

# *From the “cowboy economy” to the “spaceman economy”*: reflexões sobre a pesquisa em Economia Ecológica

*Daniel Caixeta Andrade*<sup>1</sup>

*Debora Nayar Hoff*<sup>2</sup>

*Junior Ruiz Garcia*<sup>3</sup>

## **Resumo:**

O caráter transdisciplinar e plural da Economia Ecológica potencializa o espectro de suas análises, mas também pode resultar em aspectos negativos, como a excessiva dispersão dos esforços de pesquisa e a conseqüente capacidade limitada de influenciar a prática de políticas. Tomando por base esta problemática, o presente artigo chama a atenção para a necessidade de um maior enfoque da Economia Ecológica em duas áreas emergentes e intrinsecamente relacionadas. De um lado, tem-se uma abordagem “microeconômica ecológica”, cujos princípios básicos partem da crítica de Nicholas Georgescu-Roegen à teoria da produção neoclássica e desdobram nos avanços mais recentes da Ecologia Industrial e Bioeconomia. De outro, uma perspectiva “macroeconômica ecológica”, cuja principal premissa é o reconhecimento de limites termodinâmicos à expansão física do sistema econômico. A demarcação destas duas frentes para a pesquisa em Economia Ecológica não minimiza a pluralidade de suas ideias. Ao contrário, o delineamento das respectivas variáveis de interesse demonstra a necessidade de esforços transdisciplinares de pesquisa e a ineficácia de instrumentos puramente econômicos para tratar adequadamente os desafios socioambientais contemporâneos.

**Palavras-chave:** Economia Ecológica, “macroeconomia ecológica”, “microeconomia ecológica”, ecoeficiência, limites termodinâmicos.

## **Abstract:**

The transdisciplinary and plural nature of Ecological Economics enhance the spectrum of this analyses. However, these features can also have negative effects, such as an excessive dispersion of research results and therefore limited ability to influence policy practice. Based on this issue, this article draws attention to the need for a greater focus on two emerging and intrinsically related areas within Ecological Economics. On one hand, we argue for an “ecological microeconomics” approach, which basic principles derive from Nicholas Georgescu-Roegen's critique on the neoclassical production theory and unfold in the most recent advances in Industrial Ecology and Bioeconomics. On the other hand, an “ecological macroeconomics” perspective, which core premise is the recognition of thermodynamic limits to the physical expansion of the economic system. The demarcation of these two fronts for Ecological Economics research does not minimize the plurality of its ideas. On the contrary, emphasizing the main variables in each approach demonstrates the need to carry out transdisciplinary research, as well the ineffectiveness of purely economic instruments to address contemporary socio-environmental challenges.

**Keywords:** Ecological Economics, “ecological microeconomics”, “ecological macroeconomics”, ecoefficiency, thermodynamic limits.

---

<sup>1</sup> Professor Associado do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: daniel.andrade@ufu.br.

<sup>2</sup> Professora Associada do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Pampa (*campus* Santana do Livramento). E-mail: deborahoff@unipampa.edu.br.

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná e Pesquisador-Produtividade do CNPq. E-mail: jrgarcia89@gmail.com.

## Introdução

O título deste artigo é uma referência explícita à metáfora utilizada pelo economista anglo-americano Kenneth Boulding para se referir à necessidade de se incorporar seriamente a noção de limites na teoria econômica. Já em meados da década de 1960, Boulding (1966) e outros autores chamavam a atenção para a crescente degradação ambiental derivada do intenso crescimento econômico do pós 2ª Guerra Mundial.

Desde então, um longo percurso teórico e institucional foi percorrido até se chegar à formalização do conceito de desenvolvimento sustentável, na década de 1980, e à ratificação pelas Nações Unidas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O âmago das discussões tratadas foi a possibilidade de compatibilização entre crescimento econômico e preservação ambiental, e a ideia de sustentabilidade, elevada à categoria de um novo valor compartilhado pela humanidade, sagrou-se como o mantra reproduzido por acadêmicos, políticos e ativistas em geral. As preocupações com o futuro da humanidade ensejaram o concerto internacional de atores políticos para proporem medidas eficazes que evitem a rápida e irreversível deterioração das condições de vida no planeta Terra em face da crescente perda de biodiversidade e emergência climática.

A efervescência deste debate foi crucial para movimentos importantes no âmbito das ciências econômicas. Em meados do século XX consolidou-se a Economia Ambiental (EA), um ramo de estudo no *mainstream* neoclássico que se preocupava em dar respostas convincentes de política econômica para atenuar os impactos negativos das externalidades ambientais sobre o bem-estar dos agentes. A incorporação da temática ambiental no esquema analítico já consolidado da teoria econômica convencional pode, em última instância, ser considerado um típico exemplo de “cheia do *mainstream*” (Possas, 1997).

A insatisfação gerada pelo excesso de reducionismo e economicismo no tratamento das relações do trinômio natureza-sociedade-sistema econômico resultou, em fins da década de 1980, no surgimento da Economia Ecológica (EE), considerada como um campo de pesquisas (ou um “riacho científico”) transdisciplinar e plural capaz de transcender os limites da economia e ecologia convencionais. Partindo do princípio de que ambas as disciplinas possuem um objeto de estudo comum – o *oikos* (ou casa) – a EE pretende, por meio de uma visão ontológica e epistemológica que lhe é própria, reconciliar as trajetórias das análises econômicas e ecológicas de modo a oferecer um novo paradigma de compreensão da realidade biofísica dos processos econômicos e sociais.

