

Área temática: Gestão Socioambiental

**Crise ambiental e desenvolvimento sustentável:  
A nanotecnologia como uma das soluções de longo prazo**

**AUTORES**

**RAFAEL BORIM DE SOUZA**

Universidade Estadual de Londrina

rafaborim@yahoo.com

**MÁRCIA REGINA GABARDO DA CÂMARA**

Universidade Estadual de Londrina

mgabardo@sercomtel.com.br

**Resumo**

O artigo discute os determinantes da crise ambiental e possíveis soluções, a partir da emergência de uma nova realidade internacional e organizacional amparada por um paradigma de sustentabilidade ambiental e social. O objetivo do artigo é analisar o comportamento organizacional que desencadeou a crise ambiental e a reflexão sobre as soluções não imediatistas que permitiriam uma produção sustentável e suas conseqüências. A pesquisa é de natureza qualitativa, exploratória, bibliográfica e documental. Foi realizado um levantamento teórico-metodológico a partir do paradigma de sustentabilidade e convergências tecnológicas. Apresentou-se, também, como exemplificação, o movimento nanotecnológico do continente europeu, possibilitado pela análise do documento: *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*, cuja primeira versão foi disponibilizada em outubro de 2008 pela *European Commission, DG Research, Unit "Nano and Converging Sciences and Technologies"*. A disseminação das nanotecnologias, coordenadas por uma governança multilateral global responsável por institucionalizar e legitimar valores sociais e ambientais necessários em tais convergências tecnológicas, é apresentada como uma das possíveis soluções para a problemática ambiental.

**Palavras-chave:** nanotecnologia, desenvolvimento sustentável, crise do meio ambiente

This article discusses the determinants of the environmental crisis and its possible solutions which comes from the emergence of a new international and organizational reality structured in a sustainable paradigm. The objective of this article is to analyze the organizational behavior that resulted in the environmental crisis and its consequences. This research is qualitative, exploratory, bibliographic and documental. It was realized a survey from theories and methodologies that threat about sustainable paradigm and technologic convergences. It was presented, as an exemplification, the European nanotechnologic movement, through the following document: *European activities in the field of ethical, legal, and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*, that in its first version was published in October 2008, by the European Commission, DG Research, Unit 'Nano and Converging Sciences and Technologies'. One of the solutions for the environmental problem is the dissemination of the nanotechnologies, coordinated for a global governance, which is responsible for institutionalize social and environmental values needed in these technologic convergence.

**Key-words:** nanotechnology, sustainable development, environmental crisis.

## 1. Introdução

A solução da crise ambiental passa por um amplo debate internacional. Pesquisadores das mais diversas áreas têm destacado a importância da criação de um órgão internacional multidisciplinar, através de um grupo consultivo constituído por membros de diversos países, que possua a capacidade e a legitimidade para estabelecer em nível global, um sistema de governança multilateral como resposta institucional à crise ambiental. É nesse contexto também que surgem propostas focando as convergências tecnológicas e a necessidade de avaliação dos impactos transformativos oriundos das novas tecnologias. O estabelecimento de um conceito avançado de desenvolvimento responsável deve abranger critérios como: avaliação de saúde, segurança e ética, engajamento de atores internacionais quanto a parcerias, e instigação de um comprometimento social pautado por planejamentos e investimentos interessados em fatores de longo prazo.

As convergências da nanotecnologia, biologia, revolução digital e ciências cognitivas, por exemplo, promovem o desenvolvimento de inovações construtivas e transformadoras à concepção de novos produtos e serviços, oportunidades de melhores condições de desenvolvimento ao potencial humano e conquistas sociais necessárias, que, com o tempo remodelarão os relacionamentos estruturais e institucionais até então vivenciados. Para tanto, a participação de todos os sujeitos sociais influenciados por estas novas tecnologias, a transparência das estratégias desta governança, e a responsabilidade específica de cada *stakeholder* precisam efetivar-se plenamente. A nova realidade é promotora de uma emancipação social, caracterizada, principalmente, pela legitimação urgente do paradigma de sustentabilidade, o qual retira os ferramentais decisórios de uma unilateralidade e os insere em um multilateralismo interdisciplinar.

O artigo levanta o problema que alimenta o debate sobre produção sustentável nos meios acadêmicos e empresariais: a crise ambiental derivada da ação humana e empresarial. A questão de pesquisa que o estudo busca responder é: há soluções para a crise ambiental? O objetivo do trabalho é analisar os comportamentos organizacionais que desencadearam a crise ambiental e refletir sobre as soluções não imediatistas que permitiriam uma produção sustentável.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos: introdução, metodologia, a crise do meio ambiente e o contexto de ascensão de um paradigma pautado por valores de sustentabilidade social e ambiental, a convergência tecnológica como fenômeno exigente de uma governança multilateral e global sobre os anseios do paradigma de sustentabilidade: a nanotecnologia na Europa, e considerações finais.

## 2. Metodologia

A abordagem do problema aconteceu de maneira qualitativa, por ser uma forma adequada de entender a natureza de um fenômeno social. O objetivo foi analisado pelo ponto de vista exploratório, uma vez que se orienta por conhecer as características de um fenômeno, para procurar, em um momento posterior, explicações de suas causas e conseqüências. Em relação às estratégias de pesquisas abordadas, o estudo classifica-se como bibliográfico, uma vez que busca conhecer, analisar e explicar contribuições sobre o tema abordado, e documental por utilizar documentos como fonte de dados, informações e evidências (RICHARDSON, 2008; MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

Três possíveis soluções de longo prazo à problemática ambiental são apresentadas: os programas de responsabilidade social adotados por organizações com poder de atuação local, regional, nacional e internacional (CLAPP, 2005); a reforma ecológica (BORINELLI, 2007); e o desenvolvimento oriundo do movimento de convergências tecnológicas exemplificado

pelas nanotecnologias (MARTINS, 2005). O artigo aborda as diferentes soluções e concentra-se na última proposição.

O levantamento teórico-metodológico é realizado a partir do paradigma de sustentabilidade e convergências tecnológicas. Apresenta-se, também, como exemplificação, o movimento nanotecnológico do continente europeu, possibilitado pela análise do documento: *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*, elaborado pela Dra. Angela Huffman, cuja primeira versão foi disponibilizada em outubro de 2008 pela *European Commission, DG Research, Unit "Nano and Converging Sciences and Technologies"*.

A análise do documento permite verificar que o financiamento das atividades de pesquisas acontece através de programas sistêmicos (*framework programme* - FP) com períodos de duração pré-determinados. No documento mencionado são apresentados 2 projetos referentes ao 5º FP (1998-2002); 20 projetos referentes ao 6º FP (2002-2006), e 5 projetos referentes ao 7º FP (2007-2008) (HULLMANN, 2008).

A essência dos programas são as pesquisas tecnológicas e científicas, mas há a presença de projetos interessados em evidenciar os aspectos éticos, legais e sociais destas atividades européias, tais como os: *Science and Society*, *The New Emerging Science and Technology* e *Citizens and Governance*, os quais pertencem ao 6º FP e serão apresentados com maiores detalhes no capítulo quatro deste trabalho.

### **3. A crise do meio ambiente e o contexto de ascensão de um paradigma pautado por valores de sustentabilidade social e ambiental**

Em um momento de questionamento sobre as estruturas mundiais, as relações de poder estão ameaçadas e as empresas líderes nos mercados globais podem ter seu posicionamento questionado, mediante determinadas atitudes mercadológicas tomadas no intuito único de incrementarem seus lucros, sem estarem preocupadas com as respectivas conseqüências sociais e ambientais de tais decisões. A legitimação dos lucros empresariais por uma aceitação social e comunitária, portanto, passa a ser imprescindível.

A ação de tais agentes sociais incorre em conseqüências ambientais, estas nem sempre agradáveis. A análise da problemática ambiental se dá por uma diversidade de abordagens, as quais se mostram distintas em alguns pontos e convergentes em outros. Neste sentido, adota-se a via interpretativa das ciências sociais.

Zioni (2005, p.39) destaca que “para discutir a relação entre as ciências sociais e o meio ambiente, é fundamental uma reflexão sobre o cenário em que essas questões emergiram: a modernidade”. O ambiente tem sofrido os impactos das ações capitalistas; no caso específico das revoluções industriais, caracterizaram-se pela exploração do solo e da mão-de-obra, gerando inúmeros resíduos sólidos, líquidos e gasosos que se intensificaram no século XX.

A modernidade trouxe gradativamente uma exigência de sociabilidade do homem para com o meio e vice-versa. Os mecanismos de produção desenvolvidos, ao serem analisados de maneira isolada, pouco emancipam a sociedade atual das comunidades antigas, porém se aliados aos acontecimentos ambientais, permitirão constatar a emergência de uma nova representação simbólica do mundo por inéditas relações de poder.

As ocorrências históricas, os acontecimentos sociais e o desenvolvimento econômico permitem a construção na modernidade de uma nova representatividade da vida social. A seqüência de movimentações econômicas é caracterizada como o próprio desenvolvimento, que, segundo Coimbra (2002, p.51), é:

um progresso contínuo e progressivo, gerado na comunidade e por ela assumido, que leva as populações a um crescimento global e harmonizado de todos os setores da sociedade, através do aproveitamento dos seus diferentes valores e potencialidades, em modo a produzir e distribuir os bens e serviços necessários a satisfação das necessidades individuais e coletivas do ser humano por meio de um aprimoramento técnico e cultural, e com menor impacto ambiental possível.

Ao longo da historicidade econômica não foram promovidas metodologias de desenvolvimento aplicáveis a todas as sociedades e ao meio ambiente, pois pequeno foi o interesse em preservar os recursos e energias não renováveis para as futuras gerações através de um uso racional dos mesmos. Surgiram inúmeras explicações para justificar a escassez de atitudes favoráveis ao ambiente nos meios governamentais e organizacionais; mas o debate contribuiu para o desenvolvimento científico, econômico e social.

Segundo Montibeller (2007, p.57), as teorias do desenvolvimento são “o conjunto de formulações que visam compreender e modificar a realidade pelo exame dos mecanismos segundo os quais os fenômenos sociais inter-relacionam-se, dos elementos principais que respondem pela evolução da economia e das tendências seculares”. Mas o desenvolvimento econômico pode ocorrer em diferentes ambientes institucionais, por meio de atividades produtivas, negociações virtuais, redes de relacionamento, cadeias de suprimento, entre outros.

Neste contexto, a instituição se apresenta como protetora da propriedade privada ao incentivar investimentos que apreciem decisões democráticas capazes de disponibilizar socialmente os benefícios oriundos de tais negociações. Para Montibeller (2007), o desenvolvimento adequado e a qualificação institucional são condições necessárias, mas insuficientes para sanar os problemas sociais e ambientais em toda sua contingência.

Muitos são os fatores inerentes a uma concepção solucionadora de inúmeras patologias sociais e ambientais provenientes de mecanismos de desenvolvimento econômico. Através da concepção capitalista da economia, a sociedade e o meio ambiente estão imersos em uma rede entrelaçada de custos privados e sociais; os custos ambientais em particular, pelas situações de poluição, e incremento da produção diferenciam os custos privados dos custos sociais. Todavia a importância dos últimos, em grande maioria dos estudos, é relegada a um segundo plano na engenharia econômica das organizações que buscam a minimização de seus custos privados.

A insuficiência dos instrumentos estatais de combate e a busca incessante de lucros pelo setor privado oneram a sociedade e agravam as questões ambientais. É necessário, portanto, discutir novos modelos, normas e valores, que vislumbrem a melhoria na qualidade de vida das populações.

O modelo capitalista é o “representante legítimo e universal da racionalidade, cuja proposta era libertar o homem do reino das necessidades pelo uso científico dos recursos naturais e econômicos do planeta, pela adaptação do conhecimento científico à produção, processos que criariam riquezas incessantemente” (ZIONI, 2005, p.41).

O desenvolvimento capitalista contribui para o incremento da inovação e do desempenho tecnológico, entretanto, os índices de desenvolvimento humano e de qualidade de vida não acompanham o fator econômico. Segundo Montibeller (2007), o crescimento capitalista instiga a degradação, a poluição e o esgotamento de bens ambientais e, quando da retração das atividades econômicas, as questões ambientais são desprezadas por implicarem em custos adicionais.

De acordo com Brunacci e Philip Jr. (2005), a era de conquistar o desenvolvimento econômico sem qualquer restrição e às custas de prejuízos ambientais já não permanece, entretanto, persistem em algumas ideologias empresariais. Há de se compreender a insuficiência de fatores naturais, dos quais, depende a sobrevivência social do planeta. É,

ainda mais importante, necessário reconhecer que após a geração presente, outras virão e também habitarão neste mesmo território.

Segundo Diaz (2002) é iminente a precisão de romper definitivamente com a filosofia do crescimento ilimitado, uma vez que, o desenvolvimento insustentável apresentará seu limite de esgotamento em tempos breves caso as tendências sociais e econômicas não sejam transformadas em prol do bem estar da população mundial.

Logo, mediante os “impasses gerados por essa conjuntura social, faz-se extremamente urgente uma rediscussão sobre normas, valores, orientações culturais e formas de conhecimento em todas as sociedades. A crise ambiental é, com certeza, a maior razão para que isso ocorra com amplitude e profundidade” (ZIONI, 2005, p.56).

Uma nova interpretação sobre o funcionamento econômico no mundo é necessária. Mesmo que algumas ações voluntárias ocorram por empresas e governantes, ainda sim são insatisfatórias, pois é reconhecida a capacidade econômica das nações de apresentarem, conforme Montibeller (2007), um comportamento menos agressivo à natureza somente quando pressionadas por externalidades com poder de regulação.

Meio ambiente e economia entrelaçam-se no campo teórico e econômico. Há uma série de denominações tais como economia ambiental, economia ecológica, economia humana, em que cada uma representa uma abordagem explicativa do problema. Todavia, o que mais interessa é a dimensão econômica associada às questões ambientais, por ser situação fundamental na formulação de diretrizes de atuação do governo, das empresas e dos cidadãos para a própria compreensão dos fatos e das relações sociais, culturais e políticas (CALDERONI, 2004).

O paradigma da sustentabilidade, então, emerge entendido como aquele que

expressa hoje o desejo de quase todas as sociedades, em qualquer parte do mundo, por uma situação em que o econômico, o social e o ambiental sejam tomados de maneira equânime. Então, não basta apenas haver crescimento econômico, avanço tecnológico e as instituições; e, sim, pensar na revolução tecnológica e no arcabouço institucional objetivando o bem-estar social com a amplitude a este inerente (MONTIBELLER, 2007, p.59).

Observa-se a ocorrência de um crescimento econômico pautado por características de sustentabilidade, logo, o vocábulo ‘sustentável’, em palavras de Brunacci e Philip Jr. (2005, p.274), ao qualificar o tipo de desenvolvimento que se deseja “deve ser aplicado à realidade ambiental do presente”.

Dentro deste aparato interpretativo as mudanças institucionais tornam-se necessárias, uma vez que, as instituições precisam ser eficientes no atendimento pleno dos anseios originados em diferentes tempos. A iminência de tais transformações faz notória a insustentabilidade do antigo paradigma desenvolvimentista. Por esta evolução da importância da questão ambiental através da economia vislumbram-se as decisões políticas e econômicas sendo alinhadas a preceitos sustentáveis.

Os interesses econômicos coincidem com os ecológicos em um quadro de desenvolvimento sustentável que foca o longo prazo, pois os recursos são limitados e esgotáveis. Entretanto, no paradigma anterior os cálculos eram fundamentados na minimização dos custos privados e na ótica neoclássica da economia que até recentemente não inseriam os custos e benefícios sociais nas contas capitalistas.

Os institucionalistas integram as discussões econômicas e ambientais, ao adicionarem custos e benefícios sociais à análise econômica das organizações (EHLERS, 2007; NORTH, 1990). Porém, a essência da sustentabilidade tem de ser compreendida, no intuito de evitar falsas interpretações a ações não condizentes com valores éticos, ambientais e representativos de uma responsabilidade social corporativa.

Segundo Brunacci e Philip Jr.(2005, p.268), há “a possibilidade de um entendimento pragmático e imediatista que conduz ao risco de se implantar um programa de sustentabilidade do desenvolvimento como sutil desdobramento de uma política moldada por um sistema capitalista ainda conservador e predatório”. Assim, iniciativas que envolvam políticas, instituições, tratados ou acordos internacionais, interessados na problemática ambiental e abordagem sustentável, devem ser capazes de transpor as barreiras físicas no intuito de se obter uma maior eficácia na resolução de calamidades.

Flora, fauna, microorganismos, atmosfera, solo, água e formas geológicas formam os ecossistemas. Os componentes se ligam mediante cadeias alimentares, ciclos minerais e hidrológicos e pela circulação de energia. Há um equilíbrio dinâmico que pode ser alterado com o uso intensivo e desordenado dos elementos e a deposição de resíduos. A intervenção humana e a produção capitalista, em particular, modificaram os sistemas produtivos, os conhecimentos científicos e tecnológicos (BORINELLI, 2007).

A resposta ao uso desordenado dos recursos naturais e a crescente demanda por energia tem de ocorrer por uma ótica capaz de abranger as diferenças e especificidades entre as nações, de maneira que, uma intervenção em favor da humanidade e do meio ambiente seja aceita como verdade, e, conseqüentemente, como um apoio ao acontecimento do desenvolvimento sustentável. Os vieses ambientais não são de responsabilidade exclusiva das nações, das empresas e da humanidade, mas de todos os que habitam e agem intensivamente sobre o planeta Terra.

Como afirmou MacNeill e outros autores (1992, p.16) “o mundo avançou agora da interdependência econômica para a interdependência ecológica – e até, para além desta, para um entrelaçamento entre ambas”.

Tanto é verdade que, “o sistema climático global possui um alto grau de inércia e cria uma grande defasagem entre as alterações nas emissões e as conseqüências sobre os sistemas naturais, o que significa que, quando se descobre que uma catástrofe vai acontecer, talvez seja tarde demais para evitá-la” (LA TORRE; FAJNZYLBER; NASH, 2009, p.20). Questões ambientais, tal como a mudança climática, incorporarão custos significativos à humanidade e aos ecossistemas. A amenização destes efeitos pode ocorrer através de possíveis ações globais solucionadoras, pois iniciativas individuais serão muito limitadas, implementadas com grande atraso, e realizadas por países e organizações inadequadas. Neste sentido, quais seriam as possíveis soluções à crise ambiental?

Zioni (2005) aponta o novo paradigma de sustentabilidade para a solução dos problemas e desequilíbrios evidenciados, o qual deve partir da crítica do conhecimento existente, e evoluir do monoculturalismo ao multiculturalismo de tal forma que o domínio global da ciência moderna não possa silenciar os outros saberes, e assim, emancipe-se um conhecimento que consiga discernir a objetividade da neutralidade.

Por este contexto, a reforma ecológica torna-se uma solução viável e equacionadora do problema da degradação ambiental (GIDDENS apud BORINELLI, 2007, p.7). Uma segunda solução está nos programas de responsabilidade social adotados por organizações com poder de atuação local, regional, nacional e internacional (CLAPP, 2005). E uma terceira vertente solucionadora pode advir das transformações geradas pelas nanociências, nanobiotecnologias e nanotecnologias, em geral (MARTINS, 2005).

#### **4. A convergência tecnológica como fenômeno exigente de uma governança multilateral e global sobre os anseios do paradigma de sustentabilidade: a nanotecnologia na Europa**

Convergência tecnológica caracteriza, segundo Sáenz e Souza-Paula (2008), o moderno processo de avanço do conhecimento e inovação já estabelecido em um elevado nível de complexidade, o qual, não permite a separação entre o teor científico e técnico pela

prerrogativa intensa de inserir nas discussões as relações dialéticas entre ciência, tecnologia e sociedade.

A interação temática é imprescindível, pois a partir das novas tecnologias surgem implicações sociais a serem analisadas por um processo criterioso através de metas estabelecidas, ao vislumbrar os benefícios sociais, e as possíveis conseqüências inesperadas, por meio de uma combinação dos possíveis riscos prospectados em diferentes cenários. Para Roco (2008) tais adversidades apresentam-se como influentes em diversas áreas, tais como economia, ambiente, saúde, educação, ética, moral e filosofia.

Por este entrelaçamento de ideologias e ciências constata-se a busca por um mecanismo organizador, tal como uma governança global e multilateral capaz de abranger, compreender e institucionalizar convergências tecnológicas livres de atuações prejudiciais a qualquer ordem ambiental e social. Para tanto, um sistema politicamente democrático, consenso social, e conhecimento da engenharia econômica do sistema promovem um quadro agradável a implantação de uma eficaz governança.

Caberá a este sistema de governança, de acordo com Roco (2008), a adaptação das instituições e organizações já existentes; o estabelecimento de novos programas, regulamentações e organizações interessadas em propagar inovações não promotoras de prejuízos ao meio; a promoção de mecanismos de legitimação de tais mudanças por vias políticas e institucionais; e a realização de parcerias e acordos internacionais.

Conforme Sáenz e Souza-Paula (2008), os processos que envolvem tal anseio são essencialmente dinâmicos e cumulativos, e, para acompanhar a evolução de tais convergências tecnológicas, é de extrema importância que as ações ocorram de forma contínua, rápida e flexível. A governança multilateral e global deve preparar-se para antever os riscos complexos e de elevado impacto negativo dos tipos social e ambiental. A figura 1 (página seguinte) mostra a representação de um sistema de governança baseado nos critérios inseridos na realidade das convergências tecnológicas (ROCO, 2008).

Os processos de decisões sobre as questões de convergências tecnológicas seguem um ciclo de interferências aberto, constituído por etapas que levam desde a pesquisa até a efetiva fabricação e comercialização dos produtos. Através da figura é possível verificar que cada ciclo gera novas classes de produtos, os quais determinam diferentes implicações sociais e exigem diversos patamares de decisões. Pelo fato de transformações fundamentais ocorrerem sobre os conhecimentos implícitos em cada ciclo, estabelece-se um sistema aberto em termos tecnológicos e socioeconômicos (ROCO, 2008).

As questões éticas devem constar como objetos de monitoramento e discussões, desde o início de um projeto até as avaliações *ex-post*. As avaliações destas tecnologias, por meio de um mecanismo regulador de governança, devem ocorrer no entorno de tais inovações e considerar todos os respectivos ciclos, ao levar em conta sua disposição futura e confluentes efeitos ao meio, oriundos de suas manufaturas e operações (ROCO, 2008).

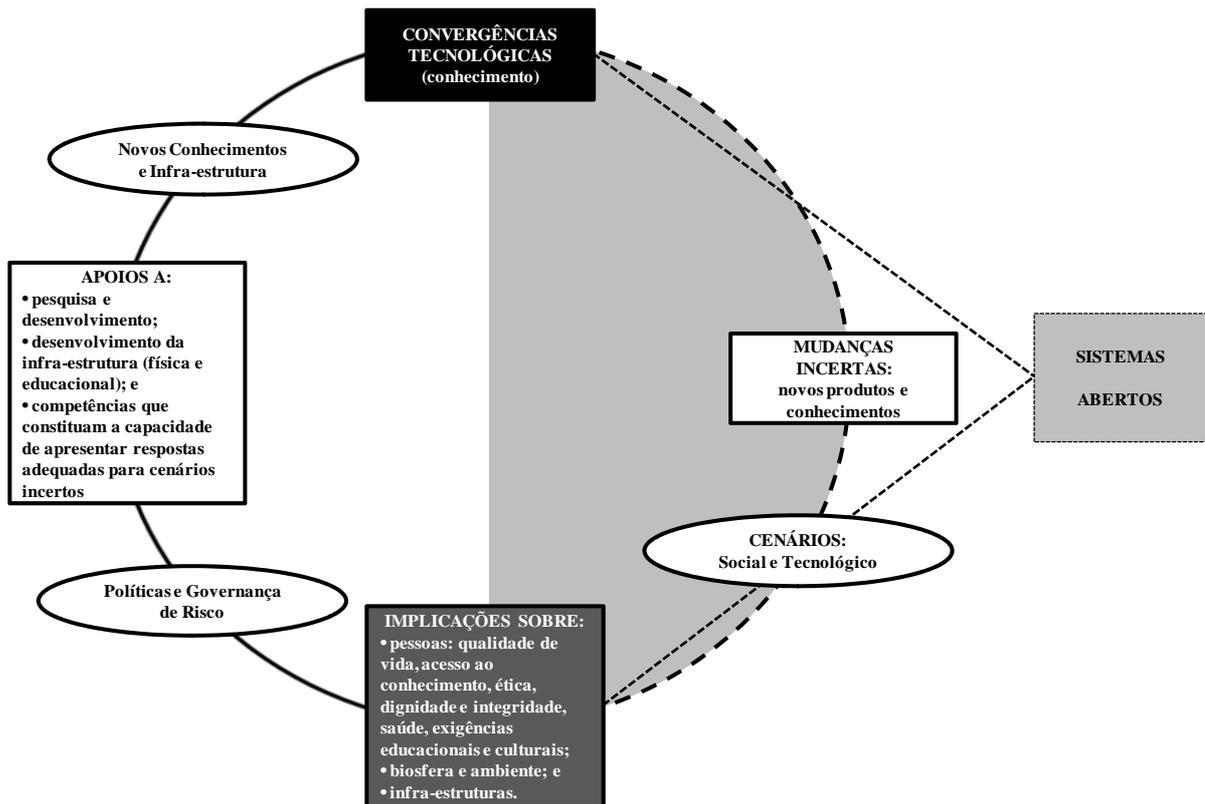


Figura 1 – Sistemas abertos em uma governança de convergências tecnológicas  
 Fonte: adaptado de ROCO, 2008.

Em todo este processo é imprescindível a análise da presença dos fatores envolvidos em uma governança de risco, para amparar as decisões e ações tomadas no intuito de amenização das patologias sociais e ambientais. Esta sistemática é de extrema importância nos casos constatados com altos riscos, cuja redução dos mesmos exige a coordenação e colaboração de inúmeros *stakeholders*. As decisões unilaterais se apresentam como ineficazes e inaplicáveis, pois, a disseminação de novas tecnologias promove uma interferência dos possíveis riscos nas esferas social, ambiental, tecnológica, e, com maior evidência na dinâmica evolutiva e interativa de todo o sistema social. As convergências tecnológicas, por exemplo, focam suas prioridades sobre os possíveis benefícios a serem gerados nos âmbitos individuais e sociais. Os parâmetros de sucesso para estas redes de empresas e instituições são os indicadores de qualidade de vida, saúde, segurança, e, principalmente, a análise de como se dá a distribuição destes resultados sociais a todos os seres humanos inseridos em um modelo democrático. Roco (2008) apresenta, através da figura abaixo, quais são os atores afetados pelas convergências tecnológicas.

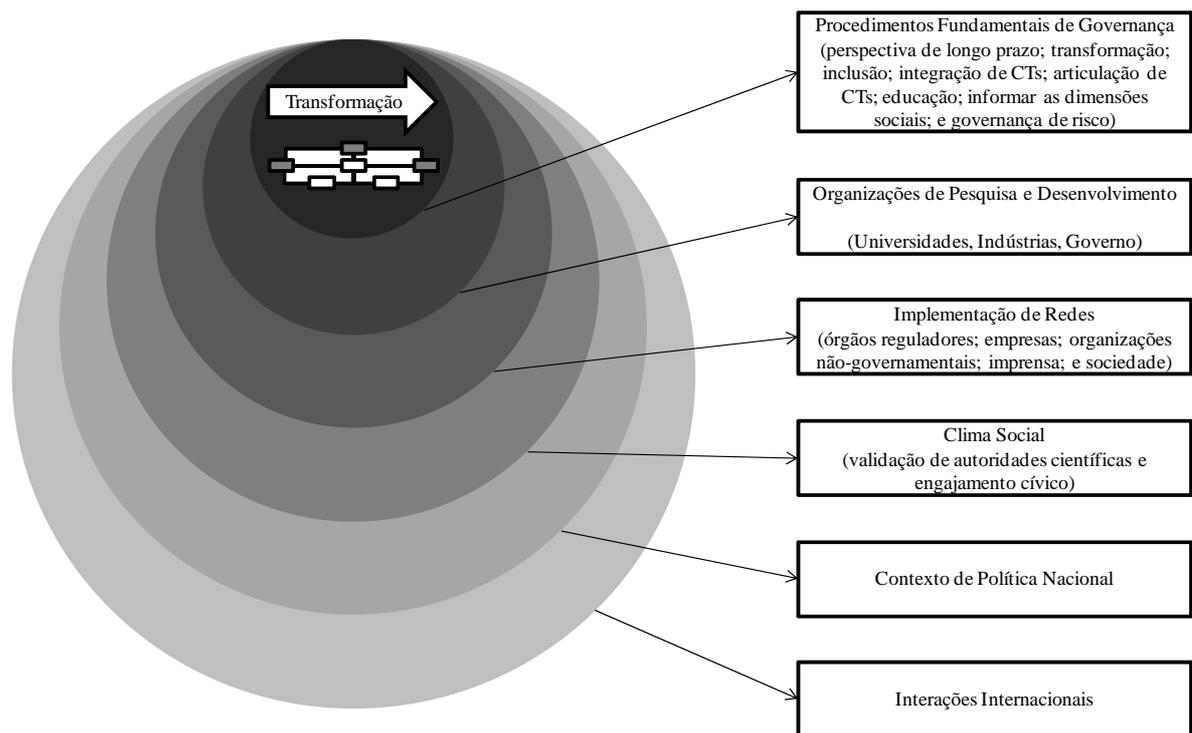


Figura 2 – Visão geral de uma governança de convergência tecnológica  
 Fonte: adaptado de ROCO, 2008.

Dentre as novas tecnologias, destaca-se a importância da nanotecnologia. Nano é um prefixo usado nas ciências para designar uma parte em um bilhão e, assim, um nanômetro (1nm) corresponde a um bilionésimo de um metro. Dado o seu caráter integrador, convergente e por caracterizar-se por inovações concentradas no tempo poderá gerar um processo de destruição criadora atenuando os impactos do uso intensivo dos fatores produtivos, gerando redução do consumo energético e poderá proporcionar uma revolução produtiva (SÁENZ; SOUZA-PAULA, 2008).

Para Martins (2005) as nanotecnologias validam a necessidade de uma governança global e multilateral, pois, somente por um mecanismo como este, será possível gerenciar os benefícios econômicos, sociais e ambientais oriundos de tais inovações. Suas aplicabilidades implicam em diminuir os problemas ambientais nos processos produtivos, ou seja, responsabilizam-se por eliminar os conflitos sociais fundamentados em questões de prejuízos a natureza.

Entretanto Schnaiberg (2005) assume que tudo o que for apresentado e produzido pelo setor privado é passível de suspeita pela possibilidade de interesses na alocação de capital. Ele evidencia que a própria história confirma muitas contradições em torno de novas tecnologias sempre demonstradas como algo beneficiário ao público em geral.

Por apresentar uma nova aplicabilidade de fatores científicos, sociais e ambientais a nanotecnologia não pode ser tratada unicamente pela ótica das organizações. Lerma (2005) admite que a humanidade exige um novo paradigma ecológico, portanto sustentável, por compreender sua existência inserida em uma continuidade de processos sociais mutantes, alteradores das estruturas vigentes e promotores de inúmeros conflitos transnacionais.

Não se pode esperar, segundo Martins (2005), que o ambiente seletivo supra a questão ambiental em sua totalidade, pois, tal expectativa é incompatível para com o modo de produção capitalista. Logo, a admissão desta nova tecnologia deve ser pautada por discussões interessadas em entender plenamente suas aplicabilidades e objetivos para com a sociedade.

Schnaiberg (2005) acredita que a nanotecnologia irá promover uma distribuição mais negativa ao transferir a renda dos trabalhadores para um lucro adicional dos investidores. Ao

longo dos prejuízos, o autor cita o incremento do problema ou crise ambiental, cuja maior causa é a extrema liquidez no sistema econômico mundial.

Lerma (2005) analisa a crise ambiental como um conflito oriundo de relações de produção e não como algo adicional aos conflitos sociais. Por esta percepção ele entende a inferência da nanotecnologia nas relações sociais e econômicas ao promover a intervenção nos diversos sistemas de produção e controles de exploração.

Segundo Cramer e Zegveld (1991), as demandas de soluções estruturais para problemas ambientais requerem a participação ativa e representativa dos públicos a serem atingidos. Pois, em palavras de Romero e Salles Filho (1995, p.17) “quanto maior a pressão [...], mais os agentes responderiam e melhores seriam os resultados para o meio ambiente”.

Sandler (2009) observa que a eficiência de um fenômeno tecnológico, como a nanotecnologia, está em sua contribuição à prosperidade humana através da oferta de um cenário estruturado por uma sociedade justa e preceitos ambientais de sustentabilidade. O autor apresenta, ainda, que as funções sociais a serem observadas em um desenvolvimento sustentável advindo das nanotecnologias são: o esclarecimento de constituição de uma sociedade justa, e a prosperidade da raça humana; identificação de oportunidades socioambientais às nanotecnologias; desenvolvimento de padrões de avaliação sobre os prospectos nanotecnológicos; provisão de ferramentas éticas que possibilitem a sociedade uma efetiva adaptação às emergentes nanotecnologias; e a identificação dos limites ambientais para o alcance das plenitudes nanotecnológicas.

Porém, em referência a nanotecnologia e a outras inúmeras problemáticas de ordem ambiental, não há qualquer instituição com estrutura capaz de impor e dirigir uma intervenção política global. Todavia, a construção desta instituição global, representativa de uma governança multilateral, é importante fator que está por trás da emergência do movimento transnacional antiglobalização corporativa (MARTINS, 2005).

Roco (2008) também aborda a questão supranacional deste tema ao admitir que as inovações tecnológicas provenientes deste movimento de convergência, tal como as nanotecnologias, rompem com as barreiras geográficas existentes ao transporem os limites das jurisdições nacionais. Logo, a concepção de uma governança multilateral e global como resposta institucional a crise do meio ambiente e conseqüente do paradigma de sustentabilidade, alcançará sua plenitude através da separação clara das opiniões fundamentadas em pilares científicos daquelas oriundas de julgamentos políticos, para que assim, sejam adotadas, em definitivo, institucionalizações e regulamentações eficientes para com a realidade do problema abordado.

Toda esta realidade é envolta por uma série de fatores. Estes se unem e promovem uma governança contínua e avaliativa. A nanotecnologia apresenta um modelo de governança proposto por Roco (2008), possivelmente capaz de ser aplicado em nível global. E, bem por isso, este autor propõe a nanotecnologia como uma das respostas essenciais à crise do meio ambiente. A estruturação do modelo é apresentada na figura 3.

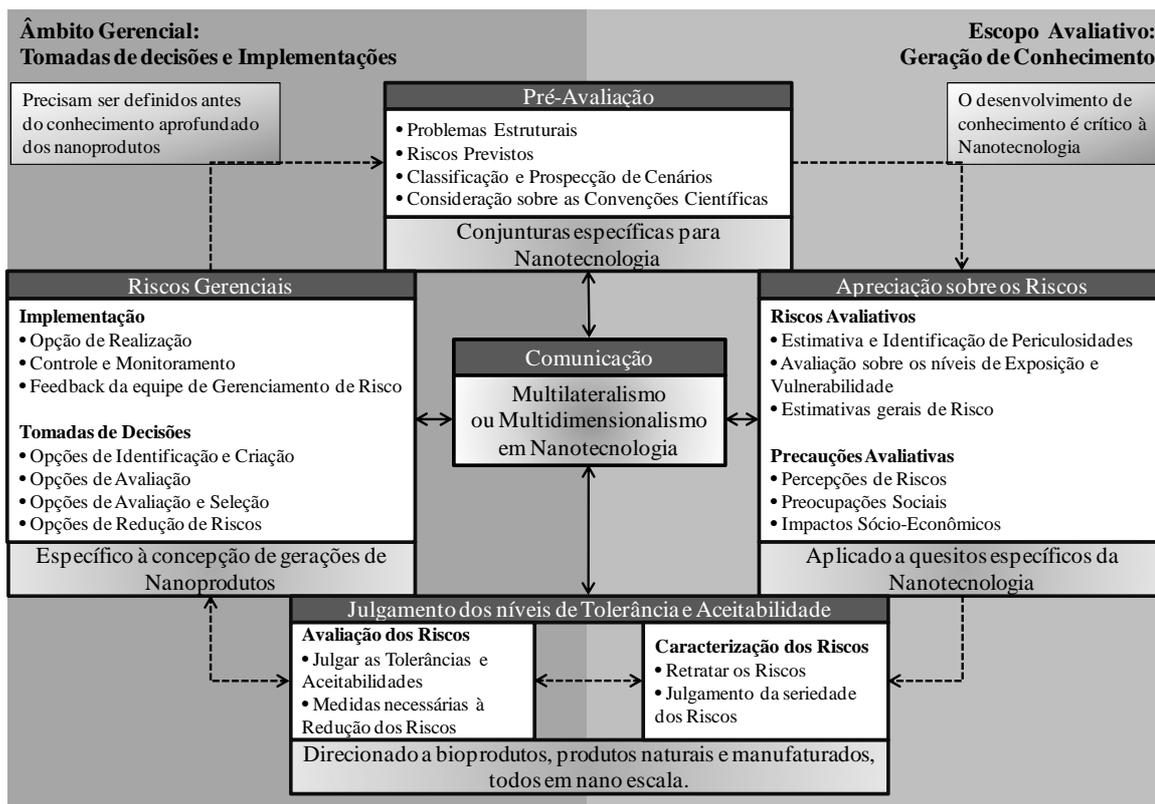


Figura 3 – Passos para a definição de uma governança multilateral na análise de riscos derivados das nanotecnologias que podem ser aplicadas à mitigação da crise ambiental  
 Fonte: Renn; Roco apud ROCO, 2008, p.16.

Sáenz e Souza-Paula (2008), no entanto, apresentam os seguintes riscos da nanotecnologia, os quais se traduzem nos desafios a serem enfrentados por uma governança multilateral: criação descontrolada de formas de vida; redução da biodiversidade; desestabilização da engenharia ambiental; concorrência trans-humana, biológica e cibernética; maiores desigualdades sociais; desenvolvimento de armas de poder letal; entre outros.

Para Sandler (2009) ainda não há um consenso entre os cientistas quanto aos possíveis riscos da nanotecnologia, pois, assim como pode contribuir para uma revolução tecnológica e ambiental ao consumir menos energia e promover o uso mais eficiente dos novos fatores produtivos, também é possível um cenário composto por inúmeras reações adversas nos seres humanos e no meio ambiente.

A aplicabilidade da nanotecnologia fica questionada mediante tantas dúvidas discursivas. Neste sentido, para se validar a efetiva contribuição social deste fenômeno advindo de uma convergência tecnológica, apresenta-se em seqüência a realidade deste tema no continente europeu. Através da análise minuciosa do relatório *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*, elaborado pela Dra. Angela Hullman, em 2008, observa-se uma concepção construtiva sobre a nanotecnologia. Sendo assim, a seguir é disponibilizada uma breve análise da contribuição europeia baseada em fatos, números e programas extraídos do relatório supramencionado.

A União Européia junto a demais nações tem promovido debates sobre a questão principal de que estes desenvolvimentos científicos e tecnológicos não ocorrem separados da movimentação social dos seres humanos. Muitos atores sociais, com visões diferentes sobre o tema têm modelado os processos envoltos sobre a nanotecnologia, situação esta promotora de aplicabilidades fundamentadas em critérios éticos, legais, e sociais.

Os critérios éticos, legais e sociais da nanotecnologia compreendem uma diversidade de campos de pesquisas, produções e aplicabilidades de nanoproductos. Estes aspectos, então,

abrangem questões de privacidade, aceitação social, saúde humana, acesso comunitário, responsabilidade cívica, regulamentações normativas e controles institucionais.

As atividades europeias sobre os aspectos éticos, legais e sociais de uma governança referenciada à nanotecnologia abrangem numerosas iniciativas, das quais algumas merecem destaque, pois representam a possibilidade de apresentar este fenômeno a um público maior, o qual estabelece uma discussão sobre as expectativas sociais geradas, que são informadas aos poderes políticos nacionais e internacionais.

O intuito destes projetos está em facilitar a cooperação entre *stakeholders* localizados em diferentes partes da Europa, e promover uma massa crítica sobre o desenvolvimento sustentável, pela identificação de diferenças nacionais e culturais percebidas entre as diversas regiões do continente, e, assim, providenciar mecanismos sociais que agreguem desenvolvimento social e econômico a estas áreas.

Os financiamentos dos mesmos se dão pelo *EC Framework Programmes for Research and Technological Development* (FP). Os FPs acontecem há anos e incentivam áreas de pesquisa que amparam interesses europeus. A nanotecnologia tornou-se um tema em evidência a partir de 1998, mas apenas no 6º FP alcançou uma escala maior de reconhecimento e investimentos.

O 6º FP (2002 a 2006) dedicou prioridade máxima a nanotecnologia. De 17,5€bilhões revertidos aos projetos integrantes deste *Framework Program*, 1,3€bilhão foram destinados a pesquisas cujo problema de investigação estava em analisar a interação entre nanotecnologia, conhecimento social, recursos naturais, e desenvolvimento de novos procedimentos industriais. Por uma abordagem articuladora, projetos de longo prazo têm sido financiados, pois intentam introduzir as nanotecnologias nos setores industriais já existentes, e, também, originar novos caminhos operacionais que confluem na concepção de materiais inovadores, novos aparelhos, produtos diferenciados, e indústrias sustentáveis.

Embora o 6º FP estivesse focado em pesquisas científicas e tecnológicas, houve a inclusão de tópicos essenciais relacionados aos aspectos éticos, legais e sociais da nanotecnologia. Estes foram tratados pela instigação de uma comunicação entre os diversos atores e redes sociais. Dentro desta abordagem aplicada de uma governança global da nanotecnologia, os aspectos supramencionados passaram a alicerçar projetos de pesquisa com aplicabilidade social, tais como os: *Science and Society*, *The New Emerging Science and Technology* e *Citizens and Governance*. Vale ressaltar que todos estes programas orientaram-se em interligar o movimento social aos aspectos éticos, sociais e legais da nanotecnologia. Para melhor compreensão o detalhamento dos mesmos é exposto na página seguinte:

<b>O programa <i>Science and Society</i></b>	
Objetivo:	Desenvolver conexões estruturais entre instituições e atividades sociais interessadas em um diálogo a ser estabelecido entre a comunidade científica e o público em geral, de maneira que, as pesquisas fossem aproximadas da sociedade.
Contexto:	As ações inseridas neste programa promoveram conversações contextuais em nível global; a emancipação de uma consciência social; treinamentos; pesquisa sobre a relação dos valores éticos relacionados à ciência e tecnologia; a aplicação dos princípios de risco; reconhecimento público em relação as comunicações científicas; prêmios para conquistas científicas referenciadas a colaborações e comunicações sociais; e a promoção das mulheres no meio científico.
Recursos:	Foram investidos 3,814,402€ neste programa.
<b>O programa <i>Citizens and Governance</i></b>	
Objetivo:	Prover um embasamento científico para o gerenciamento de transições voltado ao conhecimento social europeu, para tanto, condicionou seus estudos em duas vertentes: as políticas locais, regionais e nacionais; e, o comportamento decisório dos cidadãos, famílias e demais unidades sociais.
Contexto:	Constam, neste projeto, ações tomadas no intuito de melhorar a geração, distribuição e utilização de conhecimentos em um processo de desenvolvimento de novas formas de governança.
Recursos:	Foram investidos 1,163,100€ neste programa.
<b>O programa <i>New Emerging Science and Technology</i></b>	
Objetivo:	Apoiar pesquisas visionárias e não convencionais, mas potencialmente capazes de abrir novos campos às ciências e tecnologias européias.
Contexto:	Sustentou projetos interessados em problemas ainda não pesquisados, mas que se relacionassem diretamente aos aspectos éticos, legais e sociais da nanotecnologia.
Recursos:	Foram investidos 222,265€ neste programa.

Quadro 1 – Projetos de pesquisa com aplicabilidades sociais

Fonte: adaptado de HULLMANN, 2008.

Mediante a exposição da realidade européia quanto aos aspectos sociais da nanotecnologia, verifica-se que o desenvolvimento de seus preceitos apenas ocorre com respectivas alocações de capitais. Entretanto, a destinação de tais valores apenas incrementa a legitimação sustentável deste fenômeno, responsável pela propagação de uma governança multilateral e global, possível de ser utilizada como mecanismos de resposta institucional à crise do meio ambiente.

Sandler (2009) admoesta que quando as dúvidas são esclarecidas e as expectativas controladas, concebe-se um ambiente articulador e integrador entre os fatores éticos e sociais e as emergentes nanotecnologias. Os aspectos éticos, legais, e sociais da nanotecnologia são essenciais para a articulação de respostas proativas a possíveis cenários negativos. Bem por isso, as nanotecnologias precisam promover a prosperidade dos seres humanos, por vias justas e sustentáveis. Cada nação interessada em estabelecer uma iniciativa nanotecnológica, assim como as européias, se permitirá uma oportunidade única de fomentar um campo crítico e construtivo sobre as relações interativas entre tecnologia, governo, ambiente e sociedade. As emergentes nanotecnologias, portanto, oferecem possibilidades efetivas de progressos sociais e tecnológicos, através de um desenvolvimento compreensivo, inovador e sustentável.

## 5. Considerações Finais

O artigo analisou os determinantes da crise ambiental e as soluções propostas pela academia, tendo em vista a emergência de uma nova realidade internacional e organizacional amparada pelo paradigma da sustentabilidade ambiental e social. Discorreu-se sobre a ascensão de uma nova compreensão social pautada por premissas sustentáveis, amparada pela necessidade de novas tecnologias – nanociências, nanobiotecnologia e nanotecnologias e seus riscos – e a imprescindibilidade de uma governança multilateral global como resposta institucional à crise do meio ambiente.

Verificou-se que a teoria econômica neoclássica tradicional – base do paradigma de produção capitalista anterior – discutia custos e benefícios privados. No século XX, a teoria institucionalista incorpora à análise os custos e benefícios sociais, dando origem a economia do meio ambiente ao propor soluções possíveis para a questão ambiental. A complexidade dos sistemas dinâmicos, a criação de novas ferramentas de trabalho, a oferta de uma ampla plataforma tecnológica, a ampliação das capacidades produtivas e a conversão da educação, engenharia e tecnologia nos principais fatores contributivos às inovações industriais, conferem ao meio uma riqueza jamais vista.

Já o meio ambiente, com seus recursos limitados, não pode acompanhar o desenvolvimento intelectual do homem quanto aos seus anseios tecnológicos. Através desta incompatibilidade de recursos estabelece-se a crise do meio ambiente, através da qual, inúmeras nações e organizações optam por operacionalizar suas metodologias mercadológicas em práticas alinhadas aos conceitos de desenvolvimento insustentável.

Dai emerge a concepção de um novo paradigma interessado em valores sustentáveis e preocupado em oferecer as gerações presentes e futuras condições de habitação e sobrevivência neste planeta. Por esta nova compreensão da realidade as ciências sociais se fazem presente com uma miscelânea dialética de ideologias e interpretações, as quais, em conjunto, reafirmam a necessidade de um novo agir das organizações e nações para com as questões ambientais.

Logo, a sociedade passa de um colóquio passivo para um ator emancipado no intuito de prover-se de munições e regulamentações imprescindíveis à continuidade de sua existência na Terra. Por conseguinte, fatores de discussão anteriormente unilaterais passam a ser vislumbrados por uma ótica multilateral exigente de um sistema de governança que ampare, fiscalize, determine e institucionalize meios de proteção, coerção e legitimação no intuito único de sanar questões que alarmem a já existente crise ambiental.

Entretanto, todo este esforço somente será válido se aplicado em sua ordem global, pois, se uma governança responsável por toda a organização e aplicabilidade dos vieses e soluções ambientais ocorrer através de uma institucionalização supranacional legitimada, serão verificadas respostas mercadológicas e econômicas condizentes para com a realidade ambiental vivenciada. É de extrema necessidade este mecanismo regulador internacional porque a economia, aqui representante dos governos, nações e organizações, somente se atenta ao quesito ambiental e social se drasticamente pressionada por órgãos externos, cujos poderes de regulação sejam devidamente reconhecidos e comprovados.

Um exemplo, a nanotecnologia, representante do movimento de convergência tecnológica observado há tempos. Suas benfeitorias e lucros sociais são inquestionáveis, entretanto os possíveis riscos incalculáveis. Além de prescindir um enorme valor em alocação de capitais representa, na ótica de muitos estudiosos, uma ameaça a já desqualificada divisão de renda mundial, além dos inúmeros questionamentos ambientais ainda não respondidos. Em casos como este as decisões sobre a continuidade em pesquisas e aplicabilidades referenciadas a nanotecnologia, por exemplo, não podem ser pautadas por uma unilateralidade. Torna-se imprescindível, portanto, uma multilateralidade de informações que abasteçam um sistema de

governança global oriundo de uma resposta institucional, em nível internacional, como uma conseqüência ao paradigma de sustentabilidade, este, emergente, no intuito de amenizar a constatada crise ambiental.

O intangível a ser alcançado em um longo prazo passa a ser mais valorizado do que o tangível conquistável em curto prazo, pois, aquele representa a concepção moral e ética de uma sociedade imersa na compreensão do paradigma defensor de uma sustentabilidade social, ambiental e econômica.

## Referências

BORINELLI, B. Instituições e crise ambiental: contribuições da sociologia em debate. **Serviço Social em Revista**. v.9, n.2, 2007, s/p. Disponível em <[http://www.ssrevista.uel.br/c-v9n2\\_benilson.htm](http://www.ssrevista.uel.br/c-v9n2_benilson.htm)>. Capturado 16 fev. 2009.

BRUNACCI, A.; PHILIP Jr., A. Dimensão Humana do Desenvolvimento Sustentável. In: PHILIP Jr, A.; PELICIONI, M.C.F. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2005, p.257-283.

CALDERONI, S. Economia Ambiental. In: PHILIP Jr, A.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004, p. 571-617.

CLAPP, J. Global environmental governance for corporate responsibility and accountability. **Global Environmental Politics**. v.5, n.3, 2005, p. 23-34.

COIMBRA J.A. **O outro lado do meio ambiente**. Campinas: Millenium, 2002.

CRAMER, J.; ZEGVELD, W.C.L. The future of technology in environment management. **Futures**, v. 23, n. 5, p.465, jun. 1991.

DIAZ, A.P. **A educação ambiental como projeto**. 2 ed. Trad. de F. Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

EHLERS, E. Empreendedorismo e conservação ambiental no interior de São Paulo. **Rev. Econ. Sociol. Rural**. v.45 n.1 p.185-203, Jan./Mar. 2007.

HULLMANN, A. **European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology**. European Comission, DG Research. Disponível em: < <http://cordis.europa.eu/nanotechnology> >. Capturado em 10 fev. 2009.

LERMA, I. Meio ambiente, relações de trabalho e os desafios da nanotecnologia. In: MARTINS, P.R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Xamã, 2006, p.110-113.

MacNEIL J.; WINSEMIUS P.; YAKUSHIJI T. **Para além da interdependência**. Trad. De Á. Cabral. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1992.

MARTINS, P.R. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. In: MARTINS, P.R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Xamã, 2006, p.114-132.

MARTINS, G.A.; THEÓFILO, C.R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007.

MONTIBELLER F., G. **Empresas, desenvolvimento e ambiente**: diagnóstico e diretrizes de sustentabilidade. Barueri: Manole, 2007.

NORTH, D. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1990.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ROCO, M.C. Possibilities for global governance of converging technologies. **Journal of Nanoparticle Research**. v.10, n.1, 2008, p.11-29.

ROCO, M.C. Progress in governance of converging Technologies integrated from nanoscale. In: Bainbridge W.S. & M.C. Rocco (eds.) Progress in convergence. Technologies for the human wellbeing. **Annals of the New York Academy Sciences**, v.1093. Blackwell Publishing: Boston Massachusetts, 2008.

ROMERO, A.; SALLES FILHO, S. **Dinâmica de inovações sob restrições ambientais**. Trabalho apresentado no Primeiro Seminário de Economia do Meio Ambiente do Instituto de Economia da Unicamp. Campinas, nov. 1995.

SÁENZ, T.W.; SOUZA-PAULA, M.C. **Convergência tecnológica**: 2008. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.

SANDLER, R. **Nanotechnology: the ethical and social issues**. Woodrow Wilson International center for Scholars .The Pew Charitable Trust , 2009.

SCHNAIBERG, A. Contradições nos futuros impactos socioambientais oriundos da nanotecnologia. In: MARTINS, P.R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Xamã, 2006, p.79-86.

ZIONI, F. Ciências Sociais e Meio Ambiente. In: PHILIP Jr, Arlindo; PELICIONI, Maria Cecília Focesi. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2005, p.39-58.