



IX

Encontro da Sociedade
Brasileira de Economia
Ecológica

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Outubro de 2011
Brasília - DF - Brasil

SOLIDARIEDADE INTERGERACIONAL E RECURSOS EXAURÍVEIS

Izabel Cavalcanti (Universidade de Brasília) - izabelcip@gmail.com

Bacharel em Ciências Sociais com habilitação em Antropologia e Sociologia pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é mestranda em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da UnB (CDS/UnB) e pesquisadora da Rede Clima

A Solidariedade Intergeracional e os Recursos Exauríveis

Eixo temático: Seção Meio Ambiente, Recursos Naturais e Globalização. Subseção Recursos naturais não renováveis – royalties, regulamentação e direito socioambiental da exploração.

Resumo: O debate em torno da solidariedade intergeracional dos recursos naturais exauríveis, como os recursos minerais, é acalorado, sendo tema de discussão tanto da Economia Neoclássica quanto da Economia Ecológica. Este artigo busca revisar a literatura sobre a temática, destacando as limitações de cada proposição. Posteriormente, o trabalho analisa a abordagem mais viável e adequada para o caso brasileiro.

Palavras-chave: Recursos naturais exauríveis, desenvolvimento sustentável, solidariedade intergeracional, Economia Neoclássica, Economia Ecológica.

Introdução

De acordo com o Relatório de Brundtland (1987), o desenvolvimento sustentável (DS) é aquele que satisfaz às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. Em outras palavras, o DS obedece ao duplo imperativo ético da solidariedade com as gerações presentes e futuras e exige a explicitação de critérios de sustentabilidade social e ambiental e de viabilidade econômica (SACHS, 2008; p. 36). Estritamente falando, apenas soluções que promovam o crescimento econômico com impactos positivos em termos sociais e ambientais merecem a denominação de desenvolvimento sustentável.

Sabemos que os recursos minerais são recursos exauríveis (recursos não renováveis), portanto, se esgotarão mais cedo ou mais tarde. Surge, assim, a seguinte pergunta: *como garantir a solidariedade intergeracional quando os recursos utilizados são recursos exauríveis?* Vários autores buscaram obter respostas a esta questão. O debate em torno da exaustão dos recursos naturais e da consequente ameaça ao bem-estar das futuras gerações foi discutido tanto pela Economia Neoclássica, como pela Economia Ecológica. O **objetivo** deste artigo é revisar a literatura sobre o assunto,

destacando os aspectos positivos e negativos de cada proposição. Posteriormente, analisar-se-á qual abordagem é a mais viável no caso brasileiro.

1. Metodologia e informações utilizadas:

A metodologia do estudo baseia-se na revisão bibliográfica sobre o tema. Assim, para a elaboração do artigo, foram consultados artigos, livros e teses que tratam das diferentes correntes teóricas sobre o debate em torno da exaustão dos recursos não-renováveis e a solidariedade intergeracional.

2. Resultados finais ou parciais:

2.1. A Economia Neoclássica e os Recursos Exauríveis

Para entender a natureza e o teor das proposições elaboradas pela Economia Convencional em resposta a questão acima, é importante inicialmente definir o que é Economia Neoclássica. Maurício Amazonas (2001, p. 15) define Economia Neoclássica como “as elaborações teóricas que se fundem nos princípios do *Individualismo Metodológico*, *Utilitarismo* e *Equilíbrio*”. Para a teoria neoclássica, o sistema econômico é formado por unidades constitutivas básicas, no caso *indivíduos*, os quais se comportam por uma racionalidade de maximização de seu bem-estar ou utilidades, expressas por suas preferências, conduzindo a um resultado “ótimo”.

2.1.1. Regra de Hotelling

A reprodução dos recursos minerais não está assegurada, daí a necessidade de incorporar a dimensão temporal na análise, uma vez que aquilo que é extraído hoje não estará mais disponível amanhã. Dessa forma, a principal questão colocada pela teoria econômica neoclássica é conhecer a lógica que o ritmo dos preços de um recurso exaurível deve seguir para que sua utilização “ótima” possa ser assegurada do ponto de vista econômico.

A regra de Hotelling, embora datada do início dos anos de 1930, foi revitalizada pela economia neoclássica como peça fundamental na discussão sobre a sustentabilidade dos recursos não-renováveis (ENRÍQUEZ, 2007; p. 80). O modelo de

Hotelling indica que, para seguir uma trajetória “ótima”, os preços dos recursos exauríveis devem evoluir ao ritmo da taxa de desconto que é igual à taxa de juros de mercado. Assim, uma vez que um estoque de recurso natural pode ser extraído hoje ou preservado para extração futura, a questão da utilização dos recursos naturais é um problema de alocação intertemporal de sua extração.

Segundo Maria Amélia Enríquez (2007; p. 42), os recursos guardados em estoque devem ser tão atrativos quanto qualquer outro ativo. O proprietário de uma jazida apenas será estimulado a conservá-la na medida em que seu valor cresça à taxa igual ou superior à taxa de juros de mercado, que é o custo de oportunidade da aplicação. Caso contrário, ele será compelido a intensificar o ritmo da exploração.

A regra de Hotelling apresenta algumas limitações derivadas de imperfeições do mercado, tais como a existência de monopólios e oligopólios, a inexistência de mercados futuros ideais e a insuficiência de informações sobre o presente e o futuro. Estas e outras questões tornariam os preços futuros incertos e, portanto, o horizonte em que se formam as expectativas seria curto e as decisões econômicas “míopes”. Percebe-se, assim, que os procedimentos de otimização intertemporal não são suficientes para garantir a justiça com as gerações futuras.

2.1.2 *Sustentabilidade Fraca*

Diante do reconhecimento dos limites da regra de Hotelling, a teoria neoclássica passou a adotar critérios adicionais – critérios de sustentabilidade – para estabelecer a transmissão de algum tipo de constância ao longo das sucessivas gerações. Diferentes critérios de sustentabilidade são propostos, definidos em função de qual elemento da cadeia produtiva “Recursos Naturais → Produção → Consumo → Utilidade” será mantido constante para que o último termo, a utilidade, seja mantido constante ou crescente. Fundamentalmente, para o *mainstream* econômico, a utilidade – ou o bem-estar – deve ser constante ou crescente ao longo do tempo (AMAZONAS, 2001; p. 40).

Buscando um critério para justiça e equidade entre as gerações no uso dos recursos ambientais, Robert Solow (1974) propõe que o consumo per capita seja constante ou crescente ao longo do tempo. Entretanto, *como manter o consumo constante entre as gerações quando são considerados recursos finitos, como as jazidas minerais?* Solow recorre aos teoremas de Hotelling e de Hartwick, como métodos

indicados para se obter uma adequada contabilidade do estoque de capital natural exaurível.

Segundo Hartwick, a repartição dos capitais entre as gerações estará assegurada se o estoque de capital total (K_t) for constante, ou aumentar, de forma a garantir a manutenção do bem-estar ao longo do tempo (ENRÍQUEZ, 2007; p. 82). O K_t é composto pelo capital manufaturado ou reprodutível (K_m), pelo capital humano ou estoque de conhecimentos e capacidades (K_h) e pelo capital natural (K_n), ou seja, os recursos naturais renováveis, não-renováveis e os serviços ambientais.

A regra de Hartwick diz o seguinte: uma sociedade que investe as rendas agregadas dos recursos em capitais reprodutíveis está preservando a capacidade de manter o seu nível de consumo. O mesmo procedimento deve ser adotado em relação aos recursos ambientais. Para Solow, o pecado primordial não é a mineração, mas sim o consumo das rendas minerais. Isto significa que, para a manutenção de uma utilidade não declinante, posta em termos de um consumo não declinante, é necessário reinvestir as rendas provenientes do uso do capital natural pela geração atual em capital manufaturado. Esta regra traz implícita a hipótese de substituição ilimitada entre K_n e K_m .

Para que os níveis de consumo sejam mantidos constantes, alguns pressupostos devem ser seguidos: as possibilidades de substituição do capital natural exaurível por outras formas de capital reprodutível; e a questão do progresso tecnológico (AMAZONAS, 2001; p. 42). Esta abordagem teórica, que entende a Sustentabilidade enquanto utilidade constante dada por um consumo constante e este por um capital total também constante, é conhecida por Sustentabilidade Fraca. “Fraca” no sentido de que admite que o estoque de K_n possa ser declinante ou exaurido, desde que este declínio seja compensado por um acréscimo proporcional de K_m .

O conceito de Sustentabilidade Fraca está sujeito a severas críticas. Em relação ao progresso técnico, surge a seguinte questão: *é possível adotar uma concepção de progresso técnico que admite um fluxo constante de consumo a partir de um fluxo cada vez mais reduzido de inputs?* Isto é certamente questionável, pois parece irrealista achar que a eficiência no uso de um recurso possa suplantiar a própria exaustão progressiva e desaparecimento final do recurso (AMAZONAS, 2001; p. 43).

A questão das possibilidades de substituição também apresenta limitações. O pressuposto da Sustentabilidade Fraca de que K_n e K_m são substitutos próximos é muito questionável. Os recursos naturais (K_n) são a base física a ser transformada em

produto e o capital manufaturado (Km) constitui os meios de transformação desta. Há, portanto, uma diferença funcional entre Kn e Km, que os torna basicamente complementares e apenas marginalmente substituíveis.

Se o Km origina-se fisicamente do Kn, não faz sentido pensar que o Kn, base de existência do Km, possa ser substituído integralmente por capital reprodutível (AMAZONAS, 2001; p. 44). O Km poderia passar a provir de si próprio? De acordo com Maurício Amazonas (2001; p. 44), a Primeira Lei da Termodinâmica¹ contribui com esta idéia, pois sugere que a matéria possa ser reutilizada, reciclada. Seguindo esta lógica, os recursos minerais poderiam ser constantemente reciclados com auxílio do progresso tecnológico e, dessa forma, a equidade com as futuras gerações estaria garantida.

Entretanto a Segunda Lei da Termodinâmica² desaprova esta idéia, em função da indisponibilidade entrópica progressiva. Por maior que seja a possibilidade de reciclagem de um material (como os metais), esta não pode ser total. Desse modo, a substituição de Kn por Km fica restringida aos limites de reciclagem possível. Segundo Georgescu-Roegen (1993; p. 76), existe uma diferença fundamental entre o que entra no processo econômico (recursos naturais valiosos ou *inputs*) e o que sai dele (resíduos sem valor ou *outputs*). Do ponto de vista termodinâmico, a matéria-energia que ingressa no processo econômico encontra-se em estado de baixa entropia e a que sai está em estado de alta entropia.

A energia existe em dois estados qualitativos: a energia disponível ou livre (*free energy*), que o homem possui controle; e a energia indisponível ou limitada (*bound energy*), que o homem não consegue utilizar. Quando um pedaço de carvão é queimado, sua energia química não aumenta nem diminui. Porém, a energia livre inicial se dissipa em calor, fumaça e cinzas. A energia livre se transformou em energia limitada. A energia livre apresenta uma estrutura ordenada ao passo que a energia limitada é a energia caoticamente dissipada. Por isso, a entropia é definida como uma medida da desordem (GEORGESCU-ROEGEN, 1995; p. 77).

Georgescu-Roegen observa que o processo econômico possui uma natureza unidirecional irrevogável no sentido do aumento da entropia, de uma progressiva conversão de recursos naturais em resíduos, da transformação de ordem em desordem.

¹ Lei da conservação da matéria-energia: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

² Segunda Lei da Termodinâmica: “A quantidade de entropia de qualquer sistema isolado termodinamicamente tende a incrementar-se com o tempo, até alcançar um valor máximo”.

Georgescu reconhece que a ação humana é capaz de produzir reduções de entropia localizadas (como por meio da reciclagem), mas ressalva que isto se dá a custo de um aumento da entropia total do sistema. De fato, uma barra de cobre possui entropia inferior ao minério de cobre de onde foi ela refinada, mas isso não significa que a atividade econômica do homem foge à lei da entropia. O refinamento do minério causa um aumento mais que proporcional da entropia do meio ambiente.

Analogamente, para que as gerações futuras tenham acesso aos recursos minerais, elas poderão reciclar os metais provenientes de diferentes produtos. Porém, esses processos de reciclagem também estão sujeitos a lei da entropia: “em termos de entropia, o custo de qualquer empreendimento econômico ou biológico é sempre maior que o produto gerado. Em termos entrópicos, qualquer atividade dessa natureza resulta em um déficit” (GEORGESCU-ROEGEN, 1993; p. 80). Esse déficit provavelmente incidirá sobre a natureza.

Além disso, existe mais uma crítica a Sustentabilidade Fraca. As possibilidades de substituição de Kn por Km são limitadas não apenas pelos aspectos físicos, mas também pelos aspectos biológicos. Inúmeras funções dos recursos naturais, como as *funções ecossistêmicas de suporte à vida* são simplesmente insubstituíveis. “Em suma, tanto por ser a própria base de origem do Km, quanto pelas especificidades qualitativas que guarda, o Kn apenas limitadamente pode ser substituído por Km” (AMAZONAS, 2001; p. 44).

2.1.3. *Sustentabilidade Forte – Economia Neoclássica*

Em decorrência do reconhecimento da insuficiência do critério de Sustentabilidade Fraca, foi desenvolvido pelo próprio ponto de vista neoclássico o conceito de Sustentabilidade Forte, presente nos representantes da Escola da Londres, como Pearce, Barbier e Markandya (AMAZONAS, 2001; p. 45). Posteriormente, autores da Economia Ecológica contribuíram para o aprimoramento do conceito de Sustentabilidade Forte. As principais teorias dessa abordagem são as interpretações conservacionistas – Herman Daly e Cleveland e Ruth.

Segundo Maria Amélia Enríquez (2007; p. 88), os defensores do primado da Sustentabilidade Forte usam dois conjuntos de argumentos para se contrapor aos preceitos da Sustentabilidade Fraca: 1) há incertezas a respeito dos principais indicadores apresentados pela escola da sustentabilidade fraca, entre eles: o valor de

elasticidade de substituição, a taxa de progresso técnico e o valor da renda de escassez; 2) existe uma assimetria fundamental entre o capital manufaturado e o capital natural no que se refere à irreversibilidade do seu uso. A Sustentabilidade Forte incorpora uma aversão à incerteza e uma preferência pelo “princípio da precaução” nas tomadas de decisão sobre questões que envolvam o uso dos recursos naturais. Essa preferência por opções mais prudentes visa permitir a preservação dos potenciais de escolha das gerações futuras.

Os autores que defendem a Sustentabilidade Forte acreditam que a justiça intergeracional deveria ocorrer com base na transferência de um estoque de capital natural (K_n) constante entre as gerações. A questão central que se coloca ao critério de Sustentabilidade Forte é: *Se e como é possível manter um K_n constante quando se trata dos recursos exauríveis?* Isso torna o conceito de Sustentabilidade Forte sujeito a certas inconsistências (AMAZONAS, 2001; p. 46).

Um dos principais representantes da Escola de Londres é David Pearce. Numa tentativa de responder a questão acima, Pearce admite que não é possível manter todo K_n constante. Dessa maneira, ele propõe a adoção de “projetos sombra” nos portfólios de investimento para realizar uma compensação pelos danos ambientais de outros projetos. Porém, Pearce “não discute como seria tal *compensação* que *eliminaria* os danos ambientais, como num jogo de soma-zero, de modo a manter o K_n constante”, ressalta Maurício Amazonas (2001; p. 46).

Segundo Pearce e Turner, o fator que deve ser sustentado ao longo do tempo é o padrão de vida. Para isso, é preciso seguir duas regras: a taxa de extração dos recursos renováveis deve ser menor que sua taxa de regeneração; a produção de resíduos deve se manter abaixo da capacidade de assimilação do ambiente. Essas regras associam-se à idéia de estoque de recursos naturais constante no tempo, ou seja, K_n constante entre as gerações. Convém observar, contudo, que estas regras se aplicam apenas aos recursos renováveis, não é possível aplicá-las aos recursos exauríveis, como as jazidas minerais (AMAZONAS, 2001; p. 46).

Pearce e Turner propõem duas alterações nas regras anteriores para que seu critério de Sustentabilidade Forte inclua os recursos não-renováveis: 1) Substituição: a redução de recursos exauríveis deve ser compensada por um aumento de recursos renováveis; 2) Eficiência: um mesmo padrão de vida deve ser assegurado mesmo com a redução dos estoques de exauríveis, pelo aumento da eficiência no uso destes.

Utilizando argumentações semelhantes às críticas expostas no presente artigo, Pearce e Turner criticam a validade das suposições de substituição e de progresso técnico e negam as possibilidades destas. Para estes autores, se por um lado a substituição e a eficiência, em princípio, fariam não ser necessária a manutenção do estoque de Kn, por outro lado estes dois itens não devem ser totalmente acreditados. Dessa forma, Pearce e Turner concluem que sua prescrição de manutenção do Kn constante é a mais adequada, inclusive para os recursos exauríveis (AMAZONAS, 2001; p. 47).

Entretanto, após questionarem as possibilidades de substituição e progresso técnico, Pearce e Turner não explicam como seu modelo poderá ser estendido aos recursos não-renováveis. De acordo com os preceitos da Sustentabilidade Forte elaborados por estes autores, os recursos exauríveis simplesmente não podem ter seus estoques mantidos se são usados.

2.2. A Economia Ecológica e os Recursos Exauríveis

Para entender a posição da Economia Ecológica (EE) em relação ao debate da exaustão de recursos naturais e da conseqüente ameaça ao bem-estar das futuras gerações, será necessário definir Economia Ecológica e diferenciá-la da Economia Neoclássica.

A Economia Ecológica possui o propósito de analisar o funcionamento do sistema econômico tendo em vista as condições do mundo biofísico sobre o qual este se realiza. De acordo com Amazonas (2001; p. 88), a Economia Ecológica reconhece a importância da conexão entre o sistema econômico e o ambiente natural, uma vez que é deste que derivam a energia e as matérias-primas para o próprio funcionamento da economia. Diferente do *mainstream econômico* que considera a natureza como subsistema da economia, a Economia Ecológica (EE) identifica o sistema econômico como subsistema da natureza (CAVALCANTI, 2004). Para a Economia Ecológica, a dignidade humana e a dignidade da natureza devem ser respeitadas simultaneamente (FABER, 2008).

O descaso ou pouca relevância atribuída pelos modelos da economia convencional aos atributos biofísicos da economia foi o principal ponto de crítica e de motivação da Economia Ecológica. Segundo Malte Faber (2008), a Economia Neoclássica apresenta três grandes problemas: não possui uma concepção adequada de

natureza; falha ao tratar da questão de justiça; e falha na análise da dinâmica do tempo. A Economia Ecológica busca suprir essas deficiências, apresentando como características essenciais o interesse pela natureza, pela justiça e pelo tempo.

O propósito da Economia Ecológica é a integração analítica dos componentes do sistema econômico com os do sistema ambiental, procurando assim compreender seu funcionamento comum. A Economia Ecológica procura distinguir-se tanto da Economia convencional quanto da Ecologia convencional e define-se como um campo *transdisciplinar* de análise integrada dos dois sistemas. Assim, a Economia Ecológica é um campo frutífero para estudiosos de diferentes disciplinas: das ciências naturais a ciências sociais e da filosofia a teologia.

Maurício Amazonas (2001) ressalta que o principal aspecto da Economia Ecológica e seu maior desafio são a compatibilização e a mediação entre os conceitos de dimensão biofísico-ecológica e os conceitos de dimensão sócio-econômica normativa. Disso deriva a necessidade de conhecer os limites do crescimento econômico para não provocar danos irreversíveis ao ecossistema. Para essa tarefa, a Economia Ecológica adota conceitos centrais da economia (custo de oportunidade, substituição, preferências temporais), da física – termodinâmica (definição de sistemas e dos seus limites, avaliação de fluxos de matéria e de energia através dos seus limites, por meio das leis da termodinâmica, distinção de sistemas detentores de diferentes níveis de ordem) e da ecologia (ciclo de matéria, fluxos de energia, complexidade das interações sistemas/meio ambiente).

2.2.1. *Sustentabilidade Forte – Economia Ecológica*

Neste momento, convém retomarmos a pergunta inicial e analisá-la sob a perspectiva da Economia Ecológica: *como podemos garantir a solidariedade intergeracional quando os recursos utilizados são recursos exauríveis?*

Herman Daly, autor pertencente à Economia Ecológica, propõe o seguinte modelo de desenvolvimento sustentável: 1) a taxa de desconto é nula, pois o direito das gerações futuras é o mesmo das gerações presentes; 2) a elasticidade de substituição entre o capital reprodutível (K_m) e o capital natural (K_n) é nula, já que as funções de produção têm fatores complementares e não substitutos; 3) o progresso técnico apenas pode ter impactos extremamente limitados em relação ao capital natural; 4) em matéria de gestão de capital natural, o mercado deve ser substituído por instituições

encarregadas de regulamentar seu uso e de elaborar indicadores biofísicos; 5) o desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento máximo que pode ser atingido sem diminuir os ativos de capital natural da nação, que são seus recursos de base.

A Sustentabilidade Forte defendida por Herman Daly requer a manutenção do estoque de capital natural constante. Entretanto, *como manter o Kn constante entre as gerações presente e futura quando se trata de recursos exauríveis?* Os recursos minerais não podem ser mantidos intactos a menos pelo não uso e se eles nunca serão utilizados, não há necessidade de conservá-los para o futuro. Herman Daly afirma que ainda assim é possível explorar os recursos não-renováveis de uma maneira “quase-sustentável”, limitando sua taxa de extração à taxa de criação de substitutos renováveis. Dessa forma, Daly propõe uma versão forte da regra de Hartwick, relativa apenas ao Kn:

O uso quase-sustentável dos não-renováveis requer que todo investimento na exploração de um recurso não-renovável deva ser acompanhada de um investimento compensatório em um substituto renovável (ex. extração de petróleo acompanhada de plantações de árvores para álcool de madeira) (DALY apud AMAZONAS, 2001; p. 48).

Herma Daly, portanto, aceita as possibilidades de substituição interiormente ao Kn, entre os recursos exauríveis e os recursos renováveis e rejeita definitivamente as possibilidades de substituição entre Kn e Km. É importante perceber que, apesar desta hipótese proposta por Daly ser mais plausível do que a de substituição entre Kn e Km, ela também está sujeita a várias críticas. Entre elas, destaca-se a seguinte questão: *Quais seriam os substitutos renováveis das reservas minerais?*

Cleveland & Ruth (1997; p. 158) adotam os preceitos de Georgescu-Roegen e sua crítica aos fundamentos da economia convencional. Para esses autores, a substituição entre capital natural e capital construído pelo homem deve ser restrita devido ao pouco conhecimento da função desempenhada pelos serviços ecossistêmicos. Segundo Cleveland & Ruth, o atual nível de desenvolvimento tecnológico é também insuficiente para conter a exploração dos recursos não-renováveis como as reservas minerais e os combustíveis fósseis. As tecnologias renováveis que têm sido apresentadas como uma boa solução, muitas delas não passam nos testes rudimentares de energia líquida e exigências ambientais.

2.2.2. Sustentabilidade sob a perspectiva evolucionista

A discussão sobre a exaustão dos recursos não-renováveis e a equidade entre as gerações também é tratada pela abordagem Evolucionista da Economia Ecológica. Como vimos anteriormente, Georgescu-Roegen se baseia na Segunda Lei da Termodinâmica para afirmar que o processo econômico se desenvolve no sentido do aumento da entropia, de uma progressiva conversão de recursos naturais em resíduos, da transformação de ordem em desordem. Por sua vez, a sustentabilidade sob a perspectiva Evolucionista está baseada na existência de um fluxo “útil”, de aumento de ordem (negentropia), para o bem-estar. Essa linha de pensamento identifica o processo econômico e sua interação com o meio ambiente como sendo de natureza inerentemente evolutiva, impulsionada pela dinâmica das transformações tecnológicas e institucionais.

Dessa maneira, a abordagem evolucionista estuda a problemática ambiental em termos da dinâmica de interação e sustentação dos fluxos de geração de desordem e de ordem, em permanente transformação e evolução (AMAZONAS, 2001; p. 139). Para Norgaard, negentropia confere a própria base de evolução. Em função da inexorabilidade da entropia, que não pode ser anulada pela ordem gerada pelos seres vivos, estes são pressionados a aumentar a ordem, aumentando simultaneamente o grau de complexidade e especialização. Com isso, conhecimento e capacidade de aprendizado tornam-se atributos evolutivos centrais, constituindo-se nas mais relevantes expressões do processo de negentropia.

Posteriormente, Norgaard desenvolve seu conceito de coevolução, que se tornou uma referência para a Economia Ecológica. A ideia de coevolução, originalmente proposta pela ecologia, repousa no fato de que os ambientes físicos encontram-se permanentemente sujeitos à pressão entrópica e a evolução deve assim ser vista enquanto um processo negentrópico de reação a entropia inexorável. Assim, a coevolução demonstra como as espécies se ajustam em um ecossistema, ao passo que tanto as espécies como todo o ecossistema persistem em mudanças, no seu sentido negentrópico.

O conceito de coevolução desenvolvido por Norgaard é essencial para se entender a natureza do desenvolvimento econômico e a sustentabilidade deste desenvolvimento. Norgaard afirma que o potencial coevolutivo é a trajetória percorrida de modo interdependente pelos sistemas social e ecológico que melhor consegue converter o excedente de energia em ordem, isto é, que melhor consegue minimizar o

processo progressivo de entropia, através da também progressiva evolução do conhecimento.

Como a abordagem Evolucionista responde a pergunta proposta nesse artigo? Ou seja, como garantir a solidariedade intergeracional quando se trata dos recursos exauríveis sob o viés Evolucionista? Na visão coevolutiva, os requisitos para a sustentabilidade não se encontram na manutenção de estoques e fluxos de recursos e sim no uso dos recursos que melhor contribui para a perpetuação de trajetórias coevolutivas desenvolvidas em resposta às pressões postas pelo processo entrópico.

Em suma, para Norgaard, o melhor uso possível de um recurso finito, como as reservas minerais, seria a minimização do consumo para reter o máximo potencial evolutivo. A sustentabilidade é vista no sentido mais lato da utilização dos recursos (ainda que exauríveis) que seja a mais adequada à perspectiva da perpetuação das espécies. Por fim, surge a seguinte questão: *como podemos definir a quantidade de recursos que devem ser utilizados para assegurar o máximo potencial evolutivo?* Uma das possíveis respostas a esta pergunta seria através da criação de fundos minerais.

2.3. Fundos Minerais

Após analisar a posição de diferentes autores sobre o debate da exaustão dos recursos naturais e da conseqüente ameaça ao bem-estar das futuras gerações, o presente artigo considera que a melhor opção para garantir a solidariedade intergeracional é a criação de fundos para gerar uma receita líquida equivalente às rendas minerais. Segundo Maria Amélia Enríquez (2006; p. 63), a atividade mineral deve ser capaz de gerar um permanente fluxo de rendimentos e assim assegurar o nível vindouro de bem-estar.

Dessa forma, é necessário que sejam realizados investimentos em geração de riqueza alternativa para substituir a riqueza mineral esgotável. De acordo com Enríquez (2006; p. 64), as rendas de um projeto mineral, provenientes da extração dos recursos naturais, são as receitas da venda do minério, sem os custos com trabalho e com capital associados ao projeto. Poupano uma parcela da renda mineira anual líquida e acumulando um determinado montante anual a uma taxa de juros compostos, pode ser criado um fundo suficientemente grande para garantir às futuras gerações uma receita líquida equivalente às rendas minerais, mesmo após a exaustão da mina.

De que maneira tais fundos devem ser gerenciados? Como devem ser distribuídos os benefícios? Os objetivos, os critérios de repartição dos benefícios e a forma de administração devem ser adequados ao contexto socioeconômico a que o fundo está associado.

No caso do Brasil e de outros países com indicadores socioeconômicos semelhantes, as prioridades no uso das rendas provenientes da mineração devem estar ajustadas às necessidades sociais. O fundo deve priorizar o capital humano (Kh), ou seja, melhorar as condições de saúde, de educação, de distribuição de renda da população. Em sociedades com elevado nível de pobreza e desigualdade social, tais recursos devem auxiliar na criação de renda e de novas oportunidades de incorporação dos segmentos sociais excluídos e não apenas como bônus suplementar para a criação de poder de compra adicional.

Apesar de toda a preocupação com as gerações futuras, esses fundos também se constituem em instrumentos necessários para garantir o padrão de vida das gerações atuais. Assim, os fundos gerados pelas rendas minerais também devem garantir benefícios à geração presente, proporcionando melhorias na qualidade de vida da população nos aspectos da saúde, da previdência social e do meio ambiente, além de dinamizar a economia local.

3. Considerações Finais

Como dar garantias às futuras gerações, quando os recursos utilizados para a promoção do desenvolvimento são exauríveis? Como vimos no decorrer do trabalho, as respostas elaboradas pela Economia Neoclássica a esta pergunta apresentam uma série de limitações. A regra de Hotelling – que indica que, para seguir uma trajetória “ótima”, os preços dos recursos exauríveis devem evoluir ao ritmo da taxa de desconto que é igual à taxa de juros de mercado – está sujeita a várias críticas. As imperfeições do mercado, a inexistência de mercado futuros ideais e a insuficiência de informações sobre o presente e do futuro tornam os preços futuros incertos e, portanto, as decisões econômicas “míopes”.

A idéia de Sustentabilidade Fraca admite que o capital natural e o capital produzido pelo homem são perfeitamente substituíveis, conforme os princípios da Economia Neoclássica. O objetivo é manter o nível de bem-estar socioeconômico e não a manutenção dos níveis dos recursos naturais e ambientais. O presente artigo contesta

os preceitos da Sustentabilidade Fraca, ressaltando a impossibilidade de substituição completa entre o Kn e o Km. Essa impossibilidade está relacionada a limites termodinâmicos.

A Sustentabilidade Forte – defendida por Herman Daly pertencente a Economia Ecológica – está vinculada à idéia de preservação dos recursos naturais e ambientais ao longo do tempo e considera que a própria continuação da atividade econômica depende fortemente dessa preservação. Apesar de possuir preceitos mais compatíveis com o desenvolvimento sustentável do que os da economia convencional, a resposta produzida por essa abordagem ao debate da solidariedade intergeracional e a finitude dos recursos minerais não é considerada ideal pelo presente artigo.

Este trabalho acredita que a melhor resposta dada a esta questão foi desenvolvida pela perspectiva Evolucionista da Economia Ecológica. Os recursos naturais (ainda que exauríveis) devem ser utilizados da maneira mais adequada à perspectiva da perpetuação das espécies. *Como assegurar o máximo potencial evolutivo das espécies?* Este artigo defende a idéia de que o potencial evolutivo deve ser garantido a partir da criação de um Fundo Mineral.

O fundo mineral é um importante instrumento econômico com a capacidade de captar a renda mineral e, assim, promover a equidade intergeracional na partilha dos benefícios de um recurso exaurível. Dessa forma, sua adoção é recomendável para economias de base mineira. Como investir os recursos dos fundos da mineração e como distribuir os dividendos são assuntos que necessitam ser contextualizados de acordo com a realidade socioeconômica de cada país ou região.

No caso do Brasil, o uso das rendas provenientes da mineração deve estar ajustado às nossas necessidades sociais. O fundo deve priorizar o capital humano (Kh), isto é, deve se dedicar a melhoria das condições de saúde, de educação, de distribuição de renda da população.

Referências Bibliográficas

AMAZONAS, Maurício C. **Valor e Meio Ambiente: Elementos para uma abordagem Evolucionista**. Tese de doutorado, Instituto de Economia – UNICAMP, Campinas, 2001.

CAVALCANTI, Clóvis. **Uma tentativa de caracterização da Economia Ecológica**. Revista Ambiente & Sociedade. Vol. VII - nº 1. Jan./jun. 2004.

CLEVELAND, Cutler J. & RUTH, Mathias. Capital humano, capital natural e limites biofísicos no processo econômico. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável, Políticas Públicas**. São Paulo: Cortez. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, p. 131-164, 1997.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. **Equidade intergeracional na partilha dos benefícios dos recursos minerais**: a alternativa dos Fundos de Mineração. Revista Iberoamericana de Economia Ecológica. 2006. Vol. 5: 61-73.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. **Maldição ou Dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB. Brasília, agosto, 2007.

FABER, Malte. **How to be an ecological economist**. Ecological Economics 66, 2008, p. 1-7.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. The Entropy Law and the Economic Problem. In: DALY, Herman & TOWNSEND, Kenneth N. **Valuing the Earth: economics, ecology, ethics**. The MIT press. Cambridge, Massachusetts, 1993, p. 75 - 88.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro. Garamond, 2008.

SOLOW, Robert M. **The Economics of Resources or the Resources of Economics**. The American Economic Review, Vol. 64, Nº 2. May, 1974.