A despeito dos avanços conceituais e metodológicos, a passagem para o século XXI mostrou que até o momento a teoria econômica não foi capaz de dar uma resposta eficaz à problemática ambiental. Ao contrário, avolumam-se evidências empíricas de ameaças à estabilidade do tecido ecológico que propiciou o processo civilizador humano ao longo de quase doze milênios. Como

resultado, o Antropoceno emerge como um novo período geológico em que a atividade humana se apresenta como uma força geológica capaz de alterar a dinâmica do sistema Terra (Crutzen, 2006; Marques, 2016; Veiga 2019).

Adotando-se a premissa de que a EE oferece o instrumental analítico e conceitual necessário para o enfrentamento das crises ecossociais contemporâneas, é instigante o fato de que a perspectiva econômico-ecológica ainda se localiza à margem do debate acadêmico e político. Paradoxalmente, ao mesmo tempo que a natureza transdisciplinar e plural da EE lhe rende evidentes vantagens em termos da abrangência de suas análises, ela pode enfraquecer sua própria identidade e limitar a sua capacidade de influência na proposição de políticas.

Este artigo parte desta problemática e procura contribuir para a demarcação de duas frentes de trabalho dentro da EE. Por hipótese, a sistematização dos elementos que permeiam as análises ambientais nos planos microeconômico e macroeconômico permite uma melhor visualização e estruturação do que aqui se denomina “microeconomia ecológica” e “macroeconomia ecológica”. A intenção é oferecer um panorama geral das variáveis de interesse e das principais temáticas relacionadas a ambas as frentes, estimulando, assim, uma maior aproximação entre correntes já consolidadas do debate econômico e a EE.

O restante do artigo divide-se em quatro seções, além desta introdução e considerações finais. São apresentados os princípios da EE e suas principais diferenças em relação à EA (primeira seção) e considerações sobre a problemática ambiental nos seus níveis micro e macro (segunda e terceira seções, respectivamente). Finalmente, a quarta seção traz uma proposta de síntese para subsidiar futuras pesquisas e sistematizações dos esforços dentro da EE.

## **1. Economia Ecológica: princípios fundamentais**

O tratamento da dimensão ecológica dado pelas ciências econômicas até as décadas de 1960/70 estava marginalizado e disperso. Contudo, com o novo contexto histórico e a emergência de problemas ambientais tanto em escala local como regional, nacional e mesmo global (Mueller, 2007; Sachs, 2008; Trumper et al., 2009; Thomas; Callan, 2010; UNEP, 2014), o *mainstream* econômico (Economia Neoclássica – EN) organizou uma resposta formal à sociedade – a EA (Barbier, 1990; Pearce e Turner, 1990; Faucheux e Noël, 1995; Van den Bergh, 1998; 2001).

É importante ressaltar que a EA está assentada basicamente no âmbito da teoria microeconômica ortodoxa, centrada na eficiência de uso dos recursos naturais (Barbier, 1990; Pearce e Turner, 1990; Faucheux e Noël, 1995) e no conceito de externalidades (Goodland e Ledec, 1987). Ainda, a EA considera que os recursos naturais, seja pelo provimento de insumos, seja por sua capacidade de assimilação de dejetos, não podem ser considerados um limite absoluto à expansão do

sistema econômico (Romeiro, 2012). Conforme destacam Pearce e Turner (1990), entre 1870 e 1970 os economistas neoclássicos (com raras exceções) acreditavam na crença de que o sistema econômico poderia crescer indefinidamente, pressuposto que ainda permanece no núcleo duro da economia neoclássica. Como desdobramento, o conceito de desenvolvimento sustentável dentro da perspectiva neoclássica é compreendido e tratado de forma reducionista.

Em função das históricas limitações teórico-metodológicas da EN (Georgescu-Roegen, 1971; Christensen, 1989; Mueller, 2007; Cechin e Veiga, 2010), mantidas em sua abordagem ambiental, alguns pesquisadores organizaram na década de 1980 uma resposta alternativa, consolidada na EE (Proops, 1989; Costanza, 1989 e 1994; Van den Bergh, 2001; Ropke, 2004; Daly e Farley, 2011)<sup>4</sup>. A EE tem sido a principal abordagem crítica às propostas da EA para incorporar a problemática ambiental na análise econômica (Ropke, 2004), e um fórum para análise e debate das interações dinâmicas entre o sistema natural e socioeconômico no longo prazo (Proops, 1989).

Contudo, o alcance das propostas da EE ainda permanece distante ou marginal das discussões acerca da relação entre o sistema econômico e o sistema natural, tanto no ensino de economia como no debate político, ambos comandados pelas propostas da EN<sup>5</sup>. Neste aspecto, esta seção objetiva apresentar sucintamente as premissas básicas da EE e suas principais diferenças com relação à EA.

O principal objetivo da EE é analisar as relações entre o sistema natural e o sistema socioeconômico *lato sensu*, uma vez que essas relações estão no centro dos problemas ambientais e sociais (Costanza, 1989). Contudo, diferentemente da proposta da EA, caracterizada como economicista, porque todas as suas propostas recomendam que a gestão ambiental seja realizada pelo mercado – soluções via mercado – (Pearce e Turner, 1990; Faucheux e Noël, 1995; Mueller, 2007), o corpo teórico da EE é integrado por diversas áreas do conhecimento, como ecologia, física, biologia e uma série de outras ciências naturais e sociais, além é claro da economia (Costanza, 1989; Van den Bergh, 2001; Ropke, 2004; Mueller, 2007). Assim, a EE apresenta uma proposta mais holística para analisar as relações entre o sistema natural e o sistema socioeconômico (Ropke, 2004). Neste sentido, a abordagem metodológica apresentada pela EE não é monodisciplinar, como à apresentada pela EA, mas transdisciplinar<sup>6</sup> (Costanza, 1994), pois não existem problemas que possam ser tratados por um único campo do conhecimento, em especial os problemas econômicos.

---

<sup>4</sup> Anterior à década de 1980 não era incomum o uso da expressão *biophysical economics* (Cleveland, 1987) para se referir ao conjunto de ideias que hoje conformam o núcleo duro da moderna EE. A formalização desta se deu pela criação da *International Society for Ecological Economics* (ISEE) em 1988 (primeira conferência em 1990) e o lançamento do periódico *Ecological Economics* em 1989. Ver Ropke (2004, 2005) para uma análise histórica do surgimento da EE e suas recentes tendências de desenvolvimento.

<sup>5</sup> Ver Spash e Ryan (2012) para uma interessante discussão sobre escolas de pensamento econômico, heterodoxia e meio ambiente.

<sup>6</sup> A perspectiva transdisciplinar procura integrar e sintetizar conhecimentos de inúmeras áreas do conhecimento (científico ou não), que não tem por objetivo criar uma nova disciplina, mas é uma forma pluralística de se abordar a problemática ambiental (Costanza, 1994).

Neste aspecto, a EE é caracterizada por sua pluralidade (Ropke, 2004; Mueller, 2007), não sendo uma abordagem puramente economicista. A pluralidade proporciona a construção de uma *visão mais integrada, holística, biodinâmica e biofísica das inter-relações entre o sistema natural e o sistema socioeconômico, cujo objetivo central é fornecer contribuições estruturais para a solução de problemas ecológicos em diversas escalas espaciais e temporais* (Costanza, 1994). Essa abordagem tem sido caracterizada como *transdisciplinar*, porque pretende ultrapassar as fronteiras convencionais dos campos de conhecimento (Costanza, 1994).

Os principais elementos que podem caracterizar a proposta da EE como uma ruptura real com a EA estão sintetizados no (Quadro 1).

Quadro 1 – Elementos que caracterizam a Economia Ambiental e a Economia Ecológica

<b>Elementos</b>	<b>Economia Ambiental</b>	<b>Economia Ecológica</b>
Visão de mundo	O sistema socioeconômico é um sistema isolado e autocontido.	O sistema socioeconômico é um subsistema aberto do sistema natural.
Escala	Macro – escala ótima	Micro – alocação ótima
Abordagem epistemológica	Física mecânica	Termodinâmica e biológica
Hipótese ambiental	Tênue: sistema natural é passivo e neutro.	Aprofundada: sistema natural é frágil e pode se desestabilizar.
Noção de sustentabilidade	Sustentabilidade fraca	Sustentabilidade forte
Perspectiva temporal	Curto/médio prazo	Longo prazo
Noção de “metabolismo” da dinâmica econômica	Fluxo circular monetário da renda e do produto.	Fluxo biofísico e químico de energia e matéria.
Processo produtivo	Ignora as diferenças qualitativas entre os fatores de produção.	Reconhece as diferenças qualitativas entre os fatores de produção.
Otimismo/pessimismo	Otimismo tecnológico.	Pessimismo tecnológico ou ceticismo prudente.

Fonte: preparado pelos autores com base em Georgescu-Roegen (1971, 1975); Van den Bergh (2001); Mueller (2007); Cechin (2010); Cechin e Veiga (2010).

É interessante observar que desde sua formalização alguns autores da EE realizam um permanente e profícuo debate sobre o real significado da palavra *transdisciplinaridade*. Adotou-se, desde o início, uma perspectiva plural<sup>7</sup>, no sentido de que diversas abordagens teóricas e metodológicas são bem-vindas (inclusive neoclássicas) para o tratamento da complexidade dos problemas socioeconômicos e ecológicos. Todavia, não são incomuns críticas a este posicionamento. Autores como afirmam Özkaynak et al. (2012), Spash (2012) e Saes e Romeiro (2018) afirmam que uma postura teórico-metodológica excessivamente aberta e heterogênea pode ser benéfica no sentido de que aumenta o espectro de contribuições da EE. Entretanto, corre-se o risco de uma desnecessária

<sup>7</sup> Ver Nogaard (1989).

diluição de suas proposições e consequente perda de identidade e unicidade dentro do próprio campo de pesquisas econômico-ecológicas.

A indefinição de um eixo metodológico exclusivamente econômico-ecológico não deve ser vista, contudo, como um demérito da EE. Ao contrário, evidencia a natureza de permanente evolução do paradigma econômico-ecológico, tornando-o dinâmico, flexível e propenso a incorporar diferentes técnicas e procedimentos de análise, desde que estejam conectados a uma visão sistêmica das relações entre os sistemas natural e econômico.

Do ponto de vista epistêmico, entre os autores da EE é unânime a rejeição à inspiração mecanicista da teoria econômica convencional. Aqui, a grande referência teórica provém de Nicholas Georgescu-Roegen, em sua crítica seminal à teoria da produção neoclássica e a forma como o processo produtivo é representado (Georgescu-Roegen, 1971). Como consequência, as análises econômico-ecológicas devem incorporar as leis da termodinâmica, especialmente a lei da entropia, pois se reconhece a natureza entrópica do sistema econômico e sua complexidade exossomática (Georgescu-Roegen, 1975)<sup>8</sup>.

Sobre a relação entre crescimento econômico e degradação ambiental, a abordagem proposta pela EE é considerada pessimista ou de ceticismo prudente, uma vez que reconhece o elevado grau de incerteza sobre a capacidade de o desenvolvimento tecnológico superar as limitações impostas pelo ecossistema ao crescimento econômico (Daly e Farley, 2011,). A incerteza também aparece na análise da dinâmica dos ecossistemas e sua relação com o sistema econômico (Mueller, 2007; Van den Bergh, 2001). Neste sentido, a EE é vista como cética ao assumir que parcela dos *recursos naturais é finita e insubstituível*, e que os ganhos de eficiência serão compensados de maneira negativa pelo aumento da *escala* da atividade econômica e pelas escolhas dos consumidores, que, geralmente, privilegiam bens intensivos em energia e estilos de vida material-intensivos (World Resources Institute – WRI, 2000; Checin e Veiga, 2010).

Escala econômico-ecológica (ou apenas escala) está associada à capacidade de suporte (*carrying capacity*) do sistema natural (Lawn, 2001; Malghan, 2010). Grosso modo, pode-se defini-la como a dimensão relativa entre duas entidades, quais sejam, o sistema natural (que não se expande) e o sistema econômico (que se expande ou contrai). Em seu sentido comum, escala remete à noção de “uma proporção desejável entre duas entidades” (Malghan, 2006). É um dos três principais pilares da EE (escala sustentável e ótima, distribuição justa e alocação eficiente). Diferentemente da análise convencional da EA, os economistas ecológicos alegam que a eficiência alocativa e a justiça distributiva devem ser perseguidas apenas após a escala ecologicamente sustentável do sistema econômico ter sido adequadamente considerada. Em outras palavras, a EE considera que o estudo das

---

<sup>8</sup> Ver Gowdy e Mesner (1998) para uma análise sobre a evolução do pensamento de Georgescu no campo da bioeconomia e suas principais ilações de políticas ambiental e social.

escalas precede os outros dois objetivos e que para cada tipo de objetivo independente de política deve-se ter um instrumento independente e adequado (Daly, 1992)<sup>9</sup>.

Conforme Malghan (2010), a concepção de escala como uma variável de interesse representa uma mudança ontológica importante em relação às análises neoclássicas. Os economistas ecológicos advogam que questões sobre sustentabilidade biofísica são melhor compreendidas em termos de escala e não devem ser subsumidas apenas aos problemas de alocação e distribuição. Para Romeiro (2012), a abordagem da EE inverte, portanto, a lógica de decisão apresentada pela EA. Primeiramente deve ser definida, a partir de parâmetros ecológicos de sustentabilidade, a escala disponível de recursos naturais. Uma vez definidos os limites de uso dos recursos naturais, discutir-se-á o problema da sua distribuição entre os diversos agentes envolvidos, com base em critérios de justiça social. Por fim, a alocação eficiente dos investimentos ficará a cargo do mercado, mas baseada nas restrições ecológicas e sociais (Daly e Farley, 2011).

Os economistas ecológicos apontam, ainda, como irracional a pressuposição de que o desenvolvimento tecnológico removeria todo e qualquer limite imposto pelo sistema natural ao crescimento econômico (Romeiro, 2012), como tem sido considerado pela EA. Este entendimento da EE se desdobra em uma visão crítica em relação à estilizada Curva de Kuznets Ambiental (CKA), fundamentada no argumento de que nela não são levados em conta os atributos de resiliência ecossistêmica (Arrow et al., 1995).

## **2. Sistema Produtivo e Meio Ambiente: o nível micro de análise**

Ao se olhar para o sistema econômico, em especial o produtivo, a partir dos preceitos da EE, percebe-se o quão distantes estão das noções complexas da hierarquia necessária entre eles e os ecossistemas. Neste caso, os sistemas econômico e produtivo deveriam estar subordinados aos limites e características dos ecossistemas. Distantes também estão da complexidade das inter-relações inerentes aos ecossistemas, às quais pressupõem interdependência entre fluxos e processos dos vários agentes que os compõem, levando o sistema a um intercâmbio dinâmico de materiais e energia e a um equilíbrio/desequilíbrio permanente, interativo e evolutivo (Bey, 2001).

Neste sentido, uma das grandes críticas ao sistema produtivo constituído na economia contemporânea diz respeito à concepção de seu design. O modelo industrial tradicional vigente, em âmbito mundial e desde a Revolução Industrial, pode ser classificado como um modelo linear de utilização de energia e recursos ou um modelo que se aproxima da Ecologia Tipo I<sup>10</sup>. Este modelo

---

<sup>9</sup> A seção 3 retomará esta discussão dada a sua importância no âmbito da análise macroeconômica.

<sup>10</sup> De acordo com Pacheco (2013), um sistema que se aproxima da Ecologia Tipo I teria as seguintes características: i) protossistema quase linear; ii) fluxos de matéria e energia advindos da fonte primária até a formação de resíduos são

seria típico de formas ineficientes de metabolismo, a exemplo das formas mais primitivas de vida, nas quais não há ligação entre os fluxos de matéria e energia entre uma fase e outra do processo. Ainda considerando o modelo, não se teria preocupação quanto à escassez de recursos (que são considerados ilimitados) ou com o destino final dos subprodutos do processo (Allenby, 1992; Jelinski et al., 1992; Graedel, 1994; Chertow, 2000, 2004 e 2007).

Em contrapartida, buscando-se a construção de uma industrialização sustentável (Cantlon e Koenig, 1999) seria necessário pensar o processo produtivo de forma mais fechada, mais próxima a modelos mais complexos, os quais permitam o resgate do limite dos recursos e da impossibilidade de desconsideração das perdas, resíduos e subprodutos no ciclo. Mesmo considerando o limite imposto pela entropia para o fechamento completo de ciclos produtivos (Georgescu-Roegen, 1971; Mueller, 1999; Cechin e Veiga, 2009), a aproximação do sistema produtivo desta noção permitiria a construção de processos mais eficientes e com menor impacto ambiental tanto no acesso a recursos naturais (no início do processo), quanto na redução das perdas e desperdícios (ao longo do processo)<sup>1112</sup> (Allenby, 1992; Jelinski et al., 1992; Graedel, 1994; Chertow, 2000, 2004 e 2007).

Resgatadas as preocupações inerentes aos processos de produção no que diz respeito à linearidade de seus fluxos, iniciativas em direção a pensamentos mais complexos precisam ser destacadas no esforço contemporâneo de se construir um sistema econômico mais adequado aos limites biofísicos em que se insere. Existem espaços a serem ocupados dentro da EE, dentre os quais aquele focado para as questões microeconômicas voltadas ao comportamento da firma. A firma, e por consequência o sistema produtivo, é um ator importante a ser considerado no processo de construção de uma economia sustentável, uma vez que é a este ator que fica imputada a responsabilidade por transformar insumos em produtos, atendendo às necessidades da sociedade (Shrivastava, 1995; Hoffmann, 2001; Banerjee, 2001; Dowbor, 2001; Steurer et al., 2005).

Nas palavras de Guerreiro Ramos (1989), cabe à firma o papel de racionalidade instrumental (como fazer), enquanto cabe à sociedade a racionalidade substantiva (o que fazer) (Serva, 1993, 1996, 1997; Swanson, 1999; Steurer et al. 2005). Se a sociedade sinaliza de diversas formas a necessidade de se construir um sistema econômico sustentável, então é necessário redesenhar os processos produtivos porque é por ali que uma parte importante da mudança ocorrerá (Shrivastava, 1995;

---

independentes; iii) recursos são ilimitados; por essa razão, não há necessidade de se criarem mecanismos de reciclagem/reuso de inputs/outputs; iv) resíduos são ilimitados.

<sup>11</sup> Aqui se estaria sinalizando a aproximação do sistema de produção daquilo que Allenby (1992), Jelinski et al. (1992) e Kronos (2007) vão chamar de Ecologia Tipo II e Ecologia Tipo III. De acordo com Pacheco (2013), a Ecologia Tipo II seria um modelo quase-cíclico do fluxo de energia e matéria, enquanto a Ecologia Tipo III é caracterizada pela reciclagem ou reuso de toda a matéria e energia pelos entes que compõem o sistema, necessitando apenas de um fluxo de entrada (radiação solar).

<sup>12</sup> Ressalte-se que alguns setores produtivos, cujo aproveitamento de insumos químicos é determinante de seus custos e competitividade, vêm, ao longo do tempo, perseguindo a construção de arranjos produtivos de maior complexidade, distanciando-se da Ecologia Tipo I e aproximando-se da Tipo II (Hoff, 2008; Pacheco, 2013).



Hoffmann, 2001; Banerjee, 2001; Dowbor, 2001; Steurer et al., 2005). No entanto, por pressupostos da EE, a racionalidade instrumental é limitada para a construção de um sistema econômico e produtivo mais adequado. Pode servir de alternativa a noção de racionalidade ambiental (que indica a necessidade de estabelecimento de nova racionalidade para suportar ações concretas pró desenvolvimento sustentável). Se adotada a racionalidade ambiental, então os limites dos recursos e a necessidade de pensar o sistema como algo fechado, tornam-se ainda mais emergentes (Leff, 2006).

Esta percepção ajuda a conformar a lacuna mencionada na construção teórico-empírica da EE, a qual precisa ser trabalhada. Parece acertado dizer que grande parte do esforço de análise tem se apoiado nas ferramentas oferecidas pelo instrumental neoclássico. Como visto, a EA é fundamentalmente solidificada na teoria microeconômica convencional. No entanto, é possível encontrar esforços que transcendem o paradigma neoclássico, já feitos em outras áreas, especialmente em relação à firma, as quais são passíveis de aproximação com a EE, uma vez que possuem referências de partida comuns.

Este é o caso da Ecologia Industrial (EI). De acordo com Kronenberg (2006), existem referências cruzadas entre a EE e a EI<sup>13</sup>, tanto no seu arcabouço teórico, quanto no seu desenvolvimento histórico. Para o autor, apoiado por Cleveland (1999), Cantlon e Koenig (1999), Koenig e Cantlon (2000), Duchin e Hertwich (2003) e Andrews (2001), as áreas estão intimamente relacionadas, sendo a EE relativamente mais ampla, englobando a EI.

Para Kronenberg (2006) a EI compartilha dos três tipos de consideração da EE (biofísico, econômico e estratégico), mas refere-se a eles de forma mais estreita, principalmente aquilo que se aplica para a indústria e para os produtos. Compartilham suas suposições básicas (paradigmas, visão pré-analítica ou modelos mentais). Economistas ecológicos poderiam também concordar com os princípios mais específicos da Ecologia Industrial e seus principais elementos.

Complementarmente, Ehrenfeld (2004) indica que a EI impulsiona-se daquilo que se convencionou chamar de metáfora biológica ou ecológica. Esta metáfora pode ser observada por ideias objetivas como o metabolismo industrial, ecossistema industrial fechado, redes de alimentação tecnológica ou simbiose industrial. Neste sentido, a EI sinaliza (e busca construir) o estabelecimento de uma rede ecológica de atores interconectados trocando material e energia. Ainda para o autor, alguns enxergam esta metáfora como ontológica – um caminho para ampliar os limites do pensamento. Outros enxergam a metáfora como normativa, providenciando guias prescritivas para o desenho de um mundo mais sustentável.

Pensar a EI dentro de um enfoque micro é justificado por sua área de atuação. A afirmativa de Ehrenfeld (2004) do parágrafo anterior indica que esta área se preocupa com o espaço das relações

---

<sup>13</sup> Ver Cruz et al. (2018) para uma análise sobre as convergências entre EE e Ecologia Industrial.

da firma e do processo de produção. Para Gibbs e Deutz (2007), a EI compreende tanto uma teoria acadêmica quanto uma ferramenta política. No primeiro caso, caracteriza-se pela análise descritiva dos fluxos de matéria e energia dos sistemas industriais. No segundo caso, tem uma abordagem prescritiva, buscando oferecer tanto medidas práticas quanto soluções concretas para os gestores de negócio e aqueles envolvidos na constituição de políticas.

Corroborando com estas afirmativas, Duchin e Hertwich (2003) indicam que a EI é um campo novo, com raízes na engenharia e na gestão. Vão afirmar ainda que enquanto o seu nível micro de análise é composto por balanços físicos para um crescente número de materiais e unidades espaciais, o nível macro está preocupado com a formulação e avaliação de opções para tomadores de decisão que são chave dentro do sistema. Como muitos outros campos, existem desafios substanciais em alcançar ligações conceituais e operacionais entre os níveis micro e macro. Um esforço para a construção de um nível mesoanalítico é representado pelas análises acerca dos ciclos de vida dos produtos e das matrizes insumo-produto e pela crescente ligação entre elas, o que também converge para a abordagem da microeconomia.

Considerando aspectos conceituais, Frosch e Uenohara (1994) indicam que a EI fornece um enfoque sistêmico e integrado que auxilia o manejo dos impactos ambientais provocados pelos processos industriais. Esta abordagem sinaliza ser necessário o entendimento apropriado: i) dos fluxos de recursos presentes no sistema produtivo; ii) dos usos alternativos e possíveis para os resíduos e subprodutos; iii) de mecanismos que estimulem o uso ótimo de materiais e energia, como o mercado, incentivos e estruturas regulatórias. Já Allenby (1992b) considera a EI como o instrumento por meio do qual um estado de desenvolvimento sustentável pode ser garantido. Neste sentido, ela apresenta uma visão sistêmica da atividade industrial e de sua inter-relação com os sistemas biológicos, físicos e químicos. Além disso, considerada a permanente evolução econômica, cultural e tecnológica, busca sustentar a qualidade de vida indefinidamente por meio desta visão sistêmica da atividade industrial.

Apesar de não se ter uma definição única da EI e de ainda não se constituir de um corpo teórico unificado, Jelinski et al. (1992, p. 796) apontam propriedades que se fazem presentes em diversas análises já realizadas dentro da EI, as quais contribuem para a definição de seus princípios, enquanto abordagem.

- i. A EI é proativa, e não reativa, denotando o pragmatismo que lhe é característico;
- ii. Sua abordagem é *designed-in*, e não *added-on*: ou seja, as ações sob o enfoque ecológico-industrial não devem ser incrementais. Ao contrário, busca-se a mudança, via o (re)desenho dos processos e dos produtos sob uma nova perspectiva, pautada na visão de limites que está entre os fundamentos da abordagem;

- iii. A EI é flexível e não rígida: considera que as estruturas industriais se inserem em ambientes dinâmicos, devendo ser capazes de responder às mudanças tecnológicas, limitações e oportunidades deste contexto de inserção;
- iv. É uma abordagem abrangente e não estreita: busca soluções para além dos limites da firma, da região, do país ou da cultura vigente;
- v. Pode ser considerada uma abordagem complexa, uma vez que, segundo Andrews (1999) e Lifset e Graedel (2002), são frequentes os termos “holístico”, “sistêmico”, “visão quanto ao longo prazo”, “simpatia por formas de análise e pesquisa de viés multi e interdisciplinar”.

Consideradas estas características, a EI envolve-se com o exame dos usos e fluxos materiais e energéticos em produtos, processos, setores industriais e economias, no âmbito local, regional e global. Foca no papel potencial da indústria em reduzir as cargas ambientais por meio do ciclo de vida do produto, desde a extração de matérias-primas, passando pela produção de bens, até o uso destes bens e o gerenciamento das perdas resultantes. Seus tópicos incluem estudos sobre fluxos de material e energia (metabolismo industrial), desmaterialização e descarbonização, planejamento do ciclo de vida, design e avaliação, design ambiental, responsabilidade estendida do produtor (*product stewardship*), ecossistemas industriais ou eco-parques industriais (simbiose industrial) e políticas ambientais orientadas ao produto (Ayres, 1989; Socolow et al., 1994; Graedel e Allenby, 1995; Leifset, 1997; Cleveland, 1999; Duchin e Hertwich, 2003).

### **3. Sistema econômico e meio ambiente: o nível macro de análise**

Em ciências econômicas, o nível macro de análise é dominado quase que exclusivamente por apenas um objetivo: *o crescimento econômico*<sup>14</sup>. Por que algumas nações se tornam ricas e outras permanecem pobres? Para Helpman (2004, p 16), “*economists have asked this question since the days of Adam Smith. Yet after more than two hundred years, the mystery of economic growth has not been solved*”. Sendo o crescimento econômico o principal objetivo da análise macroeconômica, seus possíveis determinantes – acumulação de capital físico e humano, progresso técnico e inovações, aspectos institucionais e políticos, entre outros –, são objeto de intensa investigação por parte dos macroeconomistas (JONES, 2002).

Em Busato et al. (2015) tem-se uma importante coletânea de artigos com o objetivo de apresentar as diversas escolas de macroeconomia no pensamento econômico. Ali, enquanto a palavra “crescimento” (inserida em expressões como “crescimento econômico”, “taxa de crescimento”, “crescimento do PIB” ou “crescimento do produto”) aparece mais de duas vezes em média por artigo,

---

<sup>14</sup> Ver Romeiro (2017) para uma narrativa sobre as origens político-culturais do crescimento econômico.

expressões como “meio ambiente”, “economia ecológica”, “ecologia”, “recursos naturais”, “poluição” e “sustentável” não tiveram nenhuma aparição em toda a coletânea, o que demonstra inequivocamente a marginalidade histórica das discussões ambientais nas abordagens estabelecidas da teoria macroeconômica. Percebe-se, todavia, que esta negligência tende a ser revista em face da exacerbação dos problemas ambientais, principalmente a emergência climática. Por outro lado, como afirmam Spash e Ryan (2012, p. 1098):

*Ecological economics is particularly weak on macroeconomic issues and, if anything, has tended to use economic equilibrium theories and concepts of capital, which are inconsistent with some of its basic premises about systems functioning derived from ecology. A more heterodox macroeconomic approach, sharing basic methodological concerns, would therefore be a significant step forward, and there has been some attempt to start a dialogue between post-Keynesians and ecological economists. However, the role and meaning of macroeconomic growth is a core area where disagreement seems most likely”.*

Para os economistas ecológicos, a “falha” da análise macro em incorporar temas ambientais pode ser explicada parcialmente pelo papel histórico atribuído ao crescimento econômico na civilização industrial erigida a partir do século XVIII. Para Daly (2007, p. 26), *“in face of this formidable historical consensus favoring growth as the general panacea, now come the ecological economists to challenge and criticize today’s standard economists for “growthmania” – for abstracting from environmental and social limits to growth”*.

Como desdobramento direto de sua visão pré-analítica – o sistema econômico (aberto) é um subsistema da biosfera (fechada) –, a EE apresenta preocupação central com as limitações biofísicas impostas ao crescimento econômico. Emerge daí uma categoria analítica distintiva da EE, qual seja, a escala econômico-ecológica (ou simplesmente “escala”). O principal desafio da EE é incorporar a ideia de *limites ao crescimento* ao nível de análise macro, liderando o surgimento e a consolidação da macroeconomia ecológica (HARDT e O’NEILL, 2017)<sup>15</sup>.

Embora ainda não formalmente consolidada, a macroeconomia ecológica é uma subdisciplina emergente da EE que, grosso modo, objetiva: *“... investigar, tanto do ponto de vista qualitativo e quantitativo, as possibilidades teóricas e práticas (políticas) de se compatibilizar o metabolismo socioeconômico – o throughput – à escala sustentável do sistema ecológico em nível global* (Romeiro et al. 2018, p. 153). Intenta ser uma estrutura teórica capaz de fornecer os elementos analíticos

---

<sup>15</sup> Ver também o número especial do periódico *Ecological Economics* publicado em 2016 sobre a macroeconomia ecológica (ECOLOGICAL ECONOMICS, 2016).

necessários para o desenvolvimento e compreensão de um sistema econômico cuja estabilidade (econômica e social) não seja exclusivamente dependente de sua própria expansão física.

Sua justificativa principal é que há um dilema macroeconômico fundamental que apenas poderia ser enfrentado por uma visão ecológica do sistema macroeconômico: se de um lado o crescimento econômico é insustentável no longo prazo dadas as limitações biofísicas impostas, por outro o baixo desempenho econômico (ou ausência de crescimento econômico) pode ser um fator de desestabilização social. É preciso, portanto, repensar, nos moldes de uma nova arquitetura macroeconômica, os elos de interdependência entre resiliência ecossistêmica, expansão econômica e seu financiamento, estabilidade social (geração de empregos e distribuição justa) e qualidade de vida.

Saes (2013) e Saes e Romeiro (2019) procederam a uma abrangente revisão teórico-metodológica das principais iniciativas de integração entre macroeconomia e meio ambiente a partir da EE. Os autores recuperam contribuições importantes da década de 1990 como a proposta de Heyes (2000) para incorporação de variáveis ecológicas ao tradicional modelo IS-LM por meio de uma curva de capacidade ecológica. Em seu modelo, “ $\epsilon$ ” é o parâmetro que capta a “intensidade ambiental” da atividade econômica, sendo “ $\epsilon$ ” uma função de “ $R$ ”, a taxa de juros real de longo prazo, e “ $A$ ”, um parâmetro institucional que capta o estado do desenvolvimento das regulações ambientais.

Apesar de ter como limitação principal o tratamento do sistema econômico como isolado (Saes, 2013), o modelo de Heyes (2000) foi uma importante resposta ao chamamento inicial feito por Daly (1991, p. 33): *is there not a neglected connection between the environment and the macroeconomics we teach? If there is no such thing as environmental macroeconomics in our textbooks, should there be? If so, what would it look like?* Para este autor, quando se considerava o nível macroeconômico, não havia nenhum tipo de menção aos custos de oportunidade de expansão do sistema econômico.

Por custos de oportunidade do crescimento entende-se principalmente (mas não somente) as perdas de capital natural na forma de redução dos estoques de recursos renováveis e não renováveis (combustíveis fósseis e depleção da biodiversidade) e desestabilização de serviços ecossistêmicos imprescindíveis (como a regulação climática e a assimilação de rejeitos da atividade econômica). Na teoria macroeconômica convencional, o capital natural não é reconhecido como uma entidade importante, cujas perdas poderiam gerar custos que poderiam anular os benefícios gerados pelo crescimento econômico. Um dos efeitos alucinógenos provocados pelo “feitiço de crescimento do PIB” – *the GDP growth spell* – é a crença de que crescimento econômico é sempre possível e desejável, desconsiderando-se a possibilidade do *crescimento não econômico* (Daly, 1999).

A relevância das contribuições de Herman Daly não está circunscrita apenas ao pioneirismo de sua crítica ao paradigma crescimentista. Este autor também se destaca pelas suas contribuições

dentro da chamada economia do estado estável (*steady state economy*)<sup>16</sup>, cuja inspiração remonta a Jonh Stuart Mill. Nas palavras de Daly (1993, p. 814):

*An economy in sustainable development, a steady-state economy, is one whose scale (that is, resource throughput, equal to population times per capita resource use) remains constant at a level that neither depletes the environment beyond its regenerative capacity nor pollutes it beyond its absorptive capacity. Such an economy adapts and improves in knowledge, organization, technical efficiency, and wisdom; and it does this without assimilating or accreting an ever greater percentage of the matter-energy of the ecosystem into itself, but rather stops at a scale at which the remaining ecosystem (the environment) can continue to function and renew itself year after year. The nongrowing economy is not static – it is being continually maintained and renewed as a steady-state subsystem in dynamic equilibrium*

O surpreendente é que, a despeito da contribuição “dayliana” para a economia do estado estável e da mencionada proposta de Heyes (2000), foi apenas a partir do fim da primeira década do século XXI que esforços de pesquisa mais sistemáticos foram direcionados à incorporação explícita de variáveis ambientais na análise macroeconômica. O momento crucial que marca este resgate foi a crise financeira de 2008, que para muitos representou uma particular oportunidade para transformações sociais, retomando-se o debate sobre o papel do crescimento econômico nas sociedades industriais modernas (Schneider et al., 2016).

Desde então, questões ambientais – mormente ligadas à emergência climática – têm assumido protagonismo nas arenas políticas e econômicas, estimulando o surgimento de diversos veios de análise convergentes com os princípios básicos da macroeconomia ecológica. Exemplos são os trabalhos de Tim Jackson sobre “economia pós-crescimento” (*post-growth economics*) e “prosperidade sem crescimento” (Jackson, 2009); de Peter Victor (também em parceria com Jackson) sobre modelos econômico-ecológicos (Victor, 2008; Jackson et al., 2016, Jackson e Vitor, 2019). Destacam-se também as tentativas de diálogo entre economistas ecológicos e pós-keynesianos (Fontana e Sawyer, 2016) que apontam para uma *eco-keynesian approach*, além do movimento de decrescimento (*degrowth movement*), cada vez mais identificado como um paradigma acadêmico multidisciplinar (Weiss e Cattaneo, 2017).

Não obstante as diferentes nuances teóricas e metodológicas entre estas iniciativas, todas partem de um entendimento comum: a aproximação perigosa de limiares ecossistêmicos e a

---

<sup>16</sup> Importante enfatizar aqui a diferença entre “*steady-state economy*” (com hífen) e “*steady state economy*” (sem hífen). A primeira, de origem neoclássica, indica uma economia com razões estáveis entre capital e trabalho. A segunda expressão, utilizada por economistas ecológicos, indica uma economia de tamanho estável ou levemente flutuante, na qual a natalidade se iguala à mortalidade e a taxa de produção se iguala à taxa de depreciação.

importância da ideia de limites biofísicos e termodinâmicos como um insumo importante para uma revigorada compreensão da relação entre economia e prosperidade. Dito de outra forma, o elemento convergente nas abordagens recentes e que permite agrupá-las numa emergente macroeconomia ecológica é a retomada do debate sobre limