

ECOLOGIA INDUSTRIAL E SUSTENTABILIDADE ANTROPOSSOCIAL

Reynaldo F. L. de Mello ¹

Resumo: A proposta deste trabalho é entender os conceitos de gestão ambiental e gerenciamento ecológico, como fundamentos da construção do desenvolvimento sustentável como uma perspectiva de estratégia empresarial da indústria mundial. Este é um novo paradigma que emerge no mundo industrial, designado como: Indústria Ecológica.

Palavras-chave: ecologia, desenvolvimento, indústria, gestão, sustentabilidade.

Abstract: The purpose of this work is the conception analysis about environmental management and ecomanagement. These two conceptions are basics to the building sustainable development, because they are the new enterprise strategy of the industrial world. This new paradigm, industrial ecology, has to be able to change the human social organization

Key-words: ecology, development, industrial, management, sustainable.

¹ Reynaldo F. L. de Mello, Cientista Social, Doutor em Ciências: área de concentração em História Social pela Universidade de São Paulo. Professor na Faculdade São Lourenço/Unisep. E-mail: reynaldomello@yahoo.com.br

1. Apresentação

Ecologia Industrial é um assunto polêmico que diz respeito a vários atores sociais e a todos os segmentos da sociedade industrial e, também, ao mundo com pouco ou quase nenhuma industrialização em função da época de globalização em que vivemos.

Muitos pensam que ecologia e indústria não podem estar relacionadas, pois são pólos antagônicos, nada mais equivocado. Os processos industriais e os processos ecológicos têm tudo a ver, pois são transformações que envolvem energia e matéria para criação de produtos (artefatos, seres vivos, ecossistemas). São processos transformativos sob a égide de quaisquer sistemas econômicos e políticos históricos.

A diferença – a grande diferença por sinal – é que, enquanto os processos ecológicos possuem algo em torno de 3,2 bilhões de anos (LIMA; 1994 : 25), os processos industriais possuem menos de trezentos anos.

A escala temporal faz toda a diferença, mas não devemos utilizá-la como desculpa para os nossos erros, e sim, aprendermos com o mundo natural o **como fazer!** Devemos lembrar que somos seres que emergiram da natureza e, portanto, temos dentro de nós a capacidade de interagirmos com este mundo do qual somos produtos (e ultimamente produtores).

Mas o que é ecologia industrial? Como este conceito pode ser útil para o desenvolvimento sustentável? Qual a importância para o metabolismo industrial (fluxos de matéria, energia e pessoas)? Como os sistemas de gestão ambiental e do gerenciamento ecológico participam deste processo? Podemos de fato considerar a ecologia industrial como um novo paradigma para prover o desenvolvimento sustentável?

2. Ecologia Industrial

O que é e quando surgiu o conceito de ecologia industrial? Segundo COHEN-ROSENTHAL e MCGALLIARD,

La ecología industrial es una nueva disciplina que examina las relaciones entre las empresas y el medio ambiente. El concepto de ecosistema industrial fue objeto de una gran atención, en 1989, a partir de un artículo publicado en *Scientific American*. En él, los investigadores de la General Motors sugerían que los días en que se encontraban “espacios abiertos, fuera de las ciudades”, para depositar los subproductos industriales, estaban tocando a su fin, y se necesitaban nuevos modos de pensar sobre los residuos y la contaminación (Frosch y Gallopoulos, 1989, Pág. 144). Desde entonces, el concepto de ecología industrial ha suscitado una cantidad creciente de trabajos de investigación, discusiones y aplicaciones reales. En su forma más elemental, la ecología industrial presenta un sistema en el que los residuos de una empresa (*outputs*) se convierten en la materia prima de otra (*inputs*). En este “ciclo cerrado” se desechan menos materiales (Cohen-Rosenthal e McGalliard. Desarrollo eco-industrial: el caso de Estados Unidos. Traducción: IPTS – Sevilla. In: www.ambinet.org. Capturado en 2002).

Aprofundando o conceito, ERKAMAN e RAMASWAMY definem ecologia industrial da seguinte forma:

La Ecología Industrial trata de observar el sistema industrial como una entidad completa. La E. I. no se dirige solo a los temas de contaminación y medio ambiente sino que asigna igual importancia a las tecnologías, la economía de los procesos, interrelación entre negocios, financiación, política gubernamental general y el abanico completo de asuntos que intervienen en la gestión de las empresas comerciales. Como tal, la Ecología

Industrial puede aportar un marco conceptual y ser una herramienta importante en el proceso de planificación del desarrollo económico. También la E. I. puede ofrecer opciones que son efectivas no solo para la protección del medio ambiente, sino también para optimizar el uso de los recursos escasos (ERKAMAN, Suren y RAMASWAMY, Ramesh. Producción más Limpia en el ámbito del sistema: Ecología Industrial como herramienta para planificación del desarrollo (casos en India). Septiembre 2000. Traducción: Ramon Pastor, Enero 2002. In: www.ambinet.org. Capturado en 2002).

Portanto, compreende-se que a Ecologia Industrial é uma nova forma de ver o mundo da indústria em sua relação com os demais setores da sociedade humana e com o meio ambiente. Esta visão de mundo que surge implica um novo modelo, um novo padrão do saber-fazer-ser nos processos industriais, seja no campo administrativo, seja no campo tecnológico, como também, no campo das *políticas públicas*.

3. A natureza como benchmarking: como o conceito de Ecologia Industrial pode ser útil para o desenvolvimento sustentável – revertendo equívocos

A superficialidade gerada pela diversidade de interpretações sobre o conceito de desenvolvimento sustentável vem causando uma inflação de sentidos sem sentidos. Pode soar estranho afirmar-se que a diversidade de interpretações leve a um empobrecimento da idéia de sustentabilidade, mas é o que vem ocorrendo, e antes que a definição se perca em uma intrincada malha que vá de lugar algum para nenhum lugar, há que se reverter os equívocos sobre este termo, trocando a pobreza das polifônicas idéias, pela riqueza da unicidade.

A unicidade do conceito de sustentabilidade tem a intenção de favorecer a **operacionalização** das pesquisas teóricas e práticas sobre o desenvolvimento sustentável, pois, via de regra, as equipes de pesquisa são multidisciplinares, atuando sob uma perspectiva interdisciplinar sobre temáticas ambientais que são transdisciplinares.

Desta forma, a tese aqui postulada para o conceito de desenvolvimento sustentável (conceito originado da esfera econômico-política) ter validade científica é a da unicidade do conceito de sustentabilidade **ancorado** na *dimensão biofísica dos ecossistemas*, tão bem expresso pelos ciclos biogeoquímicos do processo chamado *vida*.

Este é o caminho que a Ecologia Industrial começa a percorrer, pois vê os processos do mundo natural como exemplo ideal, portanto paradigmático, de benchmarking (PASTOR; 1999). A natureza procura sempre a utilização total dos produtos e elementos que tem à sua disposição, transformando, guardando, reutilizando, reusando, reciclando tudo, absolutamente tudo (com exceção da radiação solar e raios cósmicos que são aproveitados em proporções específicas).

4. Âncora biofísica

A análise científica de fundo ecológico e físico-energético é *premissa básica* para uma relação sócio-ambiental harmônica, pois a falta de conhecimento científico, via de regra, é o alicerce para procedimentos escusos do meio político e de práticas culturais arcaicas que acabam se contrapondo como **verdades mitológicas** às explicações dadas através de pesquisas científicas sobre esta intrincada rede de relações Homem ⇔ Natureza.

É importante frisar que os estudos científicos não possuem o intuito de apresentarem-se como verdades dogmáticas, muito embora a vulgarização da ciência pelos mais variados canais da mídia apresente o fazer científico, com esta percepção de conhecimento último ou de verdade final.

Outro ponto delicado é a questão de que o Homem, tanto como espécime biológico, como ser social e cultural, não é de fato um pólo em oposição ao mundo natural, mas um espécime que está contido neste mundo, que dele partilha e para ele contribui. Entretanto, ideologicamente, nossa civilização ao longo da história humana tem se manifestado como se fosse outra coisa, uma natureza **não** “muito natural”, se colocando em um estado de oposição ao mundo natural.

Esta *sutil* percepção de que estamos e somos natureza faz toda a diferença para compreendermos que o conceito de sustentabilidade tem de estar ancorado na dimensão sóciobiofísica, pois a sustentabilidade é o postulada da própria existência de vida no planeta Terra. Ou seja, a vida na Terra existe porque ela é sustentável por si mesma, quando não mais houver sustentabilidade, não mais haverá vida de qualquer ser vivo.

Sustentabilidade é o modo de sustentação, ou seja, da qualidade de manutenção de *algo*. Este *algo*, “somos nós”, nossa forma de vida enquanto espécie biológica, individualidade psíquica e seres sociais. Obviamente, que também se inclui no princípio da sustentabilidade, o meio ambiente e as demais formas de vida do planeta – afinal, embora o ser humano possua autonomia de existência, não possui independência da natureza. Por mais que nos mostremos seres socioculturais, ainda somos, também, seres biológicos (MELLO; 2000).

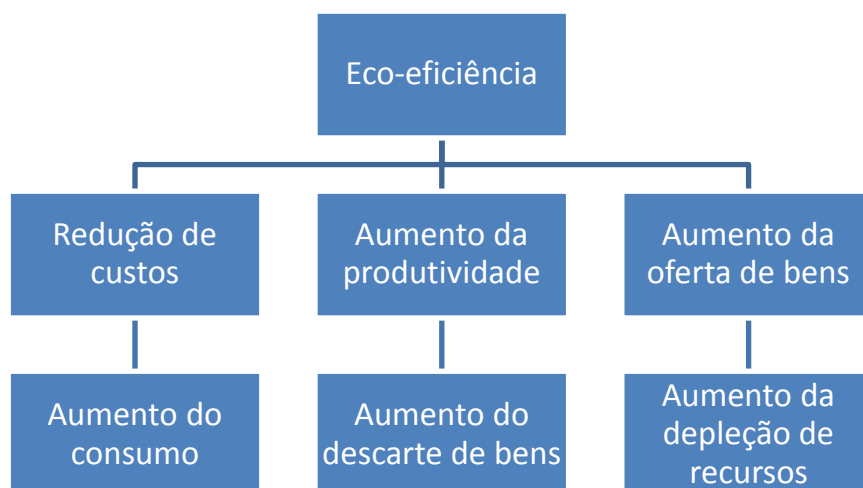
Portanto, a nossa peculiar sociedade humana necessita perceber que a nossa sustentabilidade é interdependente com a sustentabilidade da vida existente por todo o planeta, e que isto significa que nossa sustentabilidade advém desta intrincada teia de relações. Não será o desenvolvimento sustentável posto em termos maciçamente culturais que irá levar a nossa sociedade para uma forma equilibrada segundo os ciclos biogeoquímicos do nosso planeta, pois não somos um pólo apartado do mundo natural, e sim, um complexo produto deste.

Daí a necessidade de **resgate** do conceito de sustentabilidade para a dimensão sóciobiofísica, onde análises sobre os ciclos de produção e reprodução dos ecossistemas poderão nos indicar como construímos uma sociedade sustentável dentro do Sistema Terra.

Este é o caminho que a Ecologia Industrial começa a percorrer, pois vê os processos do mundo natural como exemplo ideal, portanto paradigmático, de benchmarking (PASTOR; 1999).

5. Metabolismo industrial e a ecoeficiência

Um problema que habitualmente passa despercebido é de que o aumento na eficiência dos processos e produtos, como da energia, tende a aumentar seus usos, redundando em maior extração de recursos naturais, intensificação do fluxo de processamento, explosão da oferta de produtos e do consumo e, por conseguinte, crescimento das emissões no processo de fabricação e do descarte do produto ao final de sua vida útil (organograma um).

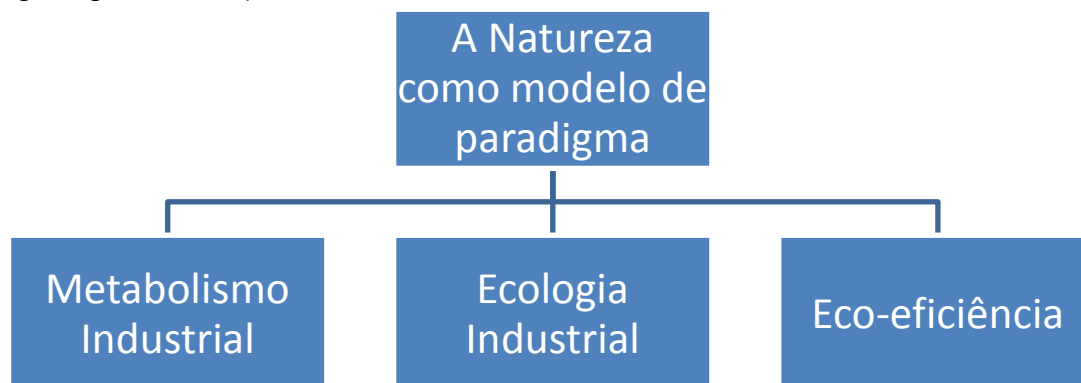


E se pensarmos em uma solução de aproveitamento de todos os resíduos gerados no processo de fabricação, como também no descarte do produto após a sua vida útil, próxima aos 100%, configurando um ciclo fechado? Assim poderíamos expandir o nível de produção e consumo do chamado Primeiro Mundo para o restante das populações do planeta sem qualquer problema, ou não (FULLER e ALLEN; 1997)?

Infelizmente a questão permaneceria. Mesmo chegando a um reaproveitamento quase que perfeito, teríamos de que em um primeiro momento aumentaríamos a base de extração de matérias-primas de uma forma assombrosa, o que poderia levar ao esgotamento das fontes dos recursos e, ainda assim, não haveria qualquer espécie de garantia para cessarmos a extração de novas matérias-primas; até porque, muitos dos materiais reutilizados e ou reciclados apresentariam fadiga, e isto sem falarmos na 2ª Lei da Termodinâmica.

Então, *a ecoeficiência é ineficiente justamente em função de ser extremamente eficiente em seus meios, tornando-se ineficiente em seus fins* (poupar recursos naturais e diminuir a poluição e o desperdício)? Depende da postura adotada pelos atores sociais: se a busca da ecoeficiência for um comportamento isolado, a resposta é **sim**; se a ecoeficiência for um comportamento inserido nas relações de interdependência da dimensão sócio-biofísica, a resposta é **não**.

Ou seja, se a perspectiva adotada pelas organizações for a da Ecologia Industrial onde a premissa é uma visão sistêmica em que tudo é matéria-prima e produto para algum processo, a ecoeficiência será de fato eficaz, pois estará inserida num metabolismo de larga escala (organograma dois):



Assim, o metabolismo industrial (fluxo de energia, matéria-prima, pessoas e produtos) levamos ao conceito de eco-auto-organização (produção de si e produção com o outro) e este à questão dos ciclos biogeoquímicos que constroem os ecossistemas que podem ser avaliados

por balanços de energia¹ (ODUM;1996) – metodologia que propicia a fundamentação do conceito de sustentabilidade em bases biofísicas com a interação humana dentro deste processo; como também pela análise da pegada ecológica (ecological footprint analysis) – metodologia que calcula e mensura o impacto socioambiental total realizado por uma determinada sociedade ou comunidade, em uma determinada área; ou seja, o quanto de área produtiva natural é necessária para sustentar o consumo de recursos (para produção) e a assimilação de resíduos de uma dada população humana, de um modo de produção específico e de suas relações sociais com e no meio ambiente (WACKERNAGEL e REES, 1996).

6. Gestão Ambiental e Gerenciamento Ecológico: o ponto de mutação empresarial

A evolução do pensamento e da prática industrial em relação às questões ambientais pode ser resumida em três fases.

Em um primeiro momento o foco das atenções estava sobre o tratamento de resíduos e a legislação ambiental coercitiva – década de 1970. Era uma postura reativa (ação apenas quando a Lei e a fiscalização assim obrigam). Esta fase foi conhecida como end-of-pipe, por tratar somente os resíduos ao final do processo industrial.

Em um segundo momento as atenções passaram a se concentrar no conceito de eficiência – décadas de 1980/90. Isto significou a criação de sistemas de gestão, como a série BS 7750 na Grã-Bretanha e a Família ISO 14000, além de técnicas de Produção Mais Limpa, legislação pró-ativa e Gerenciamento Ecológico, entre outros (CONRADO; 1998). Neste momento, começam a surgir os mercados verdes no setor industrial e de serviços, como também proliferam muitas organizações não governamentais ambientais.

Em um terceiro momento – década de 1990 aos dias atuais, **ressurgem** as propostas do ecodesenvolvimento e do desenvolvimento sustentável (originadas respectivamente, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em junho de 1972 em Estocolmo; e no conhecido Relatório Brundtland, publicado em 1987, com o título de Nosso Futuro Comum. Ambos os conceitos foram exaustivamente debatidos na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em junho de 1992 que ficou conhecida como: Rio 92), mas que, ainda hoje, não conseguiram uma operacionalização de fato. Regra geral, estes conceitos dizem respeito à articulação entre: crescimento econômico; desenvolvimento social; avanços tecnológicos e cultura.

Assim, podemos considerar que a organização da civilização humana – com motivações diversas – tenta construir um *modus operandi* de vida que seja integrado aos ciclos da natureza. Tarefa nada modesta, porém fundamental.

Mas por que se deve dar tanta ênfase às interações entre sistemas antrópicos e ecossistemas? Justamente em função da atual globalização das relações sócio-ambientais que atuam no âmbito da biosfera; pois não só os benefícios técnicos e científicos são disseminados, como também, os prejuízos advindos das modernas práticas industriais.

Estas conseqüências normalmente são consideradas como externalidades à produção industrial e, portanto, os custos econômicos e os desequilíbrios biofísicos e químicos gerados nos ecossistemas pelas atividades industriais, são “doados” para a sociedade civil!

Entretanto, a pressão estatal e da sociedade civil, como a própria consciência empresarial, vem crescendo e forçando o envolvimento do setor industrial nas questões ambientais para uma melhor reflexão de seus métodos, procedimentos e modelos de produção que atentem para a sua **interação** com o meio ambiente; e isto em todos os setores (infelizmente os países do socialismo real possuem pouco ou nenhum interesse pelas questões ambientais, fruto de uma

postura totalitária advinda de uma ideologia que se mostrou historicamente perversa ao Homem quanto à Natureza).

A conseqüência deste novo cenário social pode ser aferida pela implementação de Sistemas de Gestão Ambiental e sua certificação através da norma ISO 14001, que vêm se tornando mundialmente reconhecida, em que pese às críticas por ser a aplicação de conceitos e técnicas de administração específicas para questões ambientais, e, portanto, considerada como superficial, não podemos descartar as vantagens de mercado adquiridas pelas empresas ao aplicarem estes procedimentos, buscando cada vez mais a melhoria contínua e maior competitividade no cenário globalizado.

Por outro lado, a preocupação com a ecoeficiência e a produção limpa, demonstra o aprofundamento da abordagem, levando ao gerenciamento ecológico, que é justamente o aprofundamento da gestão ambiental e nunca o seu descarte.

O entendimento de que a palavra de ordem é **integrar**, começa a se tornar realidade com a Ecologia Industrial: integrar técnicas de administração (ciclo PDCA ou Ciclo de Deming); integrar conhecimentos científicos da ecologia de ecossistemas; integrar técnicas de engenharia (dos vários ramos); integrar políticas públicas e integrar várias indústrias neste processo, criando assim, os *Parques Industriais Ecológicos*.

Este é o entendimento que a Indústria Ecológica ou os ECOPARQUES Industriais trazem, pois é uma experiência do sistema capitalista bem sucedida – embora ainda recente e de reduzido escopo mundial – que se alicerça em diversas propostas teóricas e em várias experiências já realizadas; algumas isoladas, outras através de Pólos Industriais (por exemplo: Parque Ecológico de Kalundborg na Dinamarca), que procuram otimizar os seguintes tópicos:

1. Melhoria da eficiência dos processos, através da diminuição dos custos com água, energia, matérias-primas e menor depleção aos recursos naturais renováveis e não renováveis como também, aproveitamento de materiais recicláveis;
2. Diminuição de resíduos gerados internamente no processo produtivo e administrativo, reduzindo o volume de lixo e diminuição da poluição;
3. Conformidade com as exigências legais e implantação de comportamentos pró-ativos;
4. Implementação de processos de produção sistêmicos: os resíduos de um processo específico são matéria-prima para outro processo industrial da mesma empresa ou de outra indústria; havendo também, permuta de energia (sobras), materiais diversos, recursos humanos e informações.

O quadro abaixo resume muito bem este assunto, mostrando o atual Estado da Arte.

Tabela: Perspectivas da Transformação ecológicas na indústria.

I SOCIEDADE INDUSTRIAL	II SOCIEDADE SUPERINDUSTRIAL	III SOCIEDADE PÓSINDUSTRIAL
Estruturas patriarcais, hierárquicas, de cima para baixo	Mudança e quebra de papéis, conflitos de hierarquia	Modelos flexíveis, tipo rede, liderança funcional, sinergia
Euforia do crescimento	Limites do crescimento	Princípio da sustentabilidade

Crescimento quantitativo e lateral	Crescimento qualitativo	Crescimento integrativo
Poluição ambiental	Leis ambientais	Restauração ambiental
Consumo da natureza	Testes de compatibilidade ambiental	Criação de sistemas ecológicos
Exploração de matérias-primas	Reciclagem, economia	Produtos naturais e artificiais
Problemas de rejeitos e resíduos	Sistemas fechados e inteligentes	Processos de integração à natureza
Postura básica materialista	Saturação, estagnação	Orientação pós-materialista
Proletarização	Desproletarização	Perspectiva cosmopolita
Formação de classes	Pluralismo, sociedade da futilidade	Comunidades virtuais
Leis sociais	Estado do bem-estar	Segurança básica
Orientação pelo produto	Orientação pela experiência	Orientação pelo insight
Modelos mecanicistas	Modelos cibernéticos	Modelos sistêmicos
Idéia linear do tempo	Flexibilização de frações do tempo	Estruturas paralelas de tempo
Expansão territorial	Globalização, ordem planetária	Regionalização mundial

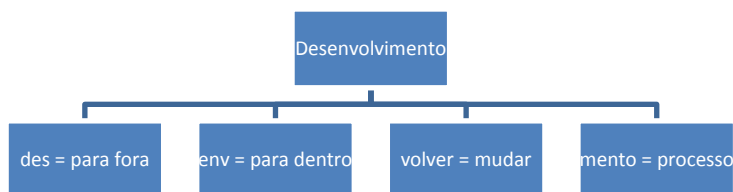
Fonte: Callenbach et. al. (1998, pg.192).

Chamo a atenção para o sétimo item que resume a evolução deste problema em nossa sociedade industrial e a nova estratégia que vem sendo adotada pelas empresas. Algumas pessoas podem dizer que é um processo muito lento de transformação, mas pensem na escala temporal de existência da Terra, no surgimento das primeiras formas de vida e no surgimento do gênero *Homo* (mais ou menos a uns 3,5 milhões anos atrás) e da espécie do *Homo Sapiens* (aproximadamente 100 mil anos atrás) (LIMA; 1994 : 32-43). Agora pensem no tempo de existência da sociedade industrial. Só podemos concluir que estamos indo bem rápido, o que é um sinal positivo, desde que acertemos a direção em que estamos indo, é lógico!

Entretanto, temos um problema de antinomia referente ao termo *desenvolvimento sustentável*.

O conceito de desenvolvimento advém da lógica de crescimento econômico e financeiro ilimitados; já o conceito de sustentabilidade está inserido na lógica do equilíbrio dinâmico, com ciclos limitados e interdependentes de matéria e energia. É como se tentássemos encaixar um molde quadrado em outro molde esférico – quem sabe, desvendarmos a quadratura do círculo!

A possibilidade menos estapafúrdia é a de propormos uma sociedade humana sustentável (na verdade vários tipos de sociedades e comunidades sustentáveis), onde o termo desenvolvimento assuma outro significado, dentro de outro “nicho” sócio-ecológico, que privilegie os diversos significados contidos no conceito, como expresso no organograma três a seguir:



Temos assim, um processo em constante mudança interna e externa, fornecendo a perspectiva para a sustentabilidade através de uma redistribuição contínua e em rede, de todos os elementos para o mega-sistema composto pela biosfera, biosfera e ecosfera (Mello, 2000).

A dificuldade disto ocorrer não é tanto no campo das relações técnicas; mas sim, no campo das relações sociais. Um exemplo disto é o fato de que, enquanto muitos atores sociais discutiam se “as questões ambientais” eram pertinentes ou não (a mais ou menos quatro décadas atrás), o capitalismo as incorporou em sua lógica de produção – expressando a sua tentativa em sobreviver – e hoje temos sua expressão no capitalismo ecológico que vê, por exemplo, na poluição, uma fonte de negócios lucrativos através da produção de filtros e outros artefatos tecnológicos, que não são feitos para eliminar o problema, mas para conviver “harmoniosamente” com o mesmo (Dupuy, 1980).

Para que a sustentabilidade social da organização humana possa de fato acontecer, precisamos encontrar mecanismos políticos que possibilitem uma reconfiguração das nossas relações sociais (e a reconfiguração dos parques industriais **não** poderá estar fora deste escopo), tanto na micro-escala, quanto na macro-escala nos levando a uma concepção de **capital biopolítico** da espécie *homo sapiens sapiens*.

7. Considerações finais

O conceito de sustentabilidade tem carecido de uma fundamentação sóciobiofísica – como já comentado aqui. Normalmente a tônica tem recaído sobre a dimensão econômica, social e ambiental, de forma muito vaga e genérica, quando já deveria estar clara a importância da sustentação dos ciclos biogeoquímicos formadores dos diversos ecossistemas e fundamentais aos processos de produção e reprodução da cultura humana dentro da biosfera, incluído aí os processos industriais; pois a organização social humana adquire do mundo natural toda a matéria e energia para produzir seus artefatos, desde um simples machado de pedra a uma usina nuclear, ou uma produção cinematográfica.

Assim sendo, as organizações da sociedade civil, privadas e públicas, de todos os setores, precisam definir novas prioridades baseadas no princípio da sustentabilidade, incorporando a este princípio as questões do crescimento econômico, do desenvolvimento social e da cultura; e não fazer o inverso, como normalmente é feito (por mais paradoxal seja).

A sustentabilidade é uma idéia força que necessita de uma fundamentação científica e biopolítica com consciência de propósito, ou seja, só uma ciência consciente de seu saber-fazer-ser será capaz de prover realmente cientificidade *biopolítica* a este conceito.

Daí a importância da fundamentação do conceito de sustentabilidade em bases sóciobiofísicas, apresenta-nos a urgente necessidade de uma ação de inteligência coletiva que prime pela alfabetização ecológica da espécie humana, para que esta possa criar de fato, uma sociedade sustentável inserida na autopoiese de Gaia (LOVELOCK; 1991) – benchmarking para a Ecologia Industrial.

Afinal,

Quanto mais cedo reconhecermos e respeitarmos Gaia como ser vivo auto-organizado incrivelmente complexo, mais cedo adquiriremos humildade suficiente para deixar de acreditar que sabemos como administrar a Terra. Se continuarmos no curso atual, apegados à crença em nossa capacidade de controlar a Terra, embora sabendo tão pouco sobre ela, nossa interferência desastrosamente estúpida em seus assuntos não matará o planeta, como muitas pessoas pensam, mas, com toda probabilidade, nos matará, como espécie. (SAHTOOURIS, 1998:75).

8. Referências bibliográficas

CALLENBACH, Ernest. et al. (1998). **Gerenciamento ecológico: ecoManagement**. São Paulo :Cultrix, 1998.

CONRADO, Daniel (1998). **A qualificação de recursos humanos para a implantação e manutenção de sistemas de gestão ambiental – um estudo em dois países**. Porto Alegre, UFRGS (Dissertação de Mestrado).

DUPUY, Jean-Pierre (1980). **Introdução à crítica da ecologia política**. Rio de Janeiro : Ed. Civilização Brasileira, 1980.

FROSCH, R. A. and GALLOPOULOS, N. E.(1989). **Strategies of manufacturing**. Scientific American, vol. 261(3), p.144-152.

FULLER, A. Donald e ALLEN, Jeff (1997). "A typology of reverse channel systems for post-consumer recyclables". In: POLONSKY, Michael Jay e Mintu-Wimsatt Alma T. (Editores). **Environmental marketing: strategies, practice, theory and research**. Binghamton : The Haworth Press.

LIMA, Celso Piedemonte (1994). **Evolução humana**. São Paulo : Ed. Ática, 1994.

LOVELOCK, James (1991). **As eras de gaia: biografia da nossa terra viva**. Rio de Janeiro : Campus, 1991.

MELLO, Reynaldo França Lins de (2000). Complexidade e sustentabilidade. **Revista de estudos ambientais**. Blumenau, nº 2 e 3, v. 2, pp. 103-108, maio/dez.

_____ (1999). **Em busca da sustentabilidade da organização antropossocial através da reciclagem e do conceito de auto-eco-organização**. Curitiba, UFPR (Dissertação).

ODUM, Howard T (1996). **Environmental accounting: emergy and environmental decision making**. New York : John Wiley & Sons.

PASTOR. Ramón (1999). **Ecologia industrial: imitar a la naturaleza como ventaja empresarial**. Barcelona. Mimeo.

SAHTOURIS, Elisabet (1998). **A dança da terra: sistemas vivos em evolução: uma nova visão da biologia**. Rio de Janeiro : Rosa dos Tempos.

UNCED (1997). **Our common future**. Oxford/New York : Oxford University Press.

WACKERNAGEL, Mathis et al. (1998). **Ecological footprint of nations**. Centro de Estudios para la sustentabilidade, Universidad Anáhuac de Xalapa, México.

WACKERNAGEL, Mathis e REES, William. (1996). **Our ecological footprint: the new catalyst bioregional series**. New Society Publishers. Gasbriola Island, B.C. Canada.

Páginas da Internet consultadas

Ambi.NET Consultants S. L.

www.ambinet.org . LEIA – Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada:
www.fea.unicamp.br/ortega/. LifeWeb the Writings of Elisabet Sahtouris
www.ratical.org/lifeweb/index.html

ⁱ Emergia: é a energia que a biosfera utiliza para produzir todos os recursos e serviços que gera e consome.