Mostram a realidade dos recursos limitados em base da velha tese de Malthus sobre o perigo do crescimento demográfico da população mundial.

O segundo trabalho (realizado por Donella & Dennis Meadows e Jorgen Randers), publicado em 1997, foi uma atualização dos *Limites do Crescimento* de 1972, denominada "*Beyond the limits: confronting global collapse*". Desta vez os autores afirmam que um mundo onde os 20 % mais ricos da população consumem 86% dos recursos naturais e serviços, mais da metade da energia e quase metade da carne e do peixe, está mais próxima do colapso e longe de alcançar a sustentabilidade. Finalmente, o relatório pode ser considerado mais contundente e pessimista na sua crítica ao sistema econômico mundial, afirmando que *o sistema de mercado enriquece os ricos, empobrece os pobres e coloca em risco o planeta* (MEADOWS et al., 1997).

O Relatório Brundtland

É importante mencionar também o trabalho da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) que elaborou o chamado relatório Brundtland, em boa parte baseado nos estudos mencionados acima. Embora ligada às Nações Unidas, a CMMAD foi criada em 1983, como organismo independente, fora do controle dos governos membros da ONU. Apesar das debilidades do relatório (criticadas por diversos autores), ele apresenta um avanço significativo: ele estabelece uma ligação direta entre o modelo de desenvolvimento econômico vigente e a pobreza, a ineficiência na satisfação das necessidades básicas de alimentação, de saúde, da habitação, a necessidade de estabelecer uma matriz energética que privilegie as fontes renováveis e do processo de inovação tecnológica e a degradação ambiental.

Os objetivos de desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas

Por mais que os avanços concretos nas mudanças econômicas em direção a uma maior sustentabilidade pareçam insignificantes, há um progresso importante na **percepção** dos problemas que precisam ser levados em consideração. Os **objetivos de desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas** são um exemplo disso e refletem claramente a insustentabilidade do atual modelo econômico global e a urgência das mudanças necessárias.

Os objetivos do milênio pretendem:

- Reduzir pela metade, entre 1990 e 2015, a proporção da população com renda inferior a um dólar PPC por dia e reduzir pela metade, entre 1990 e 2015, a proporção da população que sofre de fome é uma meta mais do que justa e urgente;

- Reduzir em dois terços, entre 1990 e 2015, a mortalidade de crianças menores de 5 anos e reduzir em três quartos, entre 1990 e 2015, a taxa de mortalidade materna são metas extremamente importantes;
- Reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura.

Para atingir estas e outras metas da mesma importância, a ONU sugere que se integrem os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais; que se desenvolva um sistema comercial e financeiro aberto, baseado em regras, previsível e não discriminatório e que se torne a dívida externa dos países em desenvolvimento sustentável a longo prazo.

Estas metas podem parecer utópicas frente ao desenvolvimento econômico e social atual do mundo que corre exatamente na contramão dos sonhos da humanidade. Mesmo assim, elas são consequência de uma tomada de consciência dos governos do mundo que devemos tomar em consideração como fator positivo.

Hoje a dinâmica da economia global é determinada pela impressionante **especulação financeira**, a **expansão dos gastos militares**, cuja lógica exige necessariamente a criação de conflitos armados e guerras e **o tráfico de drogas** ilegais. Estas são as *driving forces* da acumulação de capital neste início do Milênio e todas altamente nocivos para o desenvolvimento da humanidade.

A expansão da especulação financeira que desde o fim dos acordos de *Bretton Woods*, na década de 70, causou um fantástico enxugamento do capital produtivo e levou centenas de milhões de pessoas ao desemprego e economias nacionais a beira do colapso.

Somente a título de ilustração, no Brasil o setor bancário cresceu durante a década do plano real de aproximadamente 1.200%, enquanto o PIB nacional somente teve um crescimento de cerca de 30% no mesmo período.

Enquanto isto, o único setor "produtivo" que de fato teve um crescimento espantoso foi a indústria bélica. Por exemplo, os gastos militares dos EUA para 2004-2005 são calculados para cerca de 500.000 milhões de dólares: 1.360 milhões por dia, 56,6 milhões por hora, mais de 940.000 dólares por minuto e quase 16.000 U\$ por segundo.

Na guerra do Afeganistão e do Iraque foram gastos até final de 2006 em torno de 700.000 milhões de dólares, excluindo-se os custos da infra-estrutura e das vidas destruídas durante os conflitos.

Natalie J. Goldring, diretora executiva do Projeto de Segurança Global e Desarmamento da Universidade de Maryland, demonstra que no auge da guerra fria dos anos de 1970 os gastos militares do mundo giravam em torno de 900.000 milhões de dólares. Depois da queda do muro de Berlim, os gastos caíram para 780.000 milhões em 1999 (GELMAN, 2004). Entretanto, no final de 2004 tem-se novamente um gasto global de 950.000 milhões de dólares, 50.000 milhões de dólares a mais do que no auge da guerra fria. Isto se deve basicamente a impressionante expansão militar dos EUA, que teve que substituir o seu antigo adversário, o "comunismo mundial" pelo "terrorismo mundial" para poder garantir a manutenção do lucrativo setor bélico. Hoje os EUA são responsáveis por cerca da metade dos gastos militares do mundo. (GELMAN, 2004)

Em resumo, as cinco maiores potências econômicas que produzem atualmente 62% da produção mundial de armas, são os EUA (500.000 milhões de dólares), Japão (44.000 milhões anuais), França (40.000 milhões), Reino Unido (35.000 milhões) e China (26.000 milhões). Com a exceção do Japão, esses países são membros permanentes do Conselho de Segurança das Nações Unidas. Ao mesmo tempo, a Assembléia geral da ONU vota a cada ano uma resolução pedindo o fim da carreira armamentista e o desarmamento nuclear em respeito às convenções internacionais em vigor, (GELMAN, 2004).

Por outro lado, segundo o Banco Mundial, tem-se hoje no mundo 2.800 milhões de seres humanos vivendo com uma renda inferior a 2 (dois) dólares diários José Luis Machinea, na época secretário executivo da CEPAL (um organismo da ONU), declarou que nos finais de 2003 havia na América Latina e no Caribe 20 milhões de pobres a mais que em 1997. Resumindo, a pobreza cresceu numa taxa de 9.100 latino-americanos por dia, 380 por hora e mais de 6 por minuto. (GELMAN, 2004).

Gore Vidal acaba de dizer que "fomos constantemente envolvidos na guerra porque, segundo nosso governo, esta é a forma de fazer dinheiro". Ao mesmo tempo uma estatística oficial dos EUA indicou que o número de norte-americanos que vivem de baixo da linha de pobreza alcança hoje 35,8 milhões de estadunidenses, o que representa 12,5 % da população total dos EUA. (GELMAN, 2004)

Um grupo de 16 especialistas da ONU elaborou um documento para a 59ª AG dizendo:

numa época em que a erradicação da pobreza e o desenvolvimento do mundo são metas prioritárias não atingidas por falta de fundos e financiamentos, o aumento dos gastos militares se torna inquietante[...] a pesar de décadas de debates e propostas, a comunidade internacional não era capaz de chegar a um acordo que limite os gastos militares e libere recursos para o desenvolvimento nacional (<http://www.un.org/ga/59/>).

Finalmente uma pesquisa realizada por Javier Iguñiz (economista, diretor da revista *Sur de Medicus Mundi*) analisou as rendas per capita desde 1780 e constatou que a desigualdade entre os países mais ricos e os mais pobres aumentou aproximadamente em 25 vezes até os dias de hoje! (GELMAN, 2004)

Na busca por alternativas, várias abordagens foram desenvolvidas, por exemplo, a Economia Ecológica, a Ecologia Profunda e o Eco-desenvolvimento, somente para mencionar os mais conhecidos.

A Economia Ecológica

Na medida em que o debate sobre desenvolvimento sustentável avançou, ficou cada vez mais claro que a *teoria de sistemas complexos* penetrou na discussão, sem que ela fosse explicitamente mencionada ou desenvolvida como base teórica do desenvolvimento sustentável. Isto é o caso da chamada **economia ecológica** criada por ecólogos e economistas que consideram a *economia global como um sistema aberto* onde a natureza não pode ser valorizada simplesmente em termos monetários, mas, deve, sobretudo, incluir considerações consistentes sobre a intensidade materiais

das economias nacionais e uma valoração dos serviços prestados pelos ecossistemas que não podem ser considerados como bens gratuitos.

A Ecologia Profunda (Deep Ecology)

O conceito de ecologia profunda se baseia na percepção que o paradigma econômico vigente insiste em confundir "crescimento do PIB" com "crescimento econômico", sem admitir que os custos marginais derivados dos impactos ambientais e sociais podem ser maiores que o valor monetário dos benefícios da produção. Assim, alguns autores falam de *crescimento não-econômico* (DALY, 2003).

O Eco-desenvolvimento e desenvolvimento includente

O termo eco-desenvolvimento foi proposto no início dos anos 1970 por Maurice Strong e desenvolvido mais tarde por Ignacy Sachs que fala de **desenvolvimento includente** e considera que desenvolvimento sustentável é incompatível com o livre jogo sem restrições das forças do mercado e que a revolução ambiental coincidiu com a contra-revolução neoliberal. De certa maneira o eco-desenvolvimento critica tanto a maneira unilateral da interpretação da realidade dos economistas como dos desenvolvimentistas. Sobretudo seus autores criticam as políticas que separam o crescimento econômico dos problemas sociais e ambientais e consideram que o Estado e a sociedade civil são fundamentais para fiscalizar e corrigir as deficiências e excessos do mercado (MONTIBELLER, 2004; SACHS, 2004).

Os Quadros 1 e 2 elaboradas por Enríquez (2008) resumem: (i) as cinco dimensões do desenvolvimento sustentável com base dos trabalhos de Sachs (1986, 1992, 2002, 2004), Montibeller (2004), e (ii) Os principais eventos ocorridos entre as décadas de 1970 e 1990 que contribuíram para a criação e difusão do conceito de desenvolvimento sustentável com base em (MARQUES, 2003) e (BRUSEKE, 1994).

| Dimensão | Componentes | Objetivos |
|--------------------------------------|---|--|
| SUSTENTABILIDADE SOCIAL | Criação de postos de trabalho que permitam a obtenção de renda individual adequada (melhor condição de vida e maior qualificação profissional). Produção de bens dirigidos prioritariamente às necessidades básicas sociais. | Redução das desigualdades sociais |
| SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA | Fluxo permanente de investimentos públicos e privados; estes últimos com especial destaque para o cooperativismo. Manejo eficiente dos recursos naturais. Absorção, pelas empresas, dos custos ambientais. Endogeneização: contar com suas próprias forças. | Aumento da produção e da riqueza social, sem dependência externa |
| SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA | Produzir respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas. Prudência no uso de recursos naturais renováveis. Prioridade à produção de biomassa e à industrialização de insumos naturais não-renováveis. Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia. | Melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações |
| SUSTENTABILIDADE ESPACIAL/GEOGRÁFICA | Desconcentração espacial (de atividades; de população). Desconcentração/democratização do poder local e regional. Relação cidade/campo equilibrada (benefícios centrípetos). | Evitar excesso de aglomerações |

| | | |
|---------------------------|---|---|
| SUSTENTABILIDADE CULTURAL | Soluções adaptadas a cada ecossistema. Respeito à formação cultural comunitária. | Evitar conflitos culturais com potencial regressivo |
|---------------------------|---|---|

Quadro 1- As cinco dimensões do desenvolvimento sustentável.

Fonte: Enríquez (2008).

| Ano | Evento | Contribuição |
|------|---|--|
| 1971 | Conferência de Founex (Suíça). | Ressaltou a importância de as estratégias de desenvolvimento integrar com o meio ambiente, discutindo os efeitos colaterais da atividade agrícola sobre o meio ambiente. |
| 1972 | Clube de Roma e a publicação "Os limites do crescimento" | Levou a uma intensa discussão dentro e fora do meio acadêmico, mostrando resultados já alarmantes para finais da década de 1970. |
| 1973 | Uma nova proposta: Ecodesenvolvimento | As idéias do ecodesenvolvimento não podem negar a sua relação com a teoria do <i>self-reliance</i> , defendida nas décadas anteriores por Mahatma Gandhi ou Julius Nyerere. Ul Haq (1973) e Dieter Senghaas (1977) radicalizaram a argumentação, defendendo a necessidade de dissociação entre os países centrais e os países periféricos, para garantir o desenvolvimento dos últimos. |
| 1974 | Declaração de Cocoyok, das Nações Unidas UNCTAD (Conferências das Nações Unidas sobre Comércio-Desenvolvimento) e do UNEP (Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas) | Ela contribui para a discussão sobre desenvolvimento e meio ambiente, destacando as seguintes hipóteses: a) a explosão populacional tem como uma das suas causas a falta de recursos de qualquer tipo; pobreza gera o desequilíbrio demográfico; b) a destruição ambiental na África, Ásia e América Latina é também o resultado da pobreza que leva a população carente à super-utilização do solo e dos recursos vegetais; c) os países industrializados contribuem para os problemas do subdesenvolvimento por causa do seu nível exagerado de consumo. |
| 1975 | Relatório Dag - Hammarskjöld - da ONU | As potências coloniais concentraram as melhores terras das colônias nas mãos de uma minoria, forçando a população pobre a usar outros solos, promovendo a devastação ambiental. O Relatório Dag Hammarskjöld compartilhou, com a Declaração de Cocoyok, o otimismo e a confiança em um desenvolvimento, a partir da mobilização das próprias forças (<i>self-reliance</i>). O radicalismo dos dois documentos expressa-se na exigência de mudanças nas estruturas de propriedade no campo, esboçando o controle dos produtores sobre os meios de produção. |
| 1980 | Estratégia de Conservação Mundial da UICN | Neste documento já consta uma seção intitulada "Em direção ao Desenvolvimento Sustentável", talvez a primeira vez em que o termo sustentabilidade tenha sido usado como um objetivo a ser alcançado. |
| 1987 | Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD): Sustentabilidade como Estratégia de Desenvolvimento | Relatório Brundtland: "DS é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades". Partiu de uma visão complexa das causas dos problemas socioeconômicos e ecológicos da sociedade global. Sublinhou a interligação entre economia, tecnologia, sociedade e política e chama também atenção para uma nova postura ética, caracterizada pela responsabilidade tanto entre as gerações quanto entre os membros contemporâneos da sociedade atual. |
| 1992 | Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio 92 | Mostrou um crescimento do interesse mundial pelo futuro do planeta, muitos países deixaram de ignorar as relações entre desenvolvimento socioeconômico e modificações no meio ambiente. |

Quadro 2 - Os principais eventos ocorridos entre as décadas de 1970 e 1990 que contribuíram para a criação e difusão do conceito de desenvolvimento sustentável

Fonte: Enríquez (2008).

Os serviços ambientais

De acordo com o estudo **Avaliação Ecológica do Milênio, da ONU**, entenda-se como *serviços ambientais*, todos os serviços prestados pela natureza, tais como a regulação atmosférica, produção de oxigênio e seqüestro de carbono, reprodução da biodiversidade, os benefícios dos sistemas hídricos, e até as belezas cênicas que prestam serviços para o lazer e todas as riquezas

produzidas através do aproveitamento do turismo etc.

Como a humanidade abusou e continua abusando dos recursos naturais disponíveis do planeta, estamos entrando numa fase de escassez eminente de serviços ambientais vitais. Estima-se, por exemplo, que até 2050 faltará água potável para metade da população mundial, se a poluição continuar no ritmo igual ao do século XX.

De acordo com J. Sachs (2009), todos os serviços prestados pela natureza globalmente (contabilizados monetariamente) equivalem cerca de US\$ 60 trilhões.

Entretanto, os cálculos econômicos tradicionais somente levam em consideração os produtos que poderiam ser *extraídos diretamente* de um determinado ecossistema. Por exemplo, a floresta “vale” o preço da madeira que pode ser extraída etc.

Assim, os serviços ambientais, embora essenciais, nunca foram incluídos nos cálculos e a valoração econômica dos serviços ambientais pretende corrigir esta omissão e viabilizar a conservação dos ecossistemas como *opção econômica*.

Consequentemente, a idéia é *remunerar direta ou indiretamente a preservação de um ecossistema*.

No caso de uma floresta isto significaria pagar uma determinada quantia de dinheiro a quem mantém árvores em pé, e o proprietário de uma fazenda com produção agropecuária poderia substituir sua atividade econômica pela prestação de serviços ambientais, recuperando e conservando o ecossistema original da propriedade.

Uma das soluções mais difundidas atualmente surgiu do **mercado de Carbono (MC)** que negocia emissões através de créditos que pagam ou compensam as reduções de dióxido de carbono (CO₂). Uma comissão (p.ex. do Banco Mundial) fixa um limite sobre as emissões permitidas e emite licenças de emissões. Empresas que não tem licenças suficientes para cobrir suas emissões podem reduzir as emissões ou comprar créditos excedentes de outras corporações. Membros com licenças sobrando podem vendê-las ou guardá-las para uso futuro.²

No Brasil há uma série de iniciativas que tem os mesmos objetivos e que em certos aspectos parecem ter maior impacto e são mais aceitos pela sociedade.³

Entretanto há críticas em relação ao MC que precisam ser consideradas e debatidas.

Numa entrevista publicada na revista *ComCiência* da SBPC, Lohmann (2007) afirma:

uma dificuldade é que todas as tentativas atuais para transformar o carbono em negócio acabam ajudando os piores poluidores a continuar poluindo. Hoje, os setores industriais mais responsáveis pela crise climática estão ganhando enormes pacotes grátis de recém-criados direitos de poluir que eles podem transformar em enormes lucros. Na Europa, por exemplo, as usinas de geração de energia estão colecionando centenas de milhões de libras por ano, de lucros que caem do céu, simplesmente por fazerem o que sempre fizeram, enquanto o cidadão comum sofre com o aumento do preço da eletricidade, os que poluem menos não ganham nada e os que desenvolvem energias renováveis estão à míngua. É exatamente o contrário do princípio “poluidor - pagador”, é o princípio “quem polui ganha”. O que aconteceu é que, assim que a

² O MC foi implementado através do Protocolo de Kyoto, como medida para enfrentar o aquecimento climático global. Detalhes podem ser obtidos na página do Banco Mundial www.corbonfinance.org. O Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) calcula que cerca de 70% do desmatamento da Amazônia poderá ser evitado com o custo de 10 U\$ por tonelada de Carbono.

³ **Proambiente:** criado em 2003, o Programa de Desenvolvimento Sócio-ambiental da Produção Familiar (Proambiente) do Ministério do Meio Ambiente premia com um terço de salário mínimo agricultores e pecuaristas que incorporam práticas de conservação ambiental; **ICMS ecológico:** 25% da arrecadação do Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços ICMS podem ser alocados em projetos de preservação ambiental; **Compensação ambiental** financeira paga aos Estados onde há impactos ambientais inevitáveis causados por atividades econômicas que deve ser investida em projetos de preservação; **Reposição florestal** para empreendimentos madeireiros para projetos de reforestamento; **Isenção do pagamento do Imposto Territorial Rural (ITR)** para proprietários Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN)

capacidade da Terra de limpar sua própria atmosfera do dióxido de carbono se tornou um valor, essa qualidade já foi convertida em propriedade particular e apropriada pelos ricos.

As grandes questões que se colocam são: Qual é este custo? Quem vai pagar pelos serviços ecológicos? Quem vai usufruir deste pagamento? Quem vai usufruir de fato do mercado de Carbono? Os defensores mais militantes desta proposta opinam que este custo deve ser assumido por toda a sociedade através de políticas públicas e ações do Estado.

Por mais interessante que esta proposta possa ser aqui se dividem as opiniões e as razões são relativamente simples de se entender. Vivemos numa economia capitalista cuja força motriz principal é a acumulação de *lucro privado* e não o *bem estar social* e muito menos o “bem estar da natureza”. Em outras palavras vivemos numa economia onde tradicionalmente os lucros são privados e os prejuízos são socializados. Há, portanto dois problemas que precisam ser resolvidos em relação a esta proposta: (i) os lucros da preservação devem ser superiores ao uso destrutivo do ecossistema considerado, (ii) os lucros devem ser redistribuídos socialmente, se é que a sociedade paga a conta.

Na declaração de Larry Lohmann (2009) se percebe esta enorme contradição inerente ao mercado capitalista que por dinâmica própria é absolutamente incapaz de tornar-se *mais sustentável*, enquanto não houver regras impostas pela sociedade civil através dos poderes públicos que definem os rumos do desenvolvimento da economia com uma clara definição das prioridades da acumulação e do desenvolvimento.

Os desafios para as ciências

Apesar de inúmeras iniciativas e uma vasta literatura sobre o assunto, não há uma **ciência específica** que tenha como objeto o desenvolvimento sustentável da sociedade. Por esta razão, é preciso criar as bases teóricas e metodológicas capazes de construir instrumentos científicos para reconstruir nossas sociedades e torná-las mais sustentáveis.

Entretanto, esta discussão enfrenta um problema de fundo que reside na própria estrutura de organização do conhecimento científico. Cada área de conhecimento e cada disciplina acadêmica têm sua própria linguagem e sua maneira de ver o mundo. Isto se torna problemático quando a Ciência é chamada a responder de forma interdisciplinar para resolver problemas cada vez mais complexos.

Atualmente assistimos a uma mudança profunda dos velhos paradigmas em todas as áreas do conhecimento humano. O *novo*, ainda aparentemente frágil, já começa a demonstrar sua vitalidade. Pela primeira vez surgem formas de pensar o complexo, os **sistemas complexos, abertos longe do equilíbrio**. A *ordem*, o *absoluto*, o *determinado*, o *equilíbrio* e *processos reversíveis* se tornam casos particulares de um universo em evolução, onde predominam a **complexidade, irreversibilidade** e o **desequilíbrio**.

Nesse contexto surgem novas formas de refletir a realidade sócio-econômica de um mundo globalizado, o modo de produção⁴, o mercado e a relação da sociedade com a natureza não

⁴ **Mode de produção** é entendido no sentido da definição clássica de Karl Marx.

humana. As tentativas de integrar os conhecimentos das ciências tradicionais numa teoria mais ampla capaz de criar parâmetros e indicadores e produzir uma imagem mais holística do processo socioeconômico que estamos vivendo. Essas propostas buscam novos conceitos mais abrangentes e mais transparentes, onde o mercado deixa de ser uma nebulosa força da natureza, que justifica o massacre social de milhões de seres humanos e a voracidade crescente com que as bases energéticas e materiais da reprodução humana estão sendo consumidos e esgotados.

Em resposta as estas problemáticas surgiram, nos últimos anos, tentativas promissoras em relação à necessidade de quantificar **e qualificar** processos de desenvolvimento. Um número crescente de instituições de pesquisa no mundo todo participa nas tentativas de criar métodos operacionais capazes de medir o grau de sustentabilidade de processos sociais, econômicos e produtivos de uma sociedade. O surgimento **de sistemas de indicadores**; os diversos **métodos para medir os fluxos energético-materiais** através dos sistemas sócio-econômicos; a elaboração anual de mapas e estatísticas sobre as **pegadas ecológicas** da humanidade; a criação de indicadores econômicos que tentam superar as deficiências do famoso PIB, e muitos outros.

O objetivo fundamental de todas estas tentativas é de encontrar um acesso empírico mais preciso aos processos socioeconômicos, algo que a visão exclusivamente *monetarista* da economia é incapaz de fornecer. O nosso interesse é construir uma sociedade sustentável e sabendo que a sociedade é um sistema de alta complexidade. Assim sendo, esse trabalho pretende fornecer subsídios às seguintes questões:

a) Quais são as *diversas abordagens do Desenvolvimento Sustentável* e quais os problemas para criar uma linguagem comum?

b) O que é *desenvolvimento sustentável de um sistema complexo*?

c) Com quais *parâmetros* a sustentabilidade de um sistema pode ser *medida e quantificada*? Como podemos *operacionalizar* intervenções políticas na sociedade baseada nas concepções do desenvolvimento sustentável?

d) Qual é a importância social e política de tais parâmetros e, até onde estes podem contribuir para melhorar a intervenção política na sociedade e a qualidade de vida da humanidade?

O problema da sustentabilidade tem desafiado a comunidade científica de diversas maneiras. Primeiramente, o conceito não se desenvolveu predominantemente dentro da comunidade científica, mas sim nas interfaces entre a política, a esfera pública (ONG's, mídia etc.), a Economia e a Ciência. Desse modo, a sustentabilidade é – de certo modo – um conceito difuso quando comparado a outros conceitos utilizados na linguagem científica.

Em segundo lugar, é necessário o conhecimento sobre solução de problemas provindos de diferentes disciplinas. A **pesquisa interdisciplinar** é, portanto, necessária, demandando novas formas de trabalho e de pesquisa científica e, possivelmente, o desenvolvimento de um novo paradigma, no sentido T.S. Kuhn (1970)

A diversidade do conceito

O debate sobre os problemas de sustentabilidade na relação da sociedade⁵ com a natureza⁶ parece ter perdido intensidade após sua fase inicial de denúncia e diagnóstico. Atualmente há uma busca

⁵ Ao longo deste trabalho o conceito de **sociedade** será utilizado com o sentido empregado por Giddens (1991, p. 21-23) como um sistema específico de relações sociais, com unidade analítica centrada nos Estados - Nações (as sociedades), mas

de fundamentos para operacionalizar o encaminhamento de soluções que, entretanto, encontra obstáculos em, pelo menos, três grandes questões:

- Diferentes abordagens na definição do que seja um desenvolvimento sustentável;
- Diferentes concepções sobre o que seja insustentabilidade e, conseqüentemente, os diferentes entendimentos sobre medidas para superá-la;
- Diferentes tentativas operacionais de aferição da sustentabilidade do desenvolvimento.

Desde a famosa definição dada no Relatório Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE, 1991) de que desenvolvimento sustentável era aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades, esse conceito não parou de sofrer ajustes para refletir as múltiplas visões daqueles que o utilizam.

Primeiramente foi utilizado como simples palavra de ordem das militâncias ecológicas. Em uma fase seguinte o conceito se tornou um pouco mais consistente e passou a expressar certo ideário de lideranças políticas e científicas. Nos anos recentes, pela necessidade de torná-lo operacional, pode-se observar que o conceito começou a receber um trato mais formal. Algumas revisões em relação à trajetória e diversidade de conteúdo desse conceito podem ser vistas em Souza (1996) e Brüseke (1996).

Na atualidade é possível constatar duas grandes vertentes para seu tratamento.

A primeira, de caráter político - cultural, trata-o como um agregado de valores associados por um sentido próprio e que se propõe a ser um substrato re-orientador da lógica implícita em todas as dinâmicas econômicas, especialmente em relação às questões ambientais. A melhor maneira de expressá-la é colocando os fatores de sua definição em contraste com as características do desenvolvimento tradicional, conforme Spangenberg (1996b):

| Desenvolvimento convencional | Desenvolvimento sustentável |
|--|---|
| Planejamento ou administração centralizada | Planejamento descentralizado |
| Decisões do governo e do setor empresarial | Decisões da sociedade civil |
| Metas precisas | Direções e Cenários |
| Regras e normas rígidas e burocráticas | Diversidade e flexibilidade |
| Planos feitos de cima para baixo | Planos feitos de baixo para cima |
| Domínio das elites políticas, militares, econômicas. | Participação, democracia, sociedade civil. |
| Crescimento de privilégios e disparidades | Inclusão social, divisão de benefícios e justiça. |
| Decisões sigilosas | Decisões transparentes |
| Gerência ou manejo mecanicista | Uso de processos de auto-organização |
| Somente valores monetários | Valores humanos, éticos, ambientais, sociais e monetários |

Quadro 3 - Desenvolvimento convencional versus Desenvolvimento sustentável

Fonte: Spangenberg (1996b).

A segunda, de caráter técnico - normativo, trata-o como um *estado de equilíbrio* em relação às demandas da sociedade e à capacidade de suporte do ambiente. Os principais elementos a serem considerados na "equação do equilíbrio" são aqueles princípios básicos do desenvolvimento sustentável, mencionados inicialmente, ou seja: a *taxa de consumo* de *recursos renováveis* não

com conexões que ultrapassam o sistema sócio-político do Estado e a ordem cultural da nação e configuram um particular sistema de relações de natureza global (a sociedade).

⁶ A idéia de natureza tem sido utilizada para designar o âmbito do mundo real que não é criação artificial do homem. Como a relação do homem se dá apenas com uma parte desse espaço, este trabalho utilizará o conceito de **ambiente** para referir-se à porção da natureza com a qual as sociedades interagem.

deve ultrapassar a capacidade de renovação dos mesmos; a quantidade de *rejeitos produzidos* não deve ultrapassar a *capacidade de absorção* dos ecossistemas e os *recursos não renováveis* só devem ser utilizados se há disponibilidade de reservas de longo prazo.

O ideário difundido a respeito do conceito remete para a esperança de se poder aliar o crescimento econômico com justiça social e controle dos problemas ambientais. Entretanto, embora as duas vertentes tragam avanços consideráveis, cada uma centra sua preocupação em um viés ordenador: a primeira no fator sociocultural e a segunda no fator econômico-ambiental. Ademais, essas perspectivas surgem mais como fruto de anseios e perspectivas esperançosas do que como decorrência de formulação teórico-metodológica passível de operacionalização.

Assim, é necessário que se produza um conceito que integre as diversas dimensões do problema, que seja fruto de uma visão sistematizada e que enseje perspectivas de torná-lo instrumento de ação sobre a realidade.

As diferentes concepções da insustentabilidade

Com base em trabalhos do Institute of Interdisciplinary Research (IFF), de Viena-Áustria (FISCHER-KOWALSKI; HABERL; PAYER, 1992, p. 3-6), Machado (1999, p.13-18) sistematizou os aspectos principais das diferentes concepções de insustentabilidade, inclusive ampliando a relação das abordagens consideradas até então. São elas: *toxicológica, equilíbrio sistêmico, termodinâmica, ético-moral e econômica*, esta última adicionada. Seguem as definições de cada abordagem e o Quadro 3A com os principais aspectos de cada uma.

A abordagem toxicológica considera que a sociedade produz substâncias químicas que são depositadas no ambiente e se transformam em fontes de distúrbios ambientais e nocivas para a sociedade, em especial para a saúde humana. São exemplos dessa constatação: o mercúrio utilizado nos garimpos, que compromete a vida dos rios e do seu entorno; os pesticidas utilizados na agricultura intensiva, que comprometem a fauna e as vidas a elas associadas; os resíduos tóxicos de fábricas ao longo dos rios etc. A grande contribuição dessa linha de abordagem é o estudo dos processos geradores de substâncias tóxicas visando ao estabelecimento de regulação e controle.

A abordagem do equilíbrio sistêmico entende o planeta como um mega-sistema que possui funções com ciclos auto-regulados mantidos em equilíbrio. A sociedade interfere no funcionamento desses sistemas ao construir hidrelétricas, alterar cursos de rios, realizar experimentos atômicos, destruir florestas, transferir organismos vivos entre regiões e generalizar o uso de máquinas geradoras de gases. Os efeitos dessas atividades podem comprometer a auto-regulação desses sistemas levando-os a funcionar de maneira imprevisível. A grande contribuição dessa abordagem é a proteção dos pontos ou áreas mais sensíveis do ambiente contra a intervenção humana.

A abordagem termodinâmica interpreta os fenômenos de produção - circulação - consumo das sociedades humanas sob a ótica das leis da termodinâmica de sistemas abertos. Sob essa ótica, os processos metabólicos usam energia, transformando-a em energia de qualidade inferior, mais dispersa e menos concentrada⁷, processo esse que produz entropia. Em sistemas fechados, se a

⁷ As leis da entropia foram formuladas por Clausius em 1867, sendo que as duas primeiras dizem, respectivamente, que a energia do universo é constante e que a entropia do universo tende ao máximo. Embora tendo utilizado como referencial o

quantidade de energia concentrada recebida do ambiente não for suficiente para compensar a quantidade e qualidade da energia manipulada pelo metabolismo do sistema, a entropia aumenta até a chamada morte termodinâmica do sistema (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

A sociedade industrial globalizada tem seu metabolismo sustentado por duas fontes de energia: uma provinda de recursos renováveis, os quais são reconstituídos pela apropriação da energia do sol através da fotossíntese dos vegetais; e a outra provinda de recursos não renováveis (carvão, minério, petróleo etc.), normalmente encontrados de forma concentrada em depósitos subterrâneos. Considera-se que a entropia do sistema socioeconômico global tende a aumentar porque:

– *O uso de recursos renováveis*, ocorrendo em taxa superior à capacidade de reconstituição natural, induz o sistema socioeconômico a ampliar, cada vez mais, a apropriação de espaços ainda não colocados a serviço do seu metabolismo. Isso dilapida o *capital natural* e empobrece os espaços naturais com possibilidades de fixação da energia provinda do sol. Assim, o consumo de energia pelos processos socioeconômicos tende a superar a capacidade de reposição natural dos ecossistemas, criando déficits geradores de entropia;

– *O uso de recursos não renováveis* se dá a partir de fontes onde se encontram concentrados, portanto com baixo nível de entropia. Extraídos e absorvidos pelos processos socioeconômicos, transformam-se em produtos de uso e, ao final da vida útil, em lixo. Este, face à sua difícil reintegração aos ciclos biológicos naturais do ambiente, se espalha pela superfície da terra, causando aumento de entropia de impossível reversão, mesmo utilizando-se as alternativas da reciclagem. Reconcentrar esses recursos dispersos para serem reaproveitados pelos processos sócio-econômicos teria alcance parcial sobre o que foi originalmente disperso. Além disso, a possibilidade de reaproveitamento é minimizada pelo baixo nível de qualidade dos recursos disponíveis para reciclagem.

A grande contribuição dessa abordagem é o fato que ela focaliza a utilização excessiva de capital natural em vez da utilização racional dos excedentes e o excesso de subprodutos das atividades socioeconômicas não absorvíveis pelo ambiente.

A abordagem ético-moral considera que a natureza não é propriedade exclusiva da sociedade, e sim um todo inter-relacionado, onde as vidas das demais espécies são interdependentes. A sociedade, transformando o ambiente natural para suas próprias necessidades, sem respeito pela vida das demais espécies, causa diminuição da biodiversidade e comprometimento das cadeias alimentares que sustentam o funcionamento dos ecossistemas. A grande contribuição desta linha de abordagem é a luta para controlar a interferência do homem na vida de outras espécies.

A abordagem econômica considera que o capital natural consumido pelas atividades socioeconômicas da sociedade, não é levado em conta pelo seu real valor ambiental e muitos recursos chamados *livres* (ar, água e diversos serviços prestados pelos ecossistemas etc.) nem são valorizados economicamente. Essa imperfeição do mercado, enquanto instância única de regulação do valor desses recursos ofusca o custo verdadeiro dos bens produzidos pelo sistema socioeconômico e induz o super-consumo, o desperdício e a sobre-exploração do ambiente. A consequência é a escassez e o encarecimento dos recursos comprometidos, criando amarras para o desenvolvimento econômico das regiões afetadas. As grandes questões para essa abordagem são a

Universo, por ser este o único sistema teoricamente isolado, esse mesmo conceito pode ser utilizado para outros tipos de sistemas, sejam abertos ou fechados.

valorização dos serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas e a incorporação, ao custo dos recursos naturais, do peso de sua importância em relação ao ambiente.

| FATORES DISTINTIVOS | A B O R D A G E N S | | | | |
|---------------------------------|--|---|--|---|---|
| | TOXICOLÓGICA | EQUILÍBRIO SISTÊMICO | TERMODINÂMICA | ÉTICO-MORAL | ECONÔMICA |
| O PROBLEMA | Substâncias químicas produzidas pela sociedade | Intervenções no funcionamento natural dos ecossistemas em detrimento de suas capacidades de auto-regulação | 1- Uso de energia baseada em recurso não presente no ciclo corrente da biosfera (petróleo, minério). 2- Velocidade de uso de recursos renováveis acima da velocidade de reconstrução dos mesmos | Transformação do ambiente natural para suas próprias necessidades sem respeito pelas demais espécies. | 1- Esgotamento das reservas de recursos não renováveis 2- Sobre-exploração de ecossistemas fontes de recursos renováveis e de serviços ambientais |
| DANOS CAUSADOS | Distúrbios ambientais localizados, perigosos para a vida humana, animal e vegetal. | Funcionamento dos sistemas naturais de maneira diferente e imprevisível. | Produção excessiva de entropia tendente ao colapso dos sistemas naturais. | Diminuição da biodiversidade e comprometimento de ecossistemas. | Escassez e encarecimento dos recursos comprometidos e inviabilização desenvolvimento áreas afetadas |
| QUEM LEGITIMA | Médicos, químicos e grande parte do público. | Climatologistas, cientistas agrícolas, biólogos e agências de proteção ambiental. | Físicos e economistas ambientais. | Filósofos, naturalistas, moralistas, religiosos. | Economistas clássicos e ecológicos, políticos e empresários |
| ELEMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL | 1- Onde e quais processos emitem substâncias tóxicas. 2- Limites de concentração e montante de emissões. 3- Controle de adesão a padrões | 1- Onde e quais processos influenciam o equilíbrio natural. 2- Proteção aos sistemas naturais, proibição de uso e recuperação. 3- Controle de efetividade no retorno ao equilíbrio. | 1- Onde e quais processos fomentam o uso de energia produtor de entropia excessiva e uso de recurso acima da velocidade de reconstituição 2- Redução uso energia e recursos não renováveis 3- Controle se sociedade está utilizando "excedentes" ou "capital natural" de energia e recursos. | 1- Onde e quais processos ameaçam ou destroem outras espécies 2- Redução na dependência da vida humana em relação a vida de outras espécies. 3- Controle sobre grau de interferência humana na vida de outras espécies. | 1- Onde e quais recursos e ecossistemas estão sendo comprometidos 2- Inclusão no custo dos recursos dos fatores ambientais 3- Controle da depredação através do mercado e da educação ambiental |
| OBJETIVOS POLÍTICOS | Limitação de emissões | Identificação de sistemas naturais necessitando de proteção. | Valorização do trabalho humano em relação ao uso do recurso natural. | Demonstração do quão perigoso para outras espécies é o bem-estar humano. | Conscientização e valorização correta dos recursos naturais e serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas |

Quadro 3A - Concepções sobre causas de danos ao Ambiente

Fonte: Modificado e expandido por Machado (1999) a partir de Fischer-Kowalski, Haberl e Payer (1992, p.4).

Todas as abordagens aqui apresentadas não se excluem. **Pelo contrário, se complementam em muitos aspectos e todas abordam** importantes aspectos da relação problemática entre a sociedade e a natureza, mas, possuindo concepções específicas, portam também estratégias diferenciadas para solucionar as questões tidas como básicas. Assim, é imprescindível unificar e integrar os distintos aspectos de todas as abordagens para construir uma matriz teórica que seja capaz de levar a discussão sobre desenvolvimento sustentável a um patamar de operacionalização prática.

As diferentes tentativas de aferição da sustentabilidade

A necessidade de se sair do plano apenas discursivo no debate sobre sustentabilidade tem suscitado a produção de **indicadores**, os quais, naturalmente, são construídos mediante os mais variados enfoques e fundamentos conceituais. **O III capítulo trata especificamente da importância e da construção de sistemas de indicadores. Considera-se, entretanto, importante mencionar inicialmente três enfoques usados na construção desses indicadores os quais utilizam pressupostos e fundamentos completamente distintos entre si, conforme Machado (1999, p.19-22):**

a) O primeiro enfoque é o Causalístico- baseia-se na idéia de que ações humanas exercem pressões ambientais responsáveis por um particular estado do ambiente e que este induz respostas adaptativas da sociedade. Com essa referência foram desenvolvidos diversos sistemas de indicadores:

(i) o esquema *Pressure-State-Response (PSR)* (OECD, 1993) focaliza o estado do ambiente em relação a questões como destruição das florestas, perda de biodiversidade, mudanças climáticas e outras, todas, entretanto, consideradas importantes por estarem na agenda das discussões políticas correntes. Para Spangenberg e Bonniot (1997, p. 4), essa iniciativa tem problemas porque somente trata o estado do ambiente a partir do presente, sem considerar os impactos e transformações já ocorridos, detém-se no estado do ambiente sem relevar as forças motoras causadoras das pressões e induz ações políticas de efeito apenas curativo em vez de preventivo;

(ii) o esquema *Driving force-State-Response (DSR)* intenta operacionalizar indicadores de sustentabilidade em termos de *causas, sintomas e soluções*. Desenvolvido pelo DPCSD- *Department of Policy Coordination and Sustainable Development* da ONU, ele amplia o esquema PSR, adicionando-lhe as dimensões econômica, social e institucional. Entretanto, frente a sintomas que pareçam frutos de causas interdependentes, esse esquema não prevê respostas para redirecionar as causas indutoras e, em outras situações, aponta para medidas que atuam apenas sobre os efeitos imediatos. Enquanto o esquema **PSR é mais** apropriado para economias desenvolvidas, a abordagem DSR acabou por ser mais adequada para países em desenvolvimento. Isso ensejou o surgimento de uma extensão do programa original chamado de *Changing, Consumption and Production Patterns (CCPP)*. As duas propostas do DPCSD tiveram aplicação piloto, em cerca de 20 países de diferentes regiões da Terra. Ambos conservam uma fraqueza fundamental de não proverem base para medidas políticas preventivas, já que somente dão conta de fatos já acontecidos (SPANGENBERG; BONNIOT, 1997, p.8);

(iii) baseado no esquema *PSR*, o Banco Mundial, desenvolveu seu próprio sistema de indicadores ambientais (WORLD BANK, 1995). A proposta, embora destinada a monitorar a aplicabilidade de políticas de desenvolvimento, também inclui critérios relacionados com as dimensões econômica, social e institucional. Porém, vai mais além. Inclui a definição de alvos ou objetivos para possibilitar a mensuração do quanto se está próximo ou distante do fixado. O avanço mais significativo, entretanto, é a ampliação do conceito de *riqueza das*

nações para além do sentido meramente econômico, ou seja, incluindo também, a valorização do capital natural e dos recursos humanos;

(iv) o *Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy* propôs um sistema de indicadores que intenta suprir as deficiências das iniciativas anteriores (SPANGENBERG 1996a, p.8; SPANGENBERG; BONNIOT, 1997, p. 9). Para esse instituto, indicadores pró-ativos não devem focalizar sintomas e danos, porque estes só permitem análises a *posteriori*. A relevância deve ser dada para as tendências subjacentes que permitem medidas preventivas antes que os problemas surjam. O instituto considera o constante aumento da carga de processamentos físicos (*physical throughput*) da economia como a força motora básica da insustentabilidade, portanto necessitando ajustes em relação aos limites impostos pela natureza. Assim, considera necessário definir objetivos para redução de demanda por recursos naturais, o que acarretaria também diminuição nas emissões de rejeitos. As estimativas para essa redução deveriam basear-se na permissão de uso daquilo que eles chamam de *espaço ambiental* (SPANGENBERG; SCHMIDT-BLEEK, 1997, p. 38), uma métrica que refletiria a pressão da sociedade sobre o ambiente, fixada com base em um limite máximo não danoso ao ambiente e um limite mínimo capaz de ensejar vida digna para cada pessoa. A proposta pressupõe que o uso do *espaço ambiental* se caracteriza por um âmbito físico onde ocorre, pela matéria utilizada por seus agentes e pela energia usada. A relação entre as toneladas de matéria, os quilo-joules de energia e os hectares de terra usados para produzir algo variaria de produto para produto e de serviço para serviço, sendo assim possível estabelecer uma métrica unificada para expressar o peso da demanda de cada produto, serviço ou processo econômico sobre o ambiente.

As iniciativas anteriores buscam, direta - ou indiretamente, quantificar as pressões humanas sobre o ambiente tanto em termos de demandas por energia, matéria e uso da terra, quanto em termos de emissões e rejeitos gerados pelos processos produtivos ⁸. Embora os avanços mais recentes baseados nesse enfoque, como os propostos pelo Wuppertal Institute, questões importantes perduram: ausência de visão unificada integrando todas as concepções sobre causas da insustentabilidade e forte vontade normativa permeando os sistemas de indicadores.

b) O segundo enfoque é o *Funcionalista* - que se baseia nas funções desenvolvidas pelos ecossistemas, que Groot (1994, p. 152) classifica como de *regulação, suporte, produção e informação*. Essas funções, desempenhadas com base no capital natural do planeta, geram serviços e bens responsáveis pelo bem-estar humano e que são parte do valor econômico total do planeta ⁹. Tais serviços consistem de fluxos de matéria, energia e informação do estoque de capital natural que, combinados com os serviços produzidos pelo capital humano e manufaturado, atendem as necessidades da humanidade.

A questão desse enfoque é saber como as mudanças na quantidade e qualidade do capital natural e serviços dos ecossistemas podem alterar os custos e/ou benefícios de manutenção do bem-estar humano. **Os indicadores indicariam o impacto decorrente das perdas de capital natural e de serviços ambientais prestados pelos ecossistemas.**

Diversos métodos de cálculos presentes na literatura foram integrados em uma proposta síntese feita por CONSTANZA et al. (1997) que determinou o valor, por hectare, de cada serviço em relação a cada ecossistema. O valor total anual dos serviços prestados pelos ecossistemas do planeta foi situado entre U\$ 16 a 54 trilhões com média provável estimada em torno de U\$ 33 trilhões.

⁸ Substâncias geradas de forma não intencional, como efeito secundário inevitável das atividades econômicas.

⁹ Regulação do clima, regulação de gases, regulação de distúrbios, regulação hidrológica, suprimento de água, controle da erosão e sedimentação de solos, formação de solos, reciclagem de nutrientes, tratamento de rejeitos, polinização, controle biológico, refúgio, produção de alimento, e de matéria-prima, recreação etc.

Esse enfoque é interessante e muito rico para fundamentar correções na forma de apurar o produto nacional das economias, e também possui grande utilidade para estimar impactos ambientais na implementação e avaliação de projetos. Entretanto, além dos diversos problemas apontados pelos próprios autores, destacamos os seguintes:

- a maior parte do valor total estimado decorre de serviços que são difíceis, em alguns casos impossíveis, de serem valorizados porque não são negociáveis em mercado;
- a proposta desconsidera o fato de que se um desses serviços – digamos o clima mundial - se degrada a ponto de comprometer a economia global e a própria existência humana, pouco importa se o valor desse serviço aumenta;
- os valores passíveis de serem estimados relacionam-se com um determinado estado do ambiente que já foi agredido e, portanto, somente são úteis para medidas corretivas a serem empregadas muito após as agressões, situação na qual os valores desses serviços já podem se encontrar completamente modificados;

c) O terceiro enfoque é a *Condição humana* – é utilizado pelo Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas em seu sistema de indicadores (UNITED NATION'S DEVELOPMENT PROGRAM, 1996) e fixa sua atenção na condição humana, como sendo o alvo mais importante de qualquer política de desenvolvimento. Trata-se do **Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)**, formado com base nas seguintes variáveis:

- **saúde** - medida pela expectativa de vida ao nascer com um mínimo estabelecido em 25 anos e o máximo em 95;
- **educação** - medida pela combinação do percentual de adultos alfabetizados (entre 0% e 100%) e anos de escolaridade (entre 0 e 15);
- **renda** - expressada pelo PNB *per capita*, ajustado a custos locais, com o mínimo fixado em US\$ 200 e o máximo em US\$ 40.000.

A situação de cada país ou região, para cada uma das variáveis, é enquadrada entre 0 (mínimo) e 1 (máximo). A média das três variáveis determina o IDH de um país ou de uma região. O IDH é uma métrica simples, de fácil cálculo e de profundo significado. Entretanto não inclui a dimensão ambiental e, ao fixar os alvos a serem alcançados, as propostas não considera que as expectativas em relação a cada uma das variáveis são fortemente influenciadas por questões culturais. Além disso, ao estabelecer objetivos a serem alcançados em termos de desenvolvimento humano, as propostas não permitem que sejam relevados os custos ambientais decorrentes do caminho escolhido.

Como visto, existem muitas tentativas de operacionalizar a discussão sobre a sustentabilidade, entretanto, há necessidade de medir, com unidades operacionais, as diversas pressões que as atividades econômicas exercem sobre o ambiente e a sociedade. Para construir um sistema operacional de instrumentos capazes de intervir e modificar o atual modelo econômico é preciso uma **base teórica** da qual tais instrumentos possam ser derivados de maneira coerente.

Referências

ALIER, M. J. & JUSMET, J. R. (2000): *Economía, Ecología y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica, 2dª Edición. México, p. 490.

BERTALANFFY, L. (1976): *Teoria geral de sistemas: aplicação à psicologia*. p. 1 - 20 in: *Teoria dos Sistemas*. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas. [Trad. de Maria da Graça Lustosa Becskehá].

- BOSSEL, H. (1996) *20/20 Vision – Explorations of Sustainable Futures*. Kassel: Center for Environmental Systems Research. [Draft version 2.0]
- BRITO, D. C. (1998): *A paradoxal unidade do discurso do desenvolvimento*. Texto nesta obra.
- BROWN, L. R. (1998): *Overview – New Records, New Stresses*. p. 15 -24 in: BROWN, L. R. et al. (orgs.): *Vital Signs 1998 - The environmental trends that are shaping our future*. New York: Worldwatch Institute
- BRÜSEKE, F. J. (1996) *A lógica da decadência: desestruturação sócio-econômica, o problema do desenvolvimento sustentável*. Belém: Cejup.
- CONSTANZA, R. et al. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260.
- DALY, H. (2003) Crescimento Sustentável? Não, Obrigado. In Pontos de Vista/Point of View. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 2, jul./dez.
- ENRÍQUEZ, G. (2008) *Desafios da sustentabilidade da Amazônia: Biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas*. Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, p. 460
- FANELLI, J.M., MACHINEA, J.L. (1997) "Os Movimentos de Capitais na Argentina", em: Ffrench-Davis, R. e Griffith-Jones, S. (Orgs.) *Os Fluxos Financeiros na América Latina: um desafio ao progresso*, Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra.
- FENZL, N. (1995a): *Metabolismo social e econômico*. [Notas de aulas proferidas no curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, NAEA/UFPA. Belém.]
- FENZL, N. (1995b): *Conceitos gerais em Teoria de Sistemas*. [Notas de aulas proferidas no curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, NAEA/UFPA. Belém.]
- FENZL, N. (1997a): *Considerations about interaction and exchange of information between open and self-organized systems*. *World Futures*, 1997, Vol. 49, p.401-408.
- FENZL, N. (1997b): *Estudo de parâmetros capazes de dimensionar a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento*. p. 1-31 in: XIMENES, T. (Org.): *Perspectiva do Desenvolvimento Sustentável (uma contribuição para a Amazônia 21)*. Belém: UFPA/ NAEA/ UNAMAZ.
- FENZL, N. (1998): *O conceito de desenvolvimento sustentável em sistemas abertos*. [Textos de aulas proferidas no IV Curso de Especialização em Educação Ambiental. Belém: NUMA/UFPA.]
- 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., HABERL, H (1993): *Metabolism e colonization: modes of production e the physical exchange between societies e nature*. Research Report IFF - Soziale Ökologie n° 32, Wien.
- FISCHER-KOWALSKI, M., HABERL, H (1994): *On the cultural evolution of social metabolism with nature: sustainability problems quantified*. Research Report IFF - Soziale Ökologie n° 40, Wien.

FISCHER-KOWALSKI, M., HABERL, H. (1992): *Purposive interventions into life process: a neglected environmental dimension of the society-nature-relationship*. Research Report IFF - Soziale Ökologie nº 24, Wien.

FISCHER-KOWALSKI, M. et al. (1991): *Causer related environmental indicators: a contribution to the environmental satellite-system of the Austrian SNA*. Research Report IFF - Soziale Ökologie nº 17, Wien.

FURTADO, C. (2001) *O mito do desenvolvimento*. Paz e Terra. p. 89. Trabalho publicado originalmente em 1974.

GELMAN J. (2004) *Las cifras del escándalo*, Revista eletrônica El Guevarista, Agosto 2004 <http://www.webliblioteca.com.ar/textos/editoriales/30-08-2004.htm>

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1997) The Entropy Law and the Economic Process. *Ecological Economics*, v. 22, n. 3.

GOODLAND, R. (1995): *The concept of environmental sustainability*. Annual Reviews in Ecol. Sist., 26, 1-24. Washington.

GROOT, DE, R. S. (1994) Environmental functions and the economic value of natural ecosystems. In: JANSSON, A. et al. (Org.). *Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability*. Washington DC: Island Press. p. 151 – 168.

HARRIS, M. (1991): *Cultural Anthropology*. New York: Harper and Collins. [3rd edition.]

HOWARD, E.; NORGAARD R.B. (1990) Intergenerational resource rights, efficiency, and social optimality. *Land Economics*, n. 66, p.1-11.

HOWARD, E.; NORGAARD R.B. (1992) Environmental valuation under sustainable development. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, n. 80, p.473-477;

HOWARD, E., NORGAARD R.B. (1993) Intergenerational transfers and the social discount rate. *Environmental and Resource Economics*, n. 3, p.337-358.

KUHN, Thomas, S. (1970): *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.

LASZLO, E. (1996): *The systems view of the world: a holistic vision for our time*. New Jersey: Hampton Press. 103 p
Lohmann, L

LOHMANN, L. (2007) Entrevista por Rafael Evangelista. Revista eletrônica *Com Ciência* da SBPC (marzo 2007) <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=22&tipo=entrevista>

MACHADO, J. A. C. (1999) *A sustentabilidade do desenvolvimento e a demanda material do sistema econômico*. Tese (Doutorado) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, UFPA/NAEA, Belém.

MACHADO, J. A. da C. (1998b): *Metabolismo sócio-econômico e colonização: uma metodologia operacional para medição da sustentabilidade*. Belém: UFPA/NAEA [Paper do NAEA 80].

MARQUES R., A. (2003) *Proposta de um Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades*. 334f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.

MATHIS, A. (1997): *O fim da supremacia da política: possibilidades e limites da intervenção do Estado na interpretação da teoria de sistemas*. Belém: UFPA/NAEA [Paper do NAEA 102].

MEADOWS, D. L. et al. (1972) *The Limits to Growth, A Global Challenge; a Report of The Club of Rome Project on the Predicament of Mankind*. New York: University Books, p. 122-128.

MEADOWS, D. L. et al. (1997) *Beyond the limits: confronting global collapse*, Vermont: Chelsea Green Publishing.

MONTIBELLER, F. G. (2004) *O mito do Desenvolvimento Sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. 2. ed. rev. Ed. UFSC,.

MYER, H. (1966): *La tecnificación del mundo. Origen, esencia y peligros*. Madrid: Editorial Gredos. [Version española de Rafael de la Vega]

NORDHAUS, W.D. (1990). Count before you leap: Economics of climate change. *The Economist*, July.

_____. (1993) *Managing the Global Commons*. Cambridge, MA: MIT Press.

NORGAARD, R. B. (1992): *Towards economics that sustain nature and human dignity: one perspective from the United States*. p. 19 - 39 in: *The new economic paradigm - a sustainable economy*. Vienna: Technische Universität.

NUNES, B. (1997): *Um conceito de cultura*. p. 531-551 in: XIMENES, T. (Org.): *Perspectiva do Desenvolvimento Sustentável (uma contribuição para a Amazônia 21)*. Belém: UFPA/ NAEA/ UNAMAZ.

OECD (1993). *Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the group on the State of the Environment*. Paris. (Monographs, n. 83).

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. (1984) *A nova aliança: a metamorfose da ciência*. [Trad. Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira]. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

RAPOPORT, A. (1976): *Aspectos matemáticos da análise geral dos sistemas*. p. 21-46 in: *Teoria dos Sistemas*. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas. [Trad. de Maria da Graça Lustosa Becskeházy].

SACHS, I. (1986) *Espaços, Tempos e Estratégias do Desenvolvimento*. Tradução de Luiz Leite de Vasconcelos e Eneida Araújo. São Paulo: Vértice.

SACHS, I. (1992) *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. Tradução Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel, Fundação do Desenvolvimento Administrativo.

SACHS, I. (2002) *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond.

SACHS, I. (2004) *Desenvolvimento? Includente, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond.

SACHS, J. (2009) Recession Watch: Boost the developing world. *Nature* 457, 958 (19 February 2009) Published online 18 February

SECTMA (SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE DO ACRE) (1997): *Crerios de sustentabilidade da produão florestal. Documento final*. Rio Branco, Acre.

SOUZA, A. L. (1996) *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável: uma reflexão crítica*. Belém: FCAP.

SPANGENBERG, J. H. (1996a) Integración de criterios en el concepto de sostenibilidad. *Espacios*, n. 7, Costa Rica.

SPANGENBERG, J. H. (1996b) *Towards an integrated concept of sustainability*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: AMAZÔNIA: ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM DEBATE, 1996, Belém. *Paper* Belém: UFFPA/NAEA.

SPANGENBERG, J. H., SCHMIDT-BLEEK, F. (1997) *How to probe the physical boundaries for sustainable society?* In: *Foundations of sustainable development. Ethic, law, culture and the physical limits*. Uppsala: Uppsala University.

SPANGENBERG, J. H., BONNIOT, O. (1997): *Sustainability Indicators - a compass on the Road Towards Sustainability*. Technical Report. Wuppertal: Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy.

YARZA, F. I. S. (1995): *Dicionário Griego-Español*. Barcelona: Editora Ramón Sopena.