



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

JULIANA FREITAS DE C. GUEDES

**A TRAJETÓRIA DAS REVOLUÇÕES ECOLÓGICAS AO LONGO DA (NÃO)
ERGODICIDADE DO MEIO AMBIENTE**

SALVADOR

2007

JULIANA FREITAS DE C. GUEDES

**A TRAJETÓRIA DAS REVOLUÇÕES ECOLÓGICAS AO LONGO DA (NÃO)
ERGODICIDADE DO MEIO AMBIENTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Mestre Ihering Guedes Alcoforado.

**SALVADOR
2007**

JULIANA FREITAS DE C. GUEDES

A TRAJETÓRIA DAS REVOLUÇÕES ECOLÓGICAS AO LONGO DA (NÃO)
ERGODICIDADE DO MEIO AMBIENTE

Aprovada em julho de 2007.

Orientador: _____

Prof. Mestre Ihering Guedes Alcoforado
Faculdade de Economia da UFBA

Isabelle Pedreira Déjardin
Prof. Mestre da Faculdade de Economia da
UFBA

Henrique Tomé da Costa Mata
Prof. Dr. da Faculdade de Economia da
UFBA

Ficha catalográfica elaborada por Joana Barbosa Guedes CRB 5-707

Guedes, Juliana Freitas de C.

G924 A trajetória das revoluções ecológicas ao longo da (não) ergodicidade do meio ambiente / Juliana Freitas de C. Guedes. – Salvador, 2007.
56f. tab. il.

Monografia (Graduação em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas da UFBA, 2007.

Orientador: Prof. Ihering Guedes Alcoforado de Carvalho

1. Revoluções ecológicas. 2. Meio ambiente. 3. Impactos ambientais. 4. Políticas ambientais. I. Guedes, Juliana Freitas de C.

II.

Título.

CDD – 574.5

AGRADECIMENTOS

Tenho muito a agradecer. Primeiro, a minha “pequena grande” família, meus pais, que sempre me apoiaram em tudo que eu fiz nesta vida.

Ao professor Ihering, que esteve presente desde a elaboração do projeto, no papel de interlocutor, e, posteriormente, como orientador desta monografia. Serei eternamente reconhecida pelo carinho, atenção, apoio, incentivo e estímulo.

A Luís Gustavo Delmont, que também esteve presente desde a elaboração do projeto até a finalização deste trabalho. Foi reconfortante ouvir muitas vezes a frase: “É claro que eu posso te ajudar!”.

Aos meus amigos da equipe de Elaboração e Análise de Projetos: Rodrigo Rabelo, Poliana Matos e Yacitara Nogueira, que muito pacientemente compreenderam que devido a elaboração desta monografia eu não pude contribuir no projeto da mesma forma que eles.

Aos meus amigos que contribuíram de uma forma indireta para a conclusão deste trabalho com uma conversa amiga, ajuda nos estudos, apoio, atenção e carinho: Ana Valente, Anna Borba, João Augusto Lepikson, Juliana Reis, José dos Anjos, Monalisa Martins e Vanessa Araújo.

Aos funcionários Francivaldo, Rogério e Suelene que com um atencioso “bom dia” e um papo interessante tornaram mais agradáveis os meus quatro anos na faculdade.

RESUMO

O presente trabalho propõe-se a registrar as mudanças na relação do homem com a natureza, ao longo do deslocamento do ambiente ergódico ao não ergódico, tendo como pano de fundo a agricultura, a partir do *framework* de Merchant (1983 e 1989), decorrentes dos efeitos das atividades humanas potencializadas pela técnica e pelas conseqüências destes efeitos que são cada vez mais globais e irreversíveis, tornando-se cada vez mais presente a dimensão não ergódica das questões ambientais. Serão tratados os dois tipos de impactos ambientais decorrentes da atividade agrícola: locais e reversíveis e globais e irreversíveis. Os impactos ambientais locais e reversíveis estão associados a poluição e a degradação ambiental e podem ser classificados como externalidades negativas, configurando assim, numa falha de mercado. Em economia, num ambiente ergódico, a modelagem e o tratamento dos impactos locais e reversíveis provocados por tais externalidades na política ambiental, serão feitos através do paradigma da Produtividade dos Insumos, da Economia do Bem-Estar, da Nova Economia Institucional e dos Novos *Approachs*. No entanto, quanto aos impactos ambientais globais e irreversíveis, os instrumentos econômicos tradicionais só são válidos até antes de ultrapassarmos o limiar do sistema, além do qual se ameaça a própria sustentabilidade do mesmo, que é a transição do ambiente ergódico para o não ergódico. Neste tipo de situação, os instrumentos econômicos se tornam limitados para fundamentar nossas políticas ambientais, então se chama atenção para as possibilidades da abordagem da ética, em especial a ética da responsabilidade, de Hans Jonas (1995).

Palavras-chaves: Revoluções ecológicas, Meio ambiente, Impactos ambientais, Políticas ambientais.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MEIO AMBIENTE ERGÓDICO: DA PRÉ-MODERNIDADE À MODERNIDADE	11
2.1	ORDEM ORGÂNICA E A REVOLUÇÃO ECOLÓGICA COLONIAL	11
2.1.1	A superação da ordem orgânica	14
2.2	ORDEM MECÂNICA E A REVOLUÇÃO ECOLÓGICA CAPITALISTA	18
2.2.1	A dominação da ordem mecânica	22
2.3	A MODELAGEM E O TRATAMENTO DOS IMPACTOS REVERSÍVEIS NA POLÍTICA AMBIENTAL	26
2.3.1	Os novos approaches	37
3	MEIO AMBIENTE NÃO ERGÓDICO E AS APORIAS DA POLÍTICA AMBIENTAL	39
3.1	DESORDEM TERMODINÂMICA.....	40
3.1.1	O primeiro princípio da termodinâmica e a reversibilidade	41
3.1.2	O segundo princípio da termodinâmica e a irreversibilidade	42
4	DA ÉTICA DA CONVICÇÃO À ÉTICA DA RESPONSABILIDADE	47
4.1	A REVOLUÇÃO ECOLÓGICA GLOBAL	47
4.2	A ÉTICA DA RESPONSABILIDADE	50
5	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A relação do homem com a natureza assume uma importância crescente nas sociedades contemporâneas, em função não só dos efeitos das atividades humanas potencializadas pela técnica, mas também pelo reconhecimento que estes efeitos, no âmbito das questões ambientais, são cada vez mais imprevisíveis, globais e irreversíveis, ou seja, torna-se cada vez mais presente a dimensão não ergódica, na qual os instrumentos de política ambiental convencionais perdem sentido. Vale ressaltar, que no nosso resgate da dimensão não ergódica do ambiente nos inspiramos nos desdobramentos recentes da análise de Pindyck (2007) da incerteza, não entre os pós-keynesianos, mas principalmente entre os neoinstitucionalistas, e, embora nos inspiremos em ambos não nos posicionemos no marco de nenhum dos dois.

Da contribuição dos pós-keynesianos representada de forma emblemática na identificação por Davidson apud. Fontana e Gerrard (2004) de dois paradigmas econômicos: de um lado “*economics of a predetermined, immutable and ergodically knowable reality*” e do outro lado, “*economics of an unknowable, transmutable and non-ergodic reality*”. Nós retemos esta dicotomia e associamo-la a uma divisão do conjunto das Revoluções Ecológicas. As Revoluções Coloniais e Capitalistas são associadas a realidade ergodicamente conhecível, enquanto a Revolução Global associamos a realidade não ergodicamente conhecível.

Da contribuição dos neoinstitucionalistas aqui representado por Douglass North (1999), através do seu reconhecimento que o mundo no qual nós vivemos não é um mundo ergódico, mas um mundo não ergódico:

I like the term “ergodic”. Paul Samuelson has used the term frequently when trying to show that the field of economics is scientific. In fact, Samuelson’s assertion was that if the world is not ergodic, economics is not a science. There are some aspects of economics that may be ergodic, but most of the issues that are important for us are non-ergodic. (NORTH, 1999, p.2).

E detalhando seu argumento adiciona:

For an enormous number of issues that are important to us, the world is one of novelty and change; it does not repeat itself. There may be lessons in history, but we have to be careful about them. We have to be careful about the lessons that history may teach, if we are going to try to unravel the problems that concern us here. If indeed these issues with we are concerned, such as global warming and the global commons belong in a world of continuous change, a non-ergodic world, then we face a set of problems that become very complex. So, let me move from a non-ergodic world to dealing with uncertainty. (NORTH, 1999, p. 2).

Este trabalho propõe-se a apresentar um *framework*, que é um enquadramento analítico do objeto com recortes próprios retirados de uma teoria, que se apóia, de um lado, na visão dicotômica do mundo apresentada acima, e do outro, na tipologia das Revoluções sistematizadas por Merchant (1983 e 1989): a Revolução Ecológica Colonial, Capitalista e Global, revoluções estas consideradas como reflexo dos paradigmas a) mecanicista, que é um paradigma científico em que o mundo é visto como uma máquina prática, e b) termodinâmico, em que a transição da abordagem ergódica à não ergódica é desenvolvida através do fenômeno da termodinâmica e da entropia.

Isto posto, procuramos ilustrar a evolução histórica da relação do homem com a natureza focada na agricultura e no aquecimento global, para mostrar que como estamos cada vez mais imerso em um mundo não ergódico, torna-se necessário que ao lado das políticas ambientais convencionais, passemos a fazer uso da ética da responsabilidade. Com este propósito, o trabalho consta desta introdução mais três partes e uma conclusão.

No segundo capítulo, será feita uma explanação através das idéias de Merchant (1983) acerca da mudança da relação entre o homem e a natureza. Da autora tomaremos a consideração de que na era pré-colonial, a natureza era vista como “parceira” do homem. Este tipo de relação mudou com a chegada do europeu no “novo mundo”, em que os recursos naturais passaram a ser vistos como *commodities*, que segundo Sandroni (2005), significa nas relações comerciais internacionais, um tipo particular de mercadoria em estado bruto ou produto primário de importância comercial.

De Merchant (1983) tomaremos sua compreensão da era pré-colonial como ordem orgânica, que é a concepção de que todas as partes da natureza são mutuamente

interdependentes, e a era colonial como o primeiro passo para a implementação da ordem mecânica, que imperará na ordem capitalista. A ela também recorreremos na sua caracterização das Revoluções Ecológicas: Colonial, Capitalista e Global.

No terceiro capítulo, tratar-se-á da transição da abordagem focada na dimensão ergódica à não ergódica a partir da associação da dimensão ergódica a manifestação mecânica casual das ações antrópicas sobre a natureza e a dimensão não ergódica ao fenômeno da termodinâmica e da entropia. Nesta direção, seguimos Georgescu Roegen (1971) e a leitura de Faucheux e Noël (1995) quando apontam que as relações entre natureza e economia encontraram um novo tipo de interpretação com o desenvolvimento e aplicação do paradigma termodinâmico, em que a transformação contínua e não determinística está presente. Aqui, mostrar-se-á que ao longo da transição do primeiro princípio da termodinâmica (a natureza não pode criar nem destruir matéria e energia) para o segundo princípio da termodinâmica (transformação de energia) os modelos tradicionais da política ambiental: Comando e Controle, Economia do Bem-Estar, Nova Economia Institucional, deixam de ser pertinentes, impondo a necessidade de recorrer-se a ética.

No quarto capítulo, vamos nos restringir a mostrar o papel da ética, em especial a visão ética de Hans Jonas. Jonas (1995), desvela a relação do homem com a natureza nas sociedades tecnologicamente avançadas, a partir da distinção clássica entre a ética da convicção e a ética da responsabilidade. Para o autor, a ética da responsabilidade é uma ética “voltada para o futuro”, em que temos que antecipar as condições desastrosas, ou seja, é uma ética da precaução e da prevenção. Já a ética da convicção, segundo o autor, argumenta que há tempo para correções pelo caminho ou “confiam na sorte ou no destino”.

No final do capítulo, propor-se-á uma integração da ética da responsabilidade de Jonas (1995) no núcleo duro da Revolução Ecológica Global de Merchant (1989), que como mostraremos mais adiante é baseada numa ética ecocêntrica, em que a ecologia é tratada como uma nova visão de mundo que, segundo a autora, poderia resolver os problemas de desenvolvimento enraizados no modo industrial-mecanicista de representar a natureza.

Na conclusão, propõe-se que a ergodicidade do ambiente seja usada como critério para escolha de quadros normativos, a partir dos quais possamos configurar as políticas ambientais. É identificado algumas linhas de investigação que vislumbramos poder avançar através delas na fundamentação das políticas ambientais focadas na dimensão não ergódica. A exemplo do programa Neo Institucionalista de investigação no âmbito dos ambientes não ergódicos apontados por Douglass North (1999) e Pindyck (2007), e dos programas das diversas áreas do conhecimento relacionadas com os direitos patrimoniais (direito de propriedade, responsabilidade e contratos), em especial as pesquisas recentes no âmbito da história das instituições patrimoniais de Parisi (2001), Grossi (2007), tendo como pano de fundo a retomada do direito natural, em especial do direito natural ambiental de Donnelly e Bishop (2007) e Holder (2000).

2 MEIO AMBIENTE ERGÓDICO: DA PRÉ-MODERNIDADE À MODERNIDADE

Para Merchant (1983), originalmente no “novo mundo”, as plantas e os recursos naturais estavam presentes na natureza para serem usados no cuidado das necessidades humanas. No entanto, essa forma de relação do homem para com a natureza mudou com a chegada do europeu. Para os coloniais, engajados no comércio mercantil, segundo a autora, uma parte desses recursos passou a ser considerada como *commodities* num mercado global através do que se estabeleceu a escassez relativa e, em consequência, sua “commoditização” e, a consequente proteção através da propriedade privada.

A inovação desta autora é dupla, a primeira é que a era pré-colonial pode ser apreendida como uma ordem orgânica, ou seja, a concepção de que todas as partes da natureza são mutuamente interdependentes, enquanto a era colonial é apreendida como o primeiro passo da implementação da ordem mecânica que é a concepção que o homem está acima da natureza. A segunda é sua vinculação da ordem orgânica pré-colonial com o gênero feminino e a ordem colonial com o masculino.

A seguir, é apresentado, deixando-se de lado a questão gênero, o que deve ser retomado em outro projeto, a “representação” da ordem orgânica e, mais adiante a da ordem mecânica, a partir das quais introduziremos as Revoluções Ecológicas: Colonial e Capitalista. Tanto a Revolução Ecológica Colonial quanto a Revolução Ecológica Capitalista admite-se que se encontram numa ordem ergódica. Em um ambiente ergódico, segundo North (1999), a estabilidade é subjacente a sua estrutura, ou seja, é um ambiente imutável que não está em constante transformação, ou seja, as leis naturais são causais, o que permite não só a previsão dos efeitos, mas também sua reversão.

2.1 ORDEM ORGÂNICA E A REVOLUÇÃO ECOLÓGICA COLONIAL

O primeiro passo na representação orgânica da natureza, segundo Merchant (1983), surgiu na Renascença e suas idéias tiveram raízes nos conceitos gregos do cosmo como um

organismo inteligente, conceitos estes que foram revividos, modificados e assimilados na consciência dos séculos XV e XVI. Três raízes tradicionais se tornaram a base para uma posterior forma sincrética do pensamento orgânico: Platonismo, Aristotelianismo e Estoicismo.

Segundo a autora, o ponto comum nas três raízes tradicionais é que todas as partes do cosmo estão conectadas e inter-relacionadas em uma unidade de vida, ou seja, todas as partes da natureza são mutuamente interdependentes e cada uma reflete mudanças no resto do cosmo. Para a Grande Enciclopédia Larousse Cultural (1998), cosmo é a totalidade de todas as coisas deste Universo ordenado, desde as estrelas até as partículas subatômicas.

O pensamento orgânico mostra que tudo é conectado a tudo e todas as partes dependem de uma outra e são mutuamente afetadas juntamente com o todo. Na natureza, nada toma lugar isoladamente, ou seja, quando as pessoas cortam as florestas estão afetando os reservatórios de água cuja vida delas depende. Desta forma, a natureza toma uma revanche contra a ação humana. Com Merchant (1983) examinaremos três variações do pensamento orgânico acerca da natureza durante a Renascença: Neoplatonismo, Naturalismo e Vitalismo:

a) Neoplatonismo

Segundo a autora, o postulado do neoplatonismo é um universo hierárquico que é ampliado por uma base material de uma terra ascendente para o intelecto divino. É aceita uma divisão tripartite do mundo macrocosmo através do corpo, alma e espírito que, segundo a autora, são os componentes de um organismo vivo.

Merchant (1983) aponta que no esquema neoplatonista, a alma do cosmo é a origem da vida e da atividade do mundo natural se tornando desta forma, imanente dentro da natureza. A autora afirma que a matéria era distinta de ambos os mundos: alma e espírito, a alma era a origem do poder do mundo, enquanto a matéria era inativa.

Para a autora, a manipulação da natureza para os benefícios individuais poderia ser operada através da hierarquia tripartite do neoplatonismo (corpo, alma e espírito). Nesta visão, a

natureza é concebida como uma entidade viva que tem limitações pelo poder das necessidades individuais e de grupo. No entanto, a natureza reage às ações humanas com conseqüências ecológicas.

b) Naturalismo

Segundo Merchant (1983), a segunda variante orgânica, o naturalismo, é baseado no conceito de mudança que desafia a estrutura hierárquica tanto da natureza quanto da sociedade. Para a autora, o naturalismo difere do neoplatonismo no fato de que as contradições são o princípio da mudança, ao invés da propriedade da matéria. Desta forma, o processo dialético se tornou a chave da unidade da natureza e inerente a própria transformação da mesma.

Os contrários são os agentes das mudanças, ou seja, eles são princípios ativos e a matéria é um princípio passivo que recebe especificações através da atividade dos opostos. Telésio, pensador renascentista, apud. Merchant (1983), abordou uma filosofia natural que é uma atividade definida como uma dialética, ou seja, o conflito entre contrários.

Telésio apud. Merchant (1983), aponta que a oposição primária era entre quente e frio, e do seguimento das operações de outros opostos: densidade e raridade, escuridão e brancura, luz e obscuridade, mobilidade e imobilidade, trazem a atividade natural através dos conflitos perpétuos.

Orientação fundacional seguida por Merchant (1983), tudo vem dos contrários, através dos contrários, dentro dos contrários, para os contrários e, onde tem contrariedade tem ação e reação, movimento, diversidade. Desta forma, a unidade cósmica é mantida com a junção e dissolução dos opostos. A dialética de Bruno, também um pensador renascentista, apud. Merchant (1983), enfatiza a harmonia do todo pontuando que o todo orgânico é mais do que a soma das partes.

c) Vitalismo

Segundo Merchant (1983), nesta teoria, matéria e espírito estão unificados e as pessoas existem dentro a natureza, em harmonia com a totalidade, preferivelmente, do que acima dela. Desta forma, tudo vem da natureza e o homem também faz parte dela, o que nos mostra que o ser humano depende da natureza não-humana e sofre as conseqüências dos desastres ambientais, pois faz parte do todo.

2.1.1 A superação da ordem orgânica

Merchant (1983) aponta que a interação recíproca entre o homem e a natureza é a chave das mudanças ecológicas e, que as Revoluções Ecológicas, são os maiores exemplos de mudança na ecologia e na sociedade em regiões e períodos particulares. Nas culturas tradicionais, a troca de recursos naturais era freqüentemente por presentes e dentro de um ecossistema, enquanto nas sociedades de mercado os recursos são trocados por *commodities*, as quais são retiradas de seu habitat natural para lugares distantes e trocadas por dinheiro, a partir do que começa a ruptura do equilíbrio ecossistêmico.

Com o avanço técnico, econômico e científico a natureza foi constantemente transformada pelo homem. Merchant (1983) enfatiza a existência de duas Revoluções Ecológicas: a Colonial e a Capitalista e conclui que a Revolução Ecológica Capitalista foi responsável pela superação da ordem orgânica e pela hegemonia do pensamento mecanicista. Nesta seção será feita uma caracterização da Revolução Ecológica Colonial e mais adiante da Revolução Ecológica Capitalista, segundo o pensamento de Merchant (1983):

a) A Revolução Ecológica Colonial

A expansão da atividade econômica ao longo dos séculos acarretou a transformação do ambiente pelo homem e do homem pelo ambiente, transformação esta que pode ser comprovada no âmbito do ambiente por meio das formas mais primárias da agricultura e reforçada com o advento da Revolução Industrial, e no contexto do homem, pelo deslocamento do homem místico, inserido na ordem orgânica e pelo homem racional inserido na ordem mecânica, configurando Revoluções Ecológicas. Merchant (1989) aponta

dois tipos existentes de Revoluções Ecológicas que já ocorreram: a Revolução Ecológica Colonial, apreendida numa ordem orgânica e a Revolução Ecológica Capitalista, ancorada numa ordem mecânica e, aponta a necessidade de uma terceira revolução ecológica: a Revolução Ecológica Global, apoiada numa ordem termodinâmica, que será caracterizada no quarto capítulo.

Para Merchant (1989), ambas as Revoluções Ecológicas (Colonial e Capitalista) alteraram a ecologia, a sociedade e a consciência humana e novas estruturas materiais e tecnológicas foram impostas à natureza. Segundo a autora, as Revoluções Ecológicas Colonial e Capitalista foram as principais transformadoras das relações do homem com a natureza.

Segundo Merchant (1989), nas sociedades nativas, a natureza era vista como próprio ativo, os animais e plantas eram subjugados de acordo com as necessidades humanas e a produção do homem baseava-se na caça, na coleta e na pesca. Para a autora, neste tipo de sociedade, havia um equilíbrio de populações, a forma de consciência predominante era a mimética, uma consciência visual, e o símbolo da natureza que predominava era o animismo, ou seja, a crença de que as forças da natureza possuíam alma.

A autora observa que a consciência individual e de grupo é formada tanto pelo desenvolvimento quanto pela cultura e, em diferentes épocas históricas, a consciência da sociedade é dominada por características particulares e socialmente construída. Desta forma, a mudança na consciência imposta pela elite dominante caracterizou a Revolução Ecológica Colonial.

Em função desta, na sociedade colonial, segundo Merchant (1989), graças a Revolução Ecológica Colonial, a natureza passou a ser vista como passiva e os recursos naturais como *commodities*. O homem passou a tratar o espaço como propriedade privada, o uso do valor econômico foi inserido nas comunidades locais e o comércio mercantil ocorreu de forma ampla. A autora destaca o crescimento da população como uma forma de reprodução da força de trabalho.

Segundo a autora, o tipo de consciência predominante na sociedade pré-industrial era a visual e o símbolo da natureza era o pensamento orgânico, ou seja, tudo é conectado a tudo e todas as partes da natureza dependem de uma outra e são mutuamente afetadas juntamente com o todo. A relação entre a natureza e o homem é recíproca e o homem se adapta ao desenvolvimento das condições naturais, no entanto, quando o ambiente é alterado a natureza responde através de mudanças ecológicas.

b) Uma expressão da Revolução Ecológica Colonial: A *Plantation* Colonial

No Brasil, uma expressão da Revolução Ecológica Colonial foi a *plantation* colonial ou a grande lavoura, constituída pela grande propriedade, pela monocultura e pela produção exclusiva para o exterior, ou seja, produção de *commodities*. Prado Júnior (2000) observa que o fator que contribuiu para a atividade agrícola na colônia foi a ampliação dos mercados para os seus produtos, ampliação esta, segundo o autor, que ocorreu devido ao aumento da população europeia durante o séc. XVIII e ao incremento das atividades econômicas e comerciais em todo o mundo, caracterizando a era da Revolução Industrial.

Na segunda metade do séc. XVIII, segundo o autor, um gênero tropical irá emparelhar-se ao açúcar e o sobrepujará por um breve momento: o algodão. Prado Júnior (2000) observa que os progressos técnicos do séc. XVIII permitiram o aproveitamento do algodão em medidas quase ilimitadas, se tornando a principal matéria-prima industrial do momento e entrando para o comércio internacional em proporções antes desconhecidas.

O desenvolvimento da agricultura neste período, como observa Prado Júnior (2000), é muito mais quantitativo do que qualitativo, com pouco aperfeiçoamento técnico, e disso advém a sua curta duração e predação. Já a Revolução Ecológica Capitalista, que será vista mais adiante, se caracteriza por um desenvolvimento agrícola muito mais qualitativo do que quantitativo, mas igualmente predador.

Segundo o autor, para a instalação de novas culturas, nada de novo se realizava que o processo da “queimada”, copiada dos indígenas. Já para o problema do esgotamento do

solo, segundo o autor, outra solução não se descobrira ainda que o abandono puro e simples do local por anos e anos consecutivos, com prazos cada vez mais espaçados que o empobrecimento gradual do solo ia alargando até se tornar definitivo.

A devastação da mata em larga escala ia semeando desertos estéreis atrás do colonizador, sempre em busca de solos frescos que não exigissem maior esforço da sua parte. Graças somente à excepcional e providencial fertilidade dos massapés baianos ou pernambucanos, é que foi possível manter aí durante tanto tempo a cultura da cana. Mas o vácuo de matas que se ia formando em torno dos engenhos criava outros problemas igualmente sérios. Tinha-se que ir buscar lenha a distâncias consideráveis; freqüentemente ela se torna inacessível, e a atividade do engenho cessa. (PRADO JÚNIOR, 2000, p.135).

O caráter da economia brasileira da época com o sistema de monocultura e de grande propriedade, como observa Prado Júnior (2000), faz convergir para um único fim, com o objetivo de um máximo e momentâneo proveito, ou seja, uma agricultura extrativa. O autor também conclui que a separação entre a agricultura e a pecuária brasileira na época também foi prejudicial para o trato do solo, privando-o do estrume dos animais, único elemento fertilizante de que poderia dispor.

A produção contou neles, unicamente, com os recursos naturais abundantes, com a exuberância da vegetação e as reservas secularmente acumuladas num solo virgem. Mas tudo isto estava fadado a se esgotar. Nos primeiros séculos da colonização não foi percebido que se estava desbaratando um capital, e não apenas colhendo seus frutos. Não se percebeu ou não havia inconvenientes imediatos: sobrava o espaço. É só aos poucos que se foi enxergando o alcance do mal. No Brasil, em fins do séc. XVIII e princípios do seguinte, já se começa a senti-lo; e havia consciência do que se passava. (PRADO JÚNIOR, 2000, p.139).

Segundo Prado Júnior (2000), o baixo nível técnico das atividades agrárias e suas conseqüências não se devem atribuir unicamente à incapacidade do colono. O mal, como conclui o autor, estava no próprio sistema, um sistema de agricultura extensiva que acabava com uma riqueza que não podia repor. Desta forma, é possível concluir que neste período agrícola brasileiro, a natureza estava sendo vista como passiva pelo homem colonial e os recursos naturais como *commodities* caracterizando, como aponta Merchant (1983), uma Revolução Ecológica Colonial.

A superação da ordem orgânica veio com a Revolução Ecológica Capitalista e o pensamento mecanicista. Para Merchant (1983), o processo de mecanização do mundo removeu uma parte inerente da visão orgânica de que a natureza estava viva, sensitiva, e respondia as ações humanas. A autora aponta que na filosofia mecânica, a manipulação da natureza se tornou um interesse social sancionado na expansão comercial do capitalismo. Sendo assim, o homem estava acima da natureza e se considerava no direito de dominá-la, através do que se acalenta na ordem mecânica, mais ainda se na dimensão ergódica do ambiente.

2.2 ORDEM MECÂNICA E A REVOLUÇÃO ECOLÓGICA CAPITALISTA

Segundo Merchant (1983), a nova filosofia mecânica do meio do século XVII conseguiu a reunificação do cosmo e da sociedade em termos de uma nova metáfora, a máquina. No mundo mecânico, a ordem foi redefinida para dentro de uma determinação racional do sistema das leis. A ordem e o poder juntos constituem um controle racional acima da natureza e da sociedade.

A autora observa que a máquina permeou e reconstruiu a consciência humana de uma forma tão intensa que hoje nós raramente questionamos sua validade. A visão mecânica da natureza ensinada na maioria das escolas ocidentais é aceita como senso comum, a matéria é feita por átomos, as cores ocorrem pelo reflexo de ondas de luz de diferentes comprimentos, corpos obedecem à lei da inércia.

A autora constata que a mecanização do mundo como um esquema conceitual teve fundamentação primeiro na institucionalização da tecnologia da máquina como um ingrediente integral na evolução dos modelos econômicos capitalistas iniciantes. As máquinas enfatizaram simbolicamente na imaginação humana suas capacidades de poder e ordem o que acabou de uma certa forma, ordenando a vida do homem.

Para Merchant (1983), o pensamento mecânico foi uma revolução, a natureza agora era vista como um sistema de morte em que partículas inertes são movidas por externalidades.

A autora ainda afirma que o pensamento mecanicista legitimou a manipulação da natureza, pois é baseado em valores de poder que são totalmente compatíveis com as direções tomadas pelo capitalismo comercial.

O mundo estava sendo visto como uma máquina prática. A ordem mecânica passou a tratar a ciência como matéria em movimento em que moléculas mortas obedecem à lei da inércia e são movimentadas unicamente por contato externo com outro corpo em movimento. Esta ciência mecanicista poderia ser usada para descrever todo o universo: o corpo humano, a física circundante e o cosmo.

A máquina funcionou simbolicamente como uma imagem do poder da tecnologia para ordenar a vida humana. A emergência da visão de mundo mecânica era baseada em suposições de que a natureza é coerente com as leis físicas e a máquina como um símbolo de poder acabava dando a possibilidade de controlar e dominar a natureza. A partir desta metáfora derivou-se três variantes explicativas: a) Newtonianismo, b) Mecanicismo e c) Dedutivismo:

a) Newtonianismo

Madel (1988) afirma que a matéria constitui de fato a Natureza das ciências físicas dos séculos XVII e XVIII. Segundo a autora, a descoberta do movimento no Renascimento, ou seja, o reconhecimento dele como uma qualidade primária da matéria e que todos os seres da Natureza se move torna-se problemática para a razão ordenadora, analítica e matematizante do período clássico.

Segundo a autora, foi necessário uma concepção mecânica do tempo, ou seja, reduzi-lo a momentos sucessivos e ordenáveis, progressivamente mensuráveis por aparelhos de precisão crescente e uma operação reducionista do movimento, analisando-o por uma linguagem matematizada aplicada ao espaço e ao tempo. Madel (1988) aponta que o problema foi resolvido pelo ramo da física denominado de Mecânica, formulado por Newton, que foi um físico e matemático inglês.

O movimento passa a ser ordenado pela razão, inserido no tempo e no espaço e podendo ser descrito por uma equação matemática. A autora observa que o movimento, além de exprimível em termos matemáticos, é também qualidade da matéria e que ela é composta por átomos e esses elementos têm uma realidade física que é a massa.

b) Mecanicismo

Para Madel (1988), o mecanicismo como “modelo teórico” tem uma proposta de linguagem matemática para as disciplinas da Natureza que depois se estende às disciplinas do social e uma proposta de método empírico, analítico dedutivo para o conjunto das disciplinas científicas em que se buscam as leis da Natureza, as causas e as formas de movimento. A autora afirma que a busca de “leis de funcionamento” ratifica a racionalidade moderna e acrescenta à sua tendência ordenadora um traço específico ainda hoje atual.

A autora aponta que a síntese método racionalista e linguagem quantitativista tornou-se o modelo epistemológico de todas as disciplinas até a primeira metade do século XX. Desta forma, as ciências ditas sociais foram classificadas como “inexatas” ou “imprecisas” e caracterizadas como incapazes de produzir o “verdadeiro conhecimento científico” pelos organismos de difusão do saber como Academias e Universidades.

Segundo Madel (1988), o mecanicismo afirma e exprime um traço fundamental constitutivo da racionalidade moderna e faz parte deste traço mecanicista supor a Natureza como um conjunto de elementos inter-relacionados, discerníveis pela análise e deriváveis racionalmente a partir de hipóteses. A autora ainda aponta que o todo natural é um mecanismo dotado de leis e que essas leis são semelhantes às de qualquer máquina, podendo a razão descobrir um método adequado de exploração, ou seja, o método experimental e quantitativista com uma linguagem matemática.

c) Dedutivismo (e formalismo)

Segundo Madel (1988), o mecanicismo tem uma proposta de método empírico para o conjunto das disciplinas científicas, ou seja, baseado na experiência e na observação e analítico-dedutivo, que é baseado na análise e em proposições conforme regras definidas. A autora afirma que pelo método do raciocínio dedutivo aliado à experiência, estabelecendo ordens de sentidos aos fenômenos e às coisas, acaba-se por desvendar, pela derivação e pela inferência, o significado oculto dessas ordens de sentido.

A autora aponta que o modelo filosófico dos Principia, obra de Newton, supõe o método como instrumento de exploração da natureza, mas supõe também, no caso do mecanicismo, a linguagem matemática como expressão do método. Madel (1988) conclui que um quantitativismo crescente e uma tendência ao formalismo na linguagem impregnaram os métodos de investigação e, no método experimentalista dedutivista ficou praticamente impossível distinguir método de produção do conhecimento e formalização da linguagem.

A autora observa que nas disciplinas que empregaram precocemente o método experimental como a física e a astronomia, a linguagem matematizante predominou desde o século XVII e este fato, segundo a autora, motivou a que se designassem as ciências “naturais” de ciências “exatas” por oposição às ciências “humanas”, ou seja, as ciências que não podem operar com o método dedutivo e com linguagem matemática.

Segundo Madel (1988), as tentativas de “geometrizarem” as ciências naturais, nos séculos XVII e XVIII, têm como efeito reordenar o próprio pensamento filosófico pela linguagem da físico-matemática, sobretudo em termos algébricos e geometria cartesiana. Desta forma, restava equacionar o movimento, e, segundo a autora, analisando-o pela mesma linguagem matematizada aplicada a extensão, ao espaço e ao tempo. Análise esta, realizada pelo ramo da física denominado de Mecânica e que ia influenciar diretamente a ciência econômica, que apesar de ser uma ciência humana preocupa-se também com aspectos mensuráveis da atividade produtiva, recorrendo para isso aos conhecimentos matemáticos, estatísticos e econométricos.

2.2.1 A dominação da ordem mecânica

Na Revolução Ecológica Capitalista, a relação do homem capitalista com a natureza não-humana é caracterizada pelo sentimento de posse e dominação, ou seja, o homem não se sente mais parte da natureza e sim acima da mesma. Sendo assim, é ressaltada a dominação da natureza pelo homem através do desenvolvimento técnico-científico e da utilização dos recursos naturais com o intuito, simplesmente, de se auferir lucros.

Merchant (1989) faz uma discussão acerca da Revolução Ecológica Capitalista, que é apoiada numa ordem mecânica, que moldou o mundo da modernidade e também instituiu novos padrões de relacionamento entre homem e mulher. Desta forma, estariam criadas as condições para a Revolução Ecológica Capitalista:

a) A Revolução Ecológica Capitalista

A Revolução Ecológica Capitalista demandou uma economia de crescimento do trabalho humano, manejo da terra e da ciência que se apóia numa ordem mecânica. Segundo Merchant (1989), na Revolução Ecológica Capitalista, as fábricas localizadas em certos países importam recursos naturais de países menos desenvolvidos e exportam produtos finais. Este tipo de transação acarreta em poluição do ar, das águas e o esgotamento dos recursos naturais, criando externalidades negativas fora dos cálculos dos lucros das empresas, mas cuja relação de causalidade ação produtiva *versus* externalidade negativa é perfeitamente estabelecida.

Para Merchant (1989), a ascensão de uma consciência analítica e quantitativa, para dar conta das relações de causalidade referida anteriormente, foi o traço da Revolução Ecológica Capitalista, a qual representou a hegemonia da ordem mecânica em que ordem e poder constituem um controle acima da natureza. Estes valores são compatíveis com os rumos do capitalismo comercial em que a sociedade era fundamentada na competição e não no compartilhamento.

Neste tipo de consciência mecânica, predominante nas sociedades industriais, o homem não se sente como parte da natureza, conectada a ela e sim acima da mesma, podendo utilizar os recursos naturais da forma que lhes for mais conveniente para auferir lucros. Este tipo de pensamento foi predominante para o desenvolvimento do capitalismo comercial e utilizado como uma justificativa de poder e dominação do homem acima da natureza. Na maioria das vezes, este tipo de atitude acarreta conseqüências desastrosas para a humanidade na forma de poluição e degradação dos recursos, não se excluindo os desastres.

Um outro aspecto neste processo foi ressaltado por Faucheux e Noël (1995), segundo os quais, o advento da Revolução Industrial foi um grande marco da mudança das relações entre o homem e a natureza, em que as energias ditas “frias” (hidráulica) são substituídas pelas formas de energias “quentes” (máquinas térmicas), tendo como grande conseqüência a substituição da utilização das energias renováveis pelas energias fósseis.

b) Uma Expressão da Revolução Ecológica Capitalista, a Agricultura Produtivista

A Agricultura produtivista determina sua emergência a partir dos anos 1950, pela explosão demográfica e a ameaça da fome generalizada, dada a insegurança alimentar dos países em desenvolvimento.

Segundo Teixeira e Lages (1996), a agricultura produtivista significou de um lado, a implementação de inovações tecnológicas no sentido de melhorar o desempenho da produtividade na agricultura e de outro, a inserção crescente da agricultura ao complexo agroindustrial através da integração aos setores industriais produtores de insumos e pela vinculação ao mercado transformador da produção agrícola. No que tange as inovações tecnológicas, os exemplos mais frequentes são: desenvolvimento da mecanização e da irrigação, sementes geneticamente modificadas, utilização de defensivos agrícolas.

Já Bové e Dufour (2001), chamam atenção que a modernização da agricultura é inspirada no modelo industrial com especialização e concentração de propriedades, criação de cadeias de produção e também observam que a atividade agrícola, em termos globais,

ocupa metade do território, no entanto, é exercida por um décimo das pessoas empregadas há cinquenta anos. A especialização e a uniformização das técnicas, segundo os autores, fizeram desaparecer os sistemas de produção local associando cultivo e criação, que encontravam o equilíbrio de acordo com a adaptação ao clima e ao solo da região.

Paralelamente, a produção agrícola inseriu-se em uma “cadeia”, um modo de organização favorecedor da segmentação do trabalho. Por exemplo, na avicultura: uma propriedade rural especializa-se na produção de pintinhos de um dia, uma outra na de frangos de leite “avançados” e uma terceira em galinhas chocadeiras. Na criação bovina, encontram-se rebanhos de vacas leiteiras na região do Maciço Central e galpões de engorda de bezerros na Bretanha, na região de Champagne-Ardenne ou na Itália. Entre cada “oficina” dessa cadeia agrícola um intermediário fornece ou compra produtos. Não é exatamente o modelo taylorista de trabalho mas inspira-se muito nele. (BOVÉ; DUFOUR, 2001, p.93).

Bové e Dufour (2001) apontam que o estágio supremo de especialização do grande cultivo é a monocultura e utilizam como exemplo a lavoura do milho que é muito exigente em adubos, herbicidas, pesticidas e o seu caráter monocultor, segundo os autores, agrava as coisas em todos os domínios. Os autores também observam a especialização entre os animais, em que raças rústicas desaparecem em proveito de raças especializadas que são selecionadas geneticamente. Segundo Bové e Dufour (2001), a seleção dos animais se preocupa com dois objetivos: aumento dos rendimentos físicos e comodidade de manipulação e de criação do animal pelo criador.

Os autores citam a utilização de hormônios de crescimento, naturais ou sintéticos, na criação dos animais. Estes hormônios servem para obter um rendimento máximo dos animais e, geralmente, a utilização dos mesmos acarreta conseqüências para o consumidor, seja na saúde ou na qualidade do produto. No entanto, como observam os autores, instâncias internacionais como a Organização Mundial do Comércio (OMC) não admitem restrições ao livre comércio dos produtos agrícolas e alimentares, a não ser que haja prova científica dos perigos para a saúde humana.

A questão da autorização de hormônios para produzir carne é recorrente porque poderosos interesses financeiros fazem pressão nesse sentido: em menor parte, os interesses dos criadores, em maior parte, os dos laboratórios farmacêuticos, fornecedores da droga. E ainda, mais dissimulado mas não menos premente, o interesse do resto da cadeia

produtiva, do matadouro ao bife congelado para as cozinhas das escolas: o crescimento das margens de lucro dos industriais envolvidos passa pela padronização das peças de boi, para automatizar os cortes e a transformação. Os hormônios e anabolizantes favorecem essa padronização. (BOVÉ; DUFOUR, 2001, p.116).

Quanto aos transgênicos, segundo Bové e Dufour (2001), há uma intervenção sobre o genoma na planta e o princípio é o de fixar no cromossomo da mesma, por meio de manipulação direta, um gene estranho à planta, mas que tenha a propriedade que se deseja. No final, essas sementes são patenteadas e ocorre a possibilidade das empresas fabricantes das sementes processarem na justiça qualquer agricultor que semeie novamente transgênicos com grãos separados de sua colheita precedente. Desta forma, segundo os autores, são plantas cuja “programação” natural da espécie foi trocada.

Bové e Dufour (2001, p.121) observam que: “As empresas agroquímicas fizeram que os transgênicos fossem classificados como produtos fitossanitários, com o fim de impedir que sua imagem apareça como insuportável ao consumidor e de evitar mais um entrave administrativo à sua inserção no mercado”. Em resumo, os autores consideram que as causas ligadas ao modelo de modernização da agricultura são: padronização da produção em massa, divisão e a segmentação do trabalho. Este tipo de agricultura acarreta dois tipos de impactos ambientais: os locais e reversíveis (vinculados à poluição e degradação ambiental) e os irreversíveis e planetários (associados ao aquecimento global). Mas vale ressaltar que, do ponto de vista analítico este giro da agricultura tem grandes implicações em função da natureza das externalidades geradas.

A agricultura produtivista acarreta graves conseqüências para o meio ambiente e para o homem como os impactos ambientais locais e reversíveis. Este tipo de impacto está associado à poluição e a degradação ambiental. A agricultura produtivista, em razão da criação confinada, acarreta impactos ambientais consideráveis como: envenenamento dos lençóis freáticos, poluição atmosférica, marés verdes, erosão de terras. Bové e Dufour (2001) observam que o conjunto das produções animais lança no solo mais nitrogênio do que os cultivos podem absorver, pois cada vez mais o pasto é substituído pelo milho ensilado e com o confinamento dos rebanhos é necessário comprar cada vez mais soja para

que os animais tenham uma alimentação balanceada, despejando muito mais estrume com nitrogênio no solo.

Já os fertilizantes de laboratório, funcionam como um esteróide para a planta e possuem três nutrientes: nitrogênio, potássio e fósforo e juntamente com os pesticidas e herbicidas ajudou a aumentar a produtividade nas lavouras. No entanto, os restos de fertilizantes podem escapar para rios e lagos próximos das plantações e virar comida para os peixes e para a vegetação aquática. Desta forma, as algas se multiplicam e quando morrem sua decomposição consome o oxigênio da água deixando os peixes sufocados. Os fertilizantes também aumentam a produção de óxido nitroso, que é um gás emitido pelo solo, e é uma das emissões relacionadas ao efeito estufa.

Os impactos ambientais locais e reversíveis podem ser classificados como externalidades negativas, ou seja, uma determinada empresa ao produzir provoca um dano para a sociedade, se constituindo assim, numa falha de mercado. Na presença de externalidades, o governo intervém através de taxas, tributação extrafiscal e subsídios (caso das externalidades positivas) a fim de assegurar o nível ótimo de equilíbrio que não é conseguido na presença das externalidades tanto positivas quanto negativas. Segundo Oliveira (1999), a tributação extrafiscal é orientada para outros fins que não a captação de dinheiro para o Erário e, através da extrafiscalidade, o governo pode influir no comportamento dos entes econômicos para incentivar iniciativas positivas e desestimular as nocivas ao Bem Comum.

2.3 A MODELAGEM E O TRATAMENTO DOS IMPACTOS REVERSÍVEIS NA POLÍTICA AMBIENTAL

Alcoforado (2003) faz uma análise dos fundamentos pré-econômicos e econômicos que são instrumentalizados nas políticas ambientais. O autor classifica as políticas de Comando e Controle como pré-econômicas. Comando e Controle, segundo o autor, é um enfoque que não tem nenhum embasamento econômico. É uma política apoiada nos cientistas naturais e

basicamente consiste em a autoridade competente punir o poluidor com multa ou proibição judicial caso ele não cumpra o que foi predeterminado, ou seja, é uma decisão centralizada.

Já as políticas econômicas, segundo Alcoforado (2003), são as vinculadas ao paradigma da Economia do Bem-Estar, da Produtividade dos Insumos e da Nova Economia Institucional, as quais passamos a tratar: a) Economia do Bem-Estar, b) Produtividade dos Insumos e c) Nova Economia Institucional.

Alcoforado (2003) aponta que a política da Economia do Bem-Estar também se encontra dentro da situação padrão em que uma determinada empresa ao produzir provoca um dano para a sociedade e assim como a política de comando e controle opera com o princípio do poluidor pagador. No entanto, possui grande influência dos economistas vinculados à Economia do Bem Estar.

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), as externalidades são os efeitos das atividades de produção e consumo que não se refletem diretamente no mercado e constituem importantes causas de falhas de mercado dando origem assim a sérias questões de políticas públicas. Os autores ainda observam que quando as externalidades se encontram presentes o preço de um bem não reflete necessariamente seu valor social e conseqüentemente as empresas poderão produzir quantidades excessivas ou insuficientes tornando o resultado do mercado ineficiente. Sendo assim, as externalidades não estão refletidas nos preços de mercado.

Para os autores, as externalidades negativas ocorrem quando a ação de uma das partes impõe custos à outra e as externalidades positivas surgem quando a ação de uma das partes beneficia a outra. Como foi dito na seção anterior, os impactos ambientais locais e reversíveis conseqüentes da agricultura produtivista, constituem em externalidades negativas para toda a sociedade. Desta forma, quando restos de fertilizantes escapam para rios e lagos próximos das plantações diminui a quantidade de peixes e a empresa responsável pela produção agrícola não tem nenhum incentivo para responder pelos custos externos que ela está impondo à sociedade.

Pindyck e Rubinfeld (2002, p. 633) fazem uma demonstração hipotética da situação em que todas as empresas de uma determinada área estão poluindo o ambiente da mesma maneira:

A curva CMg representa a curva de oferta do setor. A curva de custo marginal externo associada ao nível de produção do setor, CME , é obtida pela soma do custo marginal de cada pessoa prejudicada em cada nível de produção. A curva custo social marginal CMS representa a soma do custo marginal de produção e do custo externo marginal ($CMS=CMg+CME$).

O nível eficiente de produção do setor é aquele para o qual o benefício marginal obtido mediante a produção de uma unidade adicional de produto é igual ao custo marginal social. Pelo fato de a curva da demanda medir o benefício marginal dos consumidores, o nível de produção eficiente se encontra em Q^o , situado na intersecção entre a curva de custo social marginal CMS e a curva de demanda D . Entretanto, o nível competitivo do setor encontra-se situado em Q^1 , no ponto de intersecção entre a curva da demanda D e a curva da oferta CMg . O nível de produção do setor é muito alto.

A ineficiência econômica é o excesso de produção que faz com que uma quantidade demasiadamente grande de efluentes seja despejado no rio. A origem da ineficiência está no preço incorreto do produto. O preço de mercado P^1 é muito baixo, pois se trata de um valor que reflete apenas o custo marginal privado da produção das empresas e não o custo marginal social. Apenas com o preço mais elevado P^o as empresas produtoras obterão um nível de produção eficiente.

Para quaisquer níveis de produção maiores do que Q^o , o custo social é obtido por meio da diferença entre o custo social marginal e o benefício marginal (que é representado pela curva de demanda). Como resultado, o custo social agregado é mostrado como o triângulo sombreado entre CMS , D e a produção Q^1 :

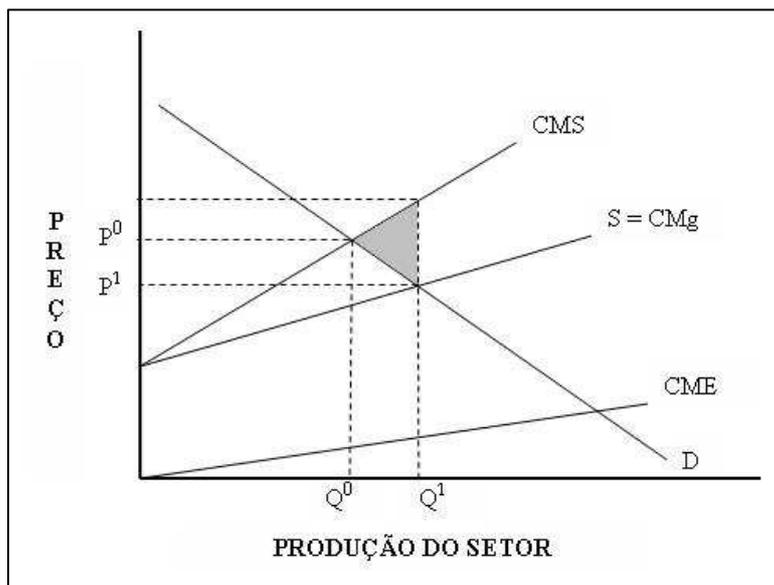


Figura 1 Custo Externo.
Fonte: Pindyck e Rubinfeld (2002).

Pindyck e Rubinfeld (2002) apontam que as formas de se corrigir as falhas de mercado são através do padrão de emissões de poluentes e da taxa para emissão de poluentes. Segundo os autores, um padrão de emissões de poluentes é o limite legal que uma empresa poluidora está autorizada a emitir e caso ultrapasse o índice estabelecido ela pode sofrer multas.

O padrão assegura que a empresa deve produzir eficientemente. Para fazê-lo, ela deve instalar equipamentos de redução de poluição. A despesa maior, em decorrência da redução da emissão de poluentes, fará com que a curva de custo médio da empresa se torne mais elevada (sendo o valor dessa elevação igual ao custo médio da redução de emissão de poluentes). As empresas considerarão lucrativa sua entrada no setor apenas se o preço do produto for maior do que a soma do custo médio de produção com o custo de redução da poluição, que é a condição de eficiência para o setor. (PINDYCK; RUBINFELD, 2002, p. 636).

Já a taxa de emissão de poluentes, segundo os autores, é arrecadada sobre cada unidade de poluente emitido por uma empresa. No entanto, quando o custo marginal da redução da emissão é maior do que a taxa a empresa prefere pagá-la a reduzir ainda mais as suas emissões, só sendo justificável para a empresa reduzir as emissões quando o custo marginal da redução da poluição for menor do que a taxa para emissão. Desta forma, a empresa continuará a provocar externalidades negativas para a sociedade.

Para os autores, com informações incompletas, os padrões oferecem maior grau de certeza a respeito dos níveis de emissão de poluentes, no entanto, apresenta um maior grau de incerteza em relação aos custos de redução. Já as taxas, oferecem certeza quanto aos custos da redução e deixam incerteza em relação aos níveis de redução de emissão de poluentes que serão obtidos. Sendo assim, em geral, segundo os autores, as taxas são preferíveis aos padrões de emissões, pois enquanto os padrões precisam ser fixados de modo igual para todas as empresas, as taxas alcançam a mesma redução de emissões com custos mais baixos. Uma vantagem das taxas, citada pelos autores, é que elas estimulam as empresas a instalar novos equipamentos que permitam reduzir ainda mais seus níveis de poluição.

Segundo Mankiw (2001), se as taxas corresponderem ao custo social da poluição a nova curva de oferta (CMg) coincidiria com a curva de custo social (CMS) e no novo equilíbrio de mercado os produtores estariam produzindo a quantidade socialmente ótima em que o benefício marginal (curva de demanda) é igual ao custo marginal social (CMS).

Segundo Corrêa (1998), instrumentos econômicos são os conjuntos de instrumentos de intervenção no mercado por intermédio de incentivos financeiros para favorecer ou discriminar produtos ou processos produtivos, com vistas à redução de poluição e da demanda sobre recursos naturais. São basicamente desenhados para restaurar a inter-relação entre escassez de recurso e o preço do recurso.

a) Economia do Bem-Estar

Na presença de externalidades, o governo intervém através de taxas, tributos e subsídios (caso das externalidades positivas) a fim de assegurar o nível ótimo de equilíbrio que não é conseguido com as externalidades tanto positivas quanto negativas. A Economia do Bem-Estar é baseada no equilíbrio Pigouviano, ou seja, o gerador da externalidade negativa tem de compensar o dano provocado pela poluição igualando os custos privados aos custos sociais.

No entanto, uma empresa que é sujeita ao imposto pode comparar os seus custos com a tributação com os seus outros custos, como o de adquirir equipamento para controle da contaminação, o de diminuir sua produção ou alguma outra necessidade para reduzir a poluição. Se para a empresa for vantajoso continuar poluindo, compensando pagar o imposto do que ter que adotar medidas mais custosas, a empresa vai continuar provocando externalidades negativas para toda a sociedade.

Corrêa (1998, p. 22-24) cita como exemplo algumas taxas, impostos e subsídios internos usados com objetivos ambientais que podem ser perfeitamente vinculados a Economia do Bem-Estar:

De um lado, estão aqueles que visam a internalização das externalidades negativas:

Impostos sobre emissões: aplicados sobre unidade de poluente liberado no ar, solo, cursos de água e na geração de ruído. Podem ser cobrados no estágio de consumo ou pagos pelos produtores. São utilizados em todos os países da OCDE, em particular para controle da poluição sobre cursos de água, tratamento de lixo e poluição sonora. Como até o momento não se aplicam a métodos de produção, aparentemente não acarretam impacto comercial;

Impostos sobre depleção de recursos naturais: taxa aplicada por unidade de colheita ou extração;

Impostos sobre produtos: aplicados a mercadorias que são, em si, poluentes ou que de alguma maneira causem poluição pela presença de certas substâncias em sua composição que acarretem problemas na disposição final, como químicos tóxicos, fosfatos e metais pesados. Aplicam-se também a métodos e processos de produção para estimular mudanças. Os impostos podem ser cobrados no estágio de produção, consumo ou disposição final. Seu impacto comercial pode ser ampliado se houver alternativa de menor custo para os produtores domésticos (como os sistemas de manuseio para reciclagem de embalagens), ou se o imposto for elevado em relação ao valor do produto (impostos sobre embalagem proveniente de exportadores mais distantes);

Taxas administrativas: são tipicamente relacionadas a instrumentos regulatórios para cobrir custos de serviços públicos, sob as formas de taxas de licença, registro, certificação e controle, cobráveis na etapa de produção, importação, distribuição ou consumo. Seu impacto comercial pode aumentar se as taxas forem elevadas em relação ao valor do produto ou se o mercado estiver segmentado entre produtos diferenciados que exijam, cada um, esquemas distintos de teste e registro.

E do outro, as que buscam a internalização das externalidades positivas:

Subsídios para produtos específicos: com objetivos ambientais podem assumir as formas de subvenção, empréstimos facilitados ou abatimento de impostos para a compra de produtos menos poluentes. São comumente concedidos a produtores para ajudar no processo de adaptação de padrões ambientais mais elevados, mas podem ser aplicáveis a consumidores finais. Seu impacto comercial depende substancialmente da forma de sua administração, mas é ampliado se os subsídios à produção forem concedidos para elevar a competitividade das exportações ou dos produtores domésticos no mercado nacional em relação aos estrangeiros ou se deslocarem compras de produtos importados similares.

Segundo Corrêa (1998), em economias de mercado, em geral, os instrumentos econômicos apresentam efeitos comerciais mais uniformes e com menos distorções em comparação as medidas restritivas, pois afetam os preços diretamente.

Mas, a despeito dos avanços da Economia do Bem-Estar emerge no seu interior, através do próprio Pindyck (2007) o reconhecimento que a maioria das decisões de políticas pública são feitas na face da incerteza. As três complicações da política ambiental, segundo o autor são decorrentes de três fatores: (1) as funções de benefício custo ambiental tendem a ser altamente não-lineares; (2) as políticas envolvem irreversibilidades, as quais se manifestam através das incertezas e (3) os problemas ambientais envolvem horizontes temporais de longo prazo. Estes problemas, ainda segundo o autor, tornam-se especialmente complicados quando existem os “*tipping points*”, isto é, quando a partir de determinado nível do dano ambiental as conseqüências tornam-se próximo da catástrofe.

b) Produtividade dos Insumos

O Paradigma da Produtividade dos insumos, segundo o autor, é uma versão ampliada das políticas de Comando e Controle. No entanto, são estabelecidos os padrões ambientais e a forma de alcançá-los é de livre escolha. Nesse quadro, as grandes empresas utilizam as regulamentações ambientais como uma oportunidade de explorar novas estratégias e inovações tecnológicas, aumentando assim a produtividade dos insumos.

c) Nova Economia Institucional

Anteriormente a Coase, o ponto de vista dos economistas, era que se o dono de uma fábrica causasse alguma externalidade negativa à sociedade deveria ser responsabilizado pelo prejuízo e, portanto, a população deveria ser compensada a partir do Princípio do Poluidor Pagador, de forma direta ou indireta. No primeiro caso, através de uma indenização e no segundo caso por meio da cobrança de um tributo ao dono da fábrica, proporcional em termos monetários ao dano provocado pela poluição produzida.

Segundo o teorema de Coase, a Economia do Bem Estar é frágil, pois a presença de externalidades não determina uma alocação imperfeita dos recursos desde que os custos de transação sejam nulos e os direitos de propriedade definidos e respeitados, caso da concorrência perfeita tal como sugere a Economia do Bem Estar. Sendo assim, não se justifica a interferência do Estado porque não se tem nenhum problema alocativo e a economia se encontra em equilíbrio.

Na abordagem tradicional, se A prejudica B, o que se questiona é: como devemos reprimir A? Para Coase (1960) devemos considerar duas situações. Na primeira, temos a situação que é modelada pelo dito Teorema de Coase (custos de transação zero), enquanto que no segundo, na presença de custos de transação positivo. Segundo Coase (1960), a abordagem tradicional trabalha com o suposto dos custos de transação zero e não percebe a correta natureza da escolha, ou seja, não entende que *o problema é de natureza recíproca*.

Sendo assim, a questão correta é: devemos permitir que A prejudique B ou devemos permitir que B prejudique A? A escolha a partir do critério de maximização – Princípio Marshalliano- por aquela alternativa que maximize a riqueza. Desta maneira, Coase (1960) propõe a abordagem do custo de oportunidade, comparando as receitas obtidas a partir de uma dada combinação dos fatores de produção em duas situações institucionais distintas: a) custos de transação zero e b) custos de transação positivo.

No segundo caso (custos de transação positivo), ao invés da regulamentação governamental procurar eliminar completamente a externalidade negativa, dever-se-ia aceitar que o mercado assegure uma quantidade ótima de poluição, correspondente ao valor máximo da produção global, a qual poderá ser obtida sem qualquer intervenção governamental.

De forma que para Coase (1960), as externalidades só são um problema quando os custos para definir, fazer cumprir e transacionar os direitos sobre a propriedade privada são muito altos, travando o mercado e deslocando a decisão para o judiciário. Desta forma, a definição dos direitos de propriedade funciona como uma maneira de forçar a internalizar os seus efeitos sobre os outros que não participam da troca, tendo sempre em mente a maximização da riqueza social, dado que, nesta situação, os direitos de propriedade que são concedidos a uma das partes não poderão ser transacionados. Desta forma, a visão do autor destrói a idéia de que as externalidades pedem automaticamente a presença do governo: cada caso é um caso, sentencia ele.

A justificativa para a instrumentalização dos *insights* de Coase é expressa de forma emblemática com os direitos de emissões, os quais são, em última instância, mecanismos de mobilização de competências que permite implantar uma política minimizando os custos e maximizando os benefícios. Por exemplo, se a empresa A polui 100 e a empresa B polui 100, o total de emissão será 200. Em uma redução linear, do tipo Comando e Controle, a meta será reduzir a emissão em 50%, por exemplo. A empresa A gastará 200 para atingir o objetivo e a empresa B gastará 100 e o custo total será 300. Já em uma redução não linear, com os direitos de propriedade estabelecidos, e meta de redução de emissões em 50%, se a empresa B reduzir as suas emissões em 100% terá um custo de 200 e poderá vender os 50%

adicionais para a empresa A, como um direito de poluição. Desta forma, o agente mais eficiente foi mobilizado e a economia como um todo sairá ganhando, pois o custo global de redução das emissões será 200 e não 300.

Segundo Baumol e Oates (1995), em 1960, J. H. Dales, um cientista político da Universidade de Toronto, publicou um pequeno volume cuja proposta era uma alternativa aos instrumentos econômicos utilizados pela economia do Bem-Estar, era um sistema de direitos de propriedade, conhecidos como permissões de mercado, para a administração de um meio ambiente de qualidade. Basicamente, Dales apud. Baumol e Oates (1995), propuseram os direitos de propriedade bem definidos e a oferta destes direitos para a venda para o maior licitante.

Os autores apontam que a maior vantagem das permissões de mercado em relação aos instrumentos da Economia do Bem-Estar é o compromisso para reduzir os custos envolvidos no requerimento dos níveis ambientais de qualidade. Para Baumol e Oates (1995), uma grande quantidade de taxas na economia têm efeitos indesejados como a distorção das escolhas econômicas em muitos caminhos.

Um sistema de licença de emissões de mercado, segundo os autores, requer uma distribuição inicial das licenças. Licença de mercado, como observam os autores, é um sistema de licença ambiental que atribui, não a origem das emissões, mas os efeitos destas emissões em níveis de poluição em um ponto particular. Para Baumol e Oates (1995), a firma individualmente emite gastos que se assemelham a um “*portfolio*” de licenças cujos pontos receptores são afetados por estas emissões.

Para os autores, alternativamente, uma agência ambiental pode introduzir um sistema de licenças de emissões e neste modelo a agência deve dividir a região através de zonas, e dentro de cada zona a origem do comércio de emissões da base de cada firma. Segundo os autores, este sistema tem uma atração óbvia em termos de simplificar transações entre as origens das emissões.

Uma terceira alternativa é apontada pelos autores, um tipo de sistema híbrido: o sistema de poluição-compensação. Mais especificamente, segundo os autores, as transferências de permissões através do esquema poluição-compensação são objetos de restrição cuja transferência deu resultado na violação do padrão de qualidade ambiental de algum ponto receptor.

Baumol e Oates (1995) observam que a escolha entre um sistema que utilize os instrumentos da Economia do Bem-Estar e um que utilize as licenças de emissões de mercado depende de circunstâncias pertinentes: a natureza da poluição, se é de um agrupamento geográfico e as várias considerações políticas e administrativas. Segundo os autores, cada instrumento político tem o seu lugar. Onde é importante distinguir entre origens individual e de um agrupamento, os autores são inclinados a acreditar que o sistema de licenças é o *approach* mais promissor.

Segundo Sterner (2003), as licenças de comércio ajudam a remover as externalidades da ausência de direitos de propriedade dos bens públicos, que é a qualidade do meio ambiente. Essencialmente, segundo o autor, estes mecanismos criam direitos de propriedade para novos recursos ou quotas na capacidade assimilativa ou no aluguel sustentável da produção do ecossistema.

Mais e mais aspectos do ecossistema estão se tornando escassos, e, em resposta, segundo o autor, a sociedade aumenta novos direitos de propriedade. Sterner (2003) observa que estes direitos de propriedade internaliza externalidades e cria incentivos para a proteção do meio ambiente e é o meio que estes recursos tem uma boa chance de serem colocados para o seu uso mais eficiente. Segundo o autor, quanto mais e mais recursos se tornam escassos, os direitos da propriedade comunitária são substituídos por direitos de propriedade privada.

2.3.1 Os novos approaches

Brujin e Bohm (2005) observam que a regulação direta está sendo criticada por sua incapacidade de atender para as mudanças de sustentabilidade. Os Estados Unidos e muitos países europeus, como observam os autores, estão desenvolvendo novos *approaches* baseados em incentivos econômicos e também em acordos voluntários e colaborativos. Segundo os autores, este grupo de programas representa o engajamento da indústria através do diálogo e ação voluntária, preferivelmente, do que através da regulação direta imperativa ou dos incentivos de mercado.

Preferivelmente, segundo Brujin e Bohm (2005), as políticas econômicas focam mais em como usar a criatividade de todos os atores do sistema de produção e de consumo mais do que o nível que são estimuladas pelas estratégias de Comando e Controle. A transformação industrial, segundo os autores, é relativa a inovação do sistema, tanto tecnológica quanto institucional, e vai além do domínio individual das firmas. Os programas de acordos voluntários, colaborativos e baseados na informação, para os autores, podem ser vistos como tentativas de trazer à tona a transformação industrial.

O padrão de avaliação de Brujin e Bohm (2005) é se essas políticas de inovação podem ser efetivas na (1) estimulação além da tendência de procedimento, (2) o desenvolvimento e difusão de tecnologias superiores no meio circundante, (3) prover oportunidades e incentivos para o setor privado como guia na proteção do meio ambiente e (4) induzir transformações da produção ao sistema consumidor.

Segundo os autores, os instrumentos são raramente empregados isoladamente. Preferivelmente, para os autores, é a combinação de diferentes instrumentos em programas voluntários, colaborativos e baseados na informação que são importantes para a efetivação das políticas. Brujin e Bohm (2005) definem estes programas mais pelo que eles não são: nem regulação direta e nem instrumentos econômicos. Mas esta distinção é mais do que uma simples negação, como observam os autores, estes programas são todos concebidos como uma alternativa ou uma adição significativa à existência do sistema de Comando e

Controle, o qual, segundo os autores, foi considerado inadequado e como uma alternativa às taxas de meio ambiente, as quais, segundo Brujin e Bohm (2005), freqüentemente tem um limite suportável para a indústria e para o público.

O termo voluntário, segundo Brujin e Bohm (2005), está sendo usado em dois caminhos distintos para descrever o conjunto de *approaches* da inovação. Os autores observam que o mais comum e mais direto uso do termo voluntário é para descrever programas que pedem as firmas para que voluntariamente melhorem sua performance no meio ambiente em troca de benefícios do mesmo modo como reconhecimento, custos economizados. Segundo os autores, nestes programas não têm sanções contra firmas que não dêem um “passo avançado”.

Brujin e Bohm (2005) também observam que termo voluntário é usado em um segundo contexto para descrever programas que provém um grupo de firmas dentro de um setor industrial a oportunidade de desenvolver um entendimento voluntário para o alcance de objetivos ambientais, se caracterizando como uma colaboração. Desta forma, estes tipos de programas podem ser caracterizados como instrumentos pós-econômicos em que prevalecem os acordos voluntários em vez da regulação direta. Segundo Corrêa (1998), os acordos voluntários são estabelecidos entre o governo e setores empresariais e evitam procedimentos legais prolongados, podendo ser muito efetivos.

A existência de todos estes instrumentos incentivou o desenvolvimento de uma literatura acerca da escolha do instrumento mais adequado numa situação específica. Aqui, chama-se atenção que tal decisão só faz sentido enquanto se admite que a relação entre atividade produtiva e seu efeito sobre o meio ambiente se manifesta na dimensão ergódica da natureza; mas, quando estes efeitos se manifestam na dimensão não ergódica, devemos recorrer a outros instrumentos analíticos e de condicionamento das ações através da ética. É disto que passamos a tratar. Inicialmente no capítulo quatro tratamos das aporias das políticas ambientais no meio ambiente não ergódico e, depois da ética da responsabilidade com o fundamento da ordem normativa ambiental no mundo não ergódico.

3 MEIO AMBIENTE NÃO ERGÓDICO E AS APORIAS DA POLÍTICA AMBIENTAL

Segundo North (1999), em um ambiente ergódico a estabilidade é subjacente a sua estrutura, ou seja, é um ambiente predeterminado e imutável. No entanto, o autor afirma que o mundo em que vivemos é não ergódico, dinâmico e em constante transformação, não somente em termos de mudanças físicas, mas também na estrutura social e na conduta da ação humana. O autor aponta que todas as teorias que temos em economia operam com a dimensão ergódica.

Neste trabalho, consideramos que uma transição da abordagem ergódica à não ergódica é a desenvolvida em torno do fenômeno da termodinâmica e da entropia. Nesta direção, seguimos Georgescu Roegen (1971) e a leitura de Faucheux e Noël (1995) quando apontam que as relações entre natureza e economia encontraram um novo tipo de interpretação com o desenvolvimento e aplicação do paradigma termodinâmico, em que a transformação contínua e não determinística está presente. Ou seja, a termodinâmica, com a noção da entropia causa um renovamento conceitual possível de aplicação fora da física, em particular sempre que existe uma dimensão física ou energética no seio das questões econômicas, de maneira que, através da desordem termodinâmica se vislumbra a dimensão não ergódica. Donde passamos a tratar da lei termodinâmica e da entropia e de como elas avançam, em determinadas circunstâncias na direção do “limiar”.

Ainda neste mesmo âmbito, os impactos planetários das ações humanas potencializadas pelas novas tecnologias tanto na esfera da poluição como da degradação passam a ser irreversíveis. De forma que, devido a exploração da natureza pelo homem potencializado pela técnica e consolidado pela Revolução Ecológica Capitalista, Merchant (1989) aponta a necessidade de uma Revolução Ecológica Global durante o século XXI. Segundo a autora, o pensamento ecológico oferece a possibilidade de um novo relacionamento entre o homem e a natureza, que poderia conduzir para a sustentabilidade da biosfera no futuro.

Nesta direção vale ressaltar que as externalidades negativas dos impactos ambientais locais e reversíveis podem ser contornadas através dos paradigmas econômicos, a qual em última instância se apóia na “ética da convicção”, que na sua versão mais economicista, associa-se a uma “ética da eficiência”, isto é, o sistema produtivo bom é o mais eficiente, do ponto de vista do capital. Esta abordagem não dá conta dos impactos ambientais imprevisíveis planetários e irreversíveis, os quais requer que respondamos não apenas por nossas intenções, mas também pelas conseqüências de nossos atos, tanto os intencionais quanto os não intencionais, ou seja, torna-se necessário uma “ética da responsabilidade” para as sociedades tecnologicamente avançadas.

O avanço da entropia compromete, a partir de um determinado limiar a sustentabilidade do sistema, a exemplo do que se anuncia com o aquecimento global que é uma das conseqüências da ação humana sobre o meio ambiente. O aquecimento global é a elevação da temperatura média global provocada pela intensificação do efeito estufa e está ligado a fenômenos como o degelo nas regiões polares e o agravamento da desertificação. Um aumento de 1°C na temperatura média da Terra é suficiente para alterar o clima de várias regiões, afetando profundamente a biodiversidade, avançando perigosamente para o “limiar” a partir do qual os tradicionais instrumentos econômicos deixam de ser válidos.

3.1 DESORDEM TERMODINÂMICA

Segundo Georgescu Roegen (1971), do ponto de vista termodinâmico, matéria e energia entram no processo econômico no estado de baixa entropia e saem no estado de alta entropia. Do ponto de vista físico, o autor aponta que o processo econômico extrai do meio ambiente energia e matéria-prima de baixa entropia e converte-a, após a utilização, em matéria e energia de alta entropia.

Para o autor, muitos economistas aludiram para o fato de que o homem não pode criar nem destruir matéria e energia, uma verdade presente na primeira lei da termodinâmica conhecida como o princípio da conservação de matéria e energia. Já na segunda lei da

termodinâmica, segundo o autor, o aquecimento de energia leva a outros tipos de energia e num ambiente fechado a entropia do sistema continua crescendo.

Desta forma, segundo Georgescu Roegen (1971), a lei da entropia do processo termodinâmico é inteiramente singular as leis da natureza, pois é a única lei do domínio físico que reconhece que o universo energético está submetido a uma mudança qualitativa e irreversível.

É importante termos em conta que a termodinâmica surgiu como uma consequência da Revolução Industrial e Faucheux e Noël (1995) observam que a mesma foi responsável por uma profunda perturbação das relações entre o homem e a natureza com a passagem das energias “frias” (hidráulica) às energias “quentes” (máquinas térmicas). Para os autores, a principal consequência é a passagem à utilização da energia fóssil, em lugar das energias renováveis como a água e o vento, por exemplo. Caracterizando-se, assim, numa relação de exploração da natureza que resulta numa crescente entropia que começa a atravessar o limiar, além do qual se ameaça a própria sustentabilidade do planeta, em decorrência das atividades econômicas geradoras de entropia, preocupação que se encontra na base do protocolo de Kyoto.

3.1.1 O primeiro princípio da termodinâmica e a reversibilidade

Em função do exposto acima, passamos a tratar das implicações dos processos aludidos na economia, e como a influência das leis da termodinâmica é o objeto de estudo da escola da termodinâmica na economia, é dela que passamos a tratar.

Segundo Faucheux e Noël (1995), a abordagem desta escola é baseada unicamente no primeiro princípio da termodinâmica, lei da conservação da energia, em que a matéria (massa ou energia) não é nem criada e nem destruída por qualquer processo físico. Logo, segundo os autores, a economia não pode jamais criar nem destruir matéria ou energia, pode apenas rearranjá-la, e isto pode ser induzido através dos instrumentos econômicos tradicionais.

Os autores concluem que o primeiro princípio da termodinâmica estabelece uma igualdade computável de tudo aquilo que entra num processo produtivo e tomam como exemplo que o consumo anual de carvão deve ser igual ao montante das emissões de gás e de sólidos provenientes da sua combustão. Pode-se fazer uma relação com este princípio da termodinâmica, na agricultura produtivista, com o aumento da produção de óxido nitroso, mais conhecido como o gás do riso. Como já foi mostrado na seção 2.2.1 no item Impactos Ambientais Reversíveis, os defensivos agrícolas aumentam a produção do óxido nitroso, que é um gás emitido pelo solo. Desta forma, há uma igualdade no processo produtivo, pois o consumo de defensivos agrícolas deve ser igual ao da combustão dos seus gases havendo conservação de energia.

Para as conseqüências do primeiro princípio da termodinâmica e sua reversibilidade, na agricultura produtivista, também classificados como externalidades negativas, podem ser aplicados, como nos referimos acima, os instrumentos econômicos tradicionais. Estes instrumentos são aqueles vinculados ao paradigma da Produtividade dos Insumos, da Economia do Bem-Estar e da Nova Economia Institucional, que já foram citados na seção 2.3 A Modelagem e o Tratamento dos Impactos Reversíveis na Política Ambiental.

3.1.2 O segundo princípio da termodinâmica e a irreversibilidade

A segunda lei da entropia estabelece que em um sistema fechado toda a energia livre se dissipa, transformando-se em energia latente atingindo assim, segundo Faucheux e Noël (1995), a entropia máxima do sistema que representa a situação na qual qualquer evolução, e particularmente qualquer trabalho são impossíveis. Desta forma, segundo os autores, a entropia surge como um indicador da quantidade de energia inutilizável contida num dado sistema termodinâmico, num dado momento da sua evolução e manifesta um caráter irreversível do processo termodinâmico e sinaliza, a partir de um determinado limiar, a ameaça e a sustentabilidade do sistema.

Para Faucheux e Noël (1995), a natureza entrópica da atividade econômica explica porque não é possível uma reciclagem a cem por cento, e a energia utilizada para qualquer

operação de reciclagem não é ela própria reciclada, ou seja, ela apenas pode ser economizada. Os autores observam que fenômenos como a poluição surge como consequência do aumento da entropia proveniente de um consumo crescente de energia fóssil.

Segundo Faucheux e Noël (1995), pode-se distinguir quatro interpretações de correntes atuais da economia dos recursos naturais e do meio ambiente influenciado pelo paradigma termodinâmico, as quais propomos que sejam integradas a diversos modelos de política ambiental, mas antes passamos a tratar das interpretações aludidas. São elas: uma minimalista, uma maximalista e duas classificadas como intermediárias.

A interpretação minimal, segundo os autores, foi apenas influenciada pelos ensinamentos do primeiro princípio da termodinâmica (conservação da energia) e foram desenvolvidos modelos de otimização dinâmica combinando recursos e poluição e integrando, na base do saldo matéria, a reciclagem. Os autores concluem que a reciclagem dos desperdícios oferece, através de substituição e do progresso técnico, um modo de se libertar da barreira da raridade dos recursos. Esta interpretação tem uma base estritamente física, sem fundamentação econômica, tal como acontece com as políticas de Comando e Controle.

A interpretação maximalista, para Faucheux e Noël (1995), vai constituir o ponto de ruptura com a análise econômica dominante, já que a energia fóssil não é reciclável e considerada como fator raro último. Desta forma, a energia fóssil é um recurso escasso, o objeto de estudo será a alocação desse recurso escasso e o homem econômico vai fazer uma escolha racional, maximizando a sua satisfação. Esta interpretação tem uma base econômica tal como acontece com a) as políticas da Economia do Bem-Estar, que na presença de externalidades, o governo intervém através de taxas, tributos e subsídios a fim de assegurar o nível ótimo de equilíbrio que não é conseguido com a presença de externalidades e b) as políticas de construção de mercado, não considerada pelos autores aludidos. Os dois autores afirmam que entre o otimismo e o pessimismo igualmente exacerbados das abordagens precedentes, duas análises intermediárias devem ser distinguidas e elas se propõem a tratar a economia dos recursos naturais e do meio

ambiente tendo em conta a barreira ambiental absoluta que pesa sobre o sistema econômico em virtude da lei da entropia.

É observado por Faucheux e Noël (1995), que a primeira análise é ilustrada pela Escola de Londres, e esta corrente explica que partindo da segunda lei da termodinâmica, uma parte dos desperdícios não é reciclada e é lançada no sistema natural. Segundo os autores, a capacidade de assimilação do meio ambiente é limitada, se constituindo na primeira barreira. Por outro lado, os autores observam que os recursos de energia fósseis e minerais que estão submetidos à lei da entropia não podem ser reciclados, implicando um esforço de substituíbilidade o que mostra uma segunda barreira, e, por fim, as capacidades de renovação não devem ser entravadas, o que implica uma terceira barreira.

Os autores da Escola de Londres, segundo Faucheux e Noël (1995), perante a dificuldade de encontrar unidades de medida homogêneas a fim de avaliar fisicamente cada uma das três barreiras ambientais absolutas que propuseram, sugerem uma avaliação destas últimas através dos métodos tradicionais de revelação das preferências, ou seja, baseado na proposição de pagamento dos indivíduos, o que se insere nas políticas de Bem-Estar. Os autores observam que a racionalidade adotada por esta escola permanece resolutamente otimizante, ou seja, com o intuito de otimizar as funções-objetivo tradicionais, porém levando em conta as novas barreiras impostas pelas leis da termodinâmica.

Já a segunda análise intermediária, segundo os autores, consiste em preconizar um estado estacionário. Daly apud. Faucheux e Noël (1995) define a economia do estado estacionário como uma economia com *stocks* constantes de população e de artefatos, mantida a um certo nível desejado e suficiente pelas baixas taxas de produção intermediária, quer dizer, pelos mais pequenos fluxos possíveis de matéria e de energia após o primeiro estágio da produção (extração do meio ambiente de matérias primas de baixa entropia) até o último estágio do consumo (poluição do meio ambiente pelos desperdícios de alta entropia).

Daly apud. Faucheux e Noël (1995) propõe as seguintes modalidades para se atingir o estado estacionário: uma paragem da utilização de fatores quantitativos do crescimento em

proveito dos qualitativos, obtida através da substituição do capital material (população, energias e matérias, recursos renováveis) pelo capital imaterial (informação, cultura, educação) e, devido a incapacidade do mercado em servi-se desta substituição, deveria-se recorrer a novas instituições mundiais cujas funções seriam: a gestão dos recursos com minimização do seu esgotamento e promoção da reciclagem; o controle dos nascimentos; a manutenção do equilíbrio ecossistêmico; a redistribuição das receitas no sentido da equidade social. Segundo Daly apud. Faucheux e Noël (1995), é necessário um importante intervencionismo, pois a teoria padrão da economia baseada no interesse egoísta não pode conduzir a uma situação ecologicamente sustentável.

Nesta abordagem ressoa um neomalthusianismo extemporâneo, donde julgarmos pertinente considerarmos que este problema pode ser, com pequena alteração, tratado na perspectiva da política Neo Institucionalista, desde que se considere como estacionário não o nível da atividade econômica, mas o nível das emissões podemos equacionar o problema em tela, a partir da associação no nível estacionário dos poluentes aos direitos de emissão (direitos de propriedade) e, portanto, possível de ser exercido pelo agente mais eficiente no mercado, o que não impede o aumento da atividade econômica.

Esta nossa proposta pode ser ilustrada com algumas situações que se caracterizam pela presença de alguns impactos ambientais irreversíveis, e que contribuem para o aumento da entropia, a exemplo do que acontece com o aquecimento global e a agricultura produtivista. Nesta direção, pode-se utilizar o exemplo do óxido nitroso, o qual devido a utilização dos agrotóxicos, que quando liberado na atmosfera como resíduo das atividades industriais é considerado um gás poluente que não pode ser reciclável. Este composto atua como um gás de efeito estufa provocando o surgimento de ilhas de calor nas grandes cidades. Esta situação pode ser equacionada através de uma política Neo Institucionalista de construção de mercado, com um sistema de direitos de propriedade, conhecidos como permissões de mercado e a oferta destes direitos para a venda, e uso do produtor mais eficiente, mantendo-se o nível de poluição abaixo do “limiar”.

Por fim, vale salientar que os mecanismos Neo Institucionalistas são legítimos até antes de ultrapassarmos o limiar, além do qual se ameaça a própria sustentabilidade do sistema. Uma outra situação na qual os instrumentos econômicos não são recomendados é aquela em que uma única (ou algumas poucas ações) com impactos globais e irreversíveis que ultrapassam o limiar referido acima. Em ambas situações-quadros, não devemos recorrer aos instrumentos econômicos para fundamentar nossas políticas ambientais, e sim sorvermos na ética. E, dela que passamos a tratar, enquanto fundamento de uma política ambiental para as sociedades humanas neste século XXI, marcado pelo uso crescente de novas tecnologias geradoras de impactos globais e irreversíveis.

4 DA ÉTICA DA CONVICÇÃO À ÉTICA DA RESPONSABILIDADE

Aranha e Martins (1993) definem ética como a parte da filosofia que se ocupa com a reflexão a respeito das noções e princípios que fundamentam a vida moral. Já a moral, é definida pelas autoras como o conjunto das regras de conduta admitidas em determinada época ou por um grupo de homens. Aqui vamos nos restringir a ética, em especial a visão ética de Hans Jonas. Será apresentada a idéia da Revolução Ecológica Global de Merchant (1989), que é baseada numa ética ecocêntrica, em que a ecologia é tratada como uma nova visão de mundo que, segundo a autora, poderia resolver os problemas de desenvolvimento enraizados no modo industrial-mecanicista de representar a natureza, mas que nos julgas só ser possível de ser resolvido com, entre outros, o aporte da ética da responsabilidade.

Jonas (1995), que parte da distinção clássica entre a ética da convicção e a ética da responsabilidade, para reinstalar esta última como o fundamento ético das sociedades tecnologicamente avançadas. Para o autor, a ética da convicção argumenta que há tempo para correções pelo caminho ou “confiam na sorte ou no destino”. Já a ética da responsabilidade é uma ética “voltada para o futuro”, em que temos que antecipar as condições desastrosas, ou seja, é uma ética da precaução e da prevenção.

O autor aponta que a ética da responsabilidade deve lidar tanto com o fundamento racional da obrigação enquanto princípio validador por detrás do dever, como com o firmamento psíquico que move a vontade e que determina o curso da ação. Desta forma, segundo Jonas (1995), a ética da responsabilidade tem um lado objetivo (razão) e um subjetivo (emoção). É esta ética que sugerimos integrar o núcleo duro da Revolução Ecológica Global.

4.1 A REVOLUÇÃO ECOLÓGICA GLOBAL

Merchant (1989) observa que a emergência de políticas verdes pelo mundo inteiro é, em parte, a resposta para as falhas que reproduzem a sociedade capitalista para regular a poluição e insinua a possibilidade de uma Revolução Ecológica Global possa estar

ocorrendo, pois as crises ecológicas globais que transcendem as fronteiras nacionais podem alavancar a transição para um mundo sustentável.

Segundo Merchant (1989), este processo toma impulso através do estímulo da urbanização e da industrialização a agricultura, a qual tem desenvolvido máquinas mais eficientes, alimentos e animais geneticamente modificados, fertilizantes artificiais e pesticidas químicos baseado no modelo mecanicista. Como aponta a autora, a agricultura capitalista de um lado a outro do globo tem se movido na direção dos ecossistemas artificiais, construído em monoculturas que são vulneráveis para a eclosão de pestes e catástrofes.

Para a autora, a transição para um mundo sustentável deverá conter mudanças na produção e na reprodução, enfatizando o codesenvolvimento nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. As formas coloniais e capitalistas de exploração da natureza devem dar lugar para as prioridades de cumprimento de qualidade de vida, sendo necessário esforços globais para conservar energia e os recursos naturais, reciclar os recursos não-renováveis e adotar tecnologias apropriadas para o meio ambiente.

Segundo Merchant (1989), o desenvolvimento ecológico e econômico pode pavimentar o caminho para a transição demográfica que tem abaixado as taxas de reprodução em países desenvolvidos. Como aponta a autora, mudanças na produção podem auxiliar mudanças na reprodução e ambas podem aliviar a pressão humana no ecossistema global. Merchant (1989) faz uma referência que a Revolução Ecológica Global poderá reconstruir as relações de gênero entre mulheres e homens e entre humanos e a natureza, pois a dominação das mulheres e da natureza é inerente a economia de mercado.

Ou seja, ao mesmo tempo em que aprofunda a ergodicidade no âmbito estreito da área agriculturável, amplia a não ergodicidade no seu ambiente. Em paralelo, vale ressaltar que não só no âmbito da agricultura, mas também na indústria estes aspectos são magnificados no tempo e no espaço pondo em risco a sustentabilidade do planeta, e a sobrevivência da espécie humana.

A autora observa e nisto também a seguimos, que o pensamento ecológico oferece a possibilidade de um novo relacionamento entre o homem e a natureza não-humana que poderia conduzir para a sustentabilidade da biosfera no futuro. Segundo Merchant (1989), as hipóteses do paradigma ecológico contrastam com o mecanicista restando um conjunto de diferentes proposições sobre a natureza: (1) tudo é conectado a tudo em uma teia integrada; (2) o todo é maior que o total das partes; (3) a natureza não-humana é ativa, dinâmica e reage a ação humana; (4) pessoas e natureza são unificadas no todo.

A ecologia pode oferecer, segundo Merchant (1989), uma nova ética para as relações entre o homem e a natureza. O pensamento mecânico, segundo a autora, consiste numa ética de “direitos naturais” em que o homem utiliza a natureza para maximizar o seu próprio interesse, o que pode ser repaginado na terminologia filosófica corrente como uma “ética antropocêntrica” ou “ética da convicção”. Já, a ética ecológica, segundo Merchant (1989), é baseada numa rede de obrigações mútuas e, em valores baseados preferivelmente no ecossistema do que nos interesses humanos, ou seja, é uma “ética ecocêntrica”.

A autora aponta que para o modelo ecológico substituir o mecânico como um novo paradigma para tomar decisões, requer uma revolução global, social e econômica sendo que, as relações capitalistas de produção e as relações patriarcais de reprodução que sustentam a consciência mecânica têm que dar lugar a novas formas sócio-econômicas, novas relações de gênero e uma ética ecológica global, pois as crises ecológicas globais que transcendem as fronteiras nacionais poderiam alavancar a transição para um mundo sustentável.

Segundo a autora, uma transformação ecológica tem que mudar a ecologia, produção, reprodução e formas de consciência. Sendo assim, a ecologia é tratada como uma nova visão de mundo que poderia resolver os problemas de desenvolvimento enraizados no modo industrial-mecanicista de representar a natureza. Mas, o que Merchant (1989) desconsidera é que estamos na verdade nos deslocando da dimensão ergódica para a não ergódica do meio ambiente e que tais mudanças sugeridas não são suficientes para dar

conta da questão em tela. Esta nova visão de mundo tem na obra de Jonas (1995) uma semântica e uma sintaxe.

4.2 A ÉTICA DA RESPONSABILIDADE

Segundo Jonas (1995), dado que a ética tem haver com ações, pode-se empreender que a natureza modificada das ações humanas exige uma mudança também na ética. O autor observa que a técnica moderna afeta a natureza das nossas ações e que nenhuma mudança é permanente e que o enquadramento tradicional da ética já não abrange a escala contemporânea da ação humana. Desta forma, pode-se considerar como complementar a segunda lei da termodinâmica e a ética da responsabilidade. Pois a primeira reconhece que, segundo Georgescu Roegen (1971), o universo energético está submetido a uma mudança qualitativa e irreversível.

Jonas (1995) observa que nas sociedades pré-capitalista, a natureza não era objeto da responsabilidade humana, já que o homem agia movido por suas convicções, isto é, toda a ética tradicional até então existente é antropocêntrica, ou seja, o homem moderno coloca a si próprio no centro dos interesses e decisões, desconsiderando a natureza ética da relação do homem com a natureza.

A ética tradicional, segundo o autor, tinha haver com o “aqui e o agora”, não considerava o futuro da humanidade e o homem bom era o que enfrentava esses episódios com virtude e sabedoria, se acomodando com o desconhecido. Sendo assim, segundo Jonas (1995), o horizonte de futuro humano estava limitado a previsível duração da vida. Neste contexto a tecnologia, segundo o autor, trata a natureza como meio sem lhe atribuir a dignidade da finalidade e a técnica é a mais significativa tarefa humana.

Jonas (1995) aponta que o giro ético torna-se necessário quando a técnica moderna introduziu ações de magnitudes e efeitos diferentes, com objetivos e conseqüências novas, tornando a natureza vulnerável, então a ética antropocêntrica tornou-se obsoleta e torna-se necessário tratar a natureza como fim em si mesma e é neste contexto que Jonas (1995)

observa que o *homo faber* parece ter adquirido o primado sobre o *homo sapiens*, tornando-se imperativo a recuperação da velha/nova dimensão da ética: a responsabilidade, o que não impediu que os jonistas tomassem o princípio da responsabilidade como âncora do princípio da precaução.

Na ética da responsabilidade, segundo o autor, é necessário refletir nas ameaças para nos assegurarmos das normas, pois a percepção do mal a evitar é mais evidente e direta do que a do bem a escolher, que segundo Jonas (1995), é sempre discutível. O autor aponta que o primeiro dever é visualizar as conseqüências da sociedade industrial e tecnológica, pois numa ética do futuro temos de antecipar as condições desastrosas. O segundo dever observado pelo autor é que o mal distante imaginado não suscita o mesmo receio que o mal presente.

Segundo Jonas (1995), o estabelecimento de direitos e deveres correspondentes torna-se insuficiente quando está em jogo o que ainda não existe e a ética da responsabilidade está relacionada com o ainda não existente. O autor observa que o princípio da responsabilidade deve ser independente da idéia de direito e o dever é para com a posteridade.

Numa ética ancorada na prevenção e na precaução, segundo o autor, o que é e o que não é permitido tem prioridade sobre o dever e antes de escolher o tipo de existência é preciso atender às condições de existência da humanidade, pois a manipulação irracional e injusta da natureza provoca extravagâncias de produção e consumo.

Enfim, devido a irreversibilidade das ações humanas que através da entropia ampliam a dimensão ergódica, é necessário uma ação responsável e que a ética tem que dar instruções à cada vez mais necessária autovigilância do desmesurado poder humano, até porque a existência da própria espécie humana está em perigo. Esta instrução é sintetizado na versão de Jonas (1995, p.40) do imperativo categórico: “Ajas de tal modo que os efeitos de tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma vida humana autêntica na terra” ou expresso de forma negativa “Aja de tal modo que os efeitos de tua ação não sejam destrutivos para a futura possibilidade dessa vida”.

5 CONCLUSÃO

A relação do homem com a natureza mudou significativamente com a introdução da técnica, mudança esta que analisamos pelo *framework*, no qual se insere os *insights* de Merchant (1983 e 1989) através das Revoluções Ecológicas Colonial, Capitalista e Global, tendo como pano de fundo a transição de um mundo ergódico a um não ergódico, para mostrar a necessidade imperativa de recorrermos a Jonas (1995) e sua ética da responsabilidade.

Isto porque a inovação tecnológica acarreta não só impactos ambientais de caráter reversível, mas também de caráter global e irreversível. Na agricultura, em particular, os impactos reversíveis, classificados como externalidades negativas, podem ser sanados através dos instrumentos econômicos tradicionais presentes nos paradigmas da Produtividade dos Insumos, da Economia do Bem-Estar, da Nova Economia Institucional e dos Novos *Approachs*. Enquanto que os impactos ambientais de caráter irreversível, que contribuem para o aumento da entropia, inserido em um ambiente não ergódico e no paradigma termodinâmico a exemplo do que acontece com o aquecimento global, podem ser sanados através das licenças ambientais (direitos de propriedade) e a oferta destas licenças para a venda, em que o agente mais eficiente da economia vai ser mobilizado até um certo limiar, o que Pindyck (2007) chamou de “*tipping points*”.

Vale salientar, que os mecanismos Neo Institucionalistas são legítimos até antes de ultrapassarmos o “limiar”, além do qual se ameaça a própria sustentabilidade do sistema. Nesta situação, não devemos utilizar os instrumentos econômicos tradicionais para fundamentar nossas políticas ambientais. Pindyck (2007, p.47) sensível a esta questão chama atenção que “The lack of answers to these questions suggests that environmental policy should be “precautionary” in the sense of favoring earlier and more intense intervention. But just how “precautionary” should the policy be?” Eis a questão, até porque a economia não tem nada a dizer a respeito disso e sim, sorvermos na ética.

Vale ressaltar que a integração das políticas ambientais no bojo das Revoluções Ecológicas, em especial na transição da Revolução Ecológica Capitalista para a Revolução Ecológica global, mostrou que tais políticas partem de uma versão coercitiva *hard* fundado no direito (o paradigma do Comando e Controle), até chegar as versões coercitivas *soft* ancorada na ética, através do que as políticas ambientais de fundamentação econômica revelam suas aporias, tornando imperativo o recurso a uma outra normatividade, a qual imaginamos poder apoiar-la na ética da responsabilidade.

Nesta direção, compartilhamos com Shavell (2002) o entendimento que tanto a Lei (direito) como a Moral (ética) condicionam as ações humanas, mas julgamos que sua tipologia dos domínios da política ambiental é limitada ao se restringir ao: (1) domínio exclusivo do direito; (2) domínio compartilhado entre o direito e a ética e (3) o domínio exclusivo do direito, desconsiderando os mecanismos de incentivo econômico. Em função disto, propomos dar um passo além de Shavell (2002) e assim ampliarmos os domínios da política ambiental, ao mesmo tempo em que reconhecemos a pertinência das abordagens vigentes, isto fica claro através da consideração do quadro ampliado abaixo dos domínios da política ambiental convencional na interface da economia com o direito:

	DIREITO	ECONOMIA	MORAL
DIREITO	DD (Direito Positivo)	DE (Direito Econômico)	DM (Direito natural)
ECONOMIA	ED (Análise Econômica do Direito)	EE (Economia do Meio Ambiente)	EM (Sócio Economia do Meio Ambiente)
MORAL	MD (Ontologia do Direito Ambiental)	ME (Ontologia da Economia Ambiental)	MM (Moral e Ética do Meio ambiente)

Quadro 1 Dos Domínios da Política Ambiental.

Por fim, vale ressaltar, que cada um deste quadrante oferece um quadro analítico no qual se pode apoiar um quadro normativo e que sua escolha pode efetivar-se através do que Ellichison (2001) chamou de mercado para as normas sociais. E, tendo em mente que em determinado momento, estamos num domínio da política ambiental que se apóia numa realidade ergódica e, num outro momento, podemos nos encontrar num outro domínio da política ambiental que se ancora numa realidade não ergódica, propomos que se use a ergodicidade do ambiente como critério para escolha dos quadros normativos, a partir dos quais possamos configurar as políticas ambientais.

Dado o exposto acima, pretendemos no futuro explorar algumas linhas de investigação através das quais vislumbramos poder avançar através delas na fundamentação das políticas ambientais para um mundo crescentemente não ergódico. Em primeiro lugar, me vem a mente o programa Neo Institucionalista de investigação no âmbito dos ambientes não ergódicos apontados por Douglas North (1999) e Pindyck (2007). Em segundo lugar, me atrai os programas das diversas áreas do conhecimento relacionadas com os direitos patrimoniais (direito de propriedade, responsabilidade e contratos), em especial as pesquisas recentes no âmbito da história das instituições patrimoniais de Parisi (2001) e, outro lado, a retomada do direito natural, em especial do direito natural ambiental de Donnelly e Bishop (2007) e Holder (2000), a partir do que se pode imaginar um novo quadro normativo ancorado na ética da responsabilidade de Hans Jonas (1995).

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, Ihering Guedes. A trajetória dos fundamentos econômicos das políticas ambientais: do comando e controle à abordagem neo-institucionalista. In: MENEZES, Wilson Ferreira (org.). **Economia global: leituras sobre questões regionais e ambientais**. Salvador: UFBA/FCE/CME, 2003.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda, MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: introdução à filosofia**. São Paulo: Moderna, 1993.

BAUMOL, William J., OATES, Wallace E. Marketable emission permits for protection of the environment. In: _____. **The theory of Environmental Policy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

BOVÉ, José, DUFOUR, François. **O mundo não é uma mercadoria: camponeses contra a comida ruim**. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

BRUJIN, Theo de, BOHM, Vick. Introduction: toward a new paradigm for the transition to a sustainable industrial society? In: BRUJIN, Theo de, BOHM, Vick (org.). **Industrial transformation: environmental policy innovation in the United States and Europe**. Massachusetts: The MIT Press, 2005.

COASE, Ronald H. El problema del costo social. **The journal of law and economics**, p.1-54, 1960. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/textos/coase-costo.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2007.

CORRÊA, Leonilda Beatriz Campos Gonçalves. **Comércio e meio ambiente: atuação diplomática brasileira em relação ao selo verde**. Brasília: Instituto Rio Branco, 1998.

DONNELLI, Behhinn, BISHOP, Patrick, Natural law and ecocentrism. **Journal of environmental law**, v. 17, n. 1, p. 89-101, 2007.

ELLICKSON, Robert C., The market for social norms. **American law and economic review**, v. 3, n.1, p. 1-49, 2001.

FAUCHEUX, Sylvie, NOËL, Jean-François. Os grandes paradigmas. In: Faucheux, Sylvie, Noël, Jean-François. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

FONTANA, Giuseppe, GERRARD, Bill., A post keynesian theory of decision making under uncertainty. **Journal of economic psychology**, p. 1-19, 2004. Disponível em: <http://ideas.repec.org/a/eee/joepsy/v25y2004i5p619-637.html>. Acesso em: 25 mai. 2007.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

GRANDE Enciclopédia Larousse cultural. São Paulo: Nova Cultural. 1998.

GROSSI, Paolo. **História da propriedade e outros ensaios**. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

HOLDER, J., New /age: rediscovering natural law. **Current legal problems**, v. 53, p. 151-179, 2001.

JONAS, Hans. El carácter modificado de la acción humana. In: _____. **El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica**. Barcelona: Editorial Herder, 1995.

MADEL, Therezinha. **Natural, racional, social: razão médica e racionalidade científica moderna**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

MANKIWI, Gregory N. **Introdução à economia: princípios de micro e macroeconomia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

MERCHANT, Carolyn. The world as an organism. In: _____. **The death of nature: women, ecology and the scientific revolution**. San Francisco: Harper San Francisco, 1983.

_____, Carolyn. The mechanical order. In: MERCHANT, Carolyn. **The death of nature: women, ecology and the scientific revolution**. San Francisco: Harper San Francisco, 1983.

_____, Carolyn. Mechanism as power. In: MERCHANT, Carolyn. **The death of nature: women, ecology and the scientific revolution**. San Francisco: Harper San Francisco, 1983.

_____, Carolyn. Ecology and history. In: MERCHANT, Carolyn. **Ecological revolutions: nature, gender and science in New England**. Chapel Hill: The University of North Carolina Press, 1989.

_____, Carolyn. Epilogue: The global ecological revolution. In: MERCHANT, Carolyn. **Ecological revolutions: nature, gender and science in New England**. Chapel Hill: The University of North Carolina Press, 1989.

NORTH, Douglass C. Dealing with a non-ergodic world: institutional economics, property rights, and the global environment. **Environmental law & policy forum**, St. Louis, v.10, n.1, p.1-12, 1999.

OLIVEIRA, José Marcos Domingues de. **Direito tributário e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Renovar, 1999.

PARISI, Francesco. The genesis of liability in ancient law. **American law and economics review**, v.3, n.1, p. 82-124, 2001.

PINDYCK, Robert S., RUBINFELD, Daniel L. Externalidades e bens públicos. In: _____ . **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

_____, Robert S, Uncertainty in environmental economics. **Review of environmental economics and policy**, v.1, n.1, p. 45-65, 2007. Disponível em: <http://reep.oxfordjournals.org/cgi/content/full/1/1/45>. Acesso em: 3 jun. 2007.

PRADO JÚNIOR, Caio. Grande Lavoura. In: _____. **Formação do Brasil contemporâneo**. São Paulo: Brasiliense; Publifolha, 2000.

SANDRONI, Paulo. **Dicionário de economia do século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

STERNER, Thomas. Property rights, legal instruments, and informational policies. In: _____. **Policy instruments of environmental and natural resource management**. Washington: Resources for the Future, 2003.

TEIXEIRA, Olívio Alberto; LAGES, Vinícius Nobre. Do produtivismo à construção da agricultura sustentável: duas abordagens pertinentes a questão. **Cadernos de ciência e tecnologia**, v.13, n.3, p.347-368, 1996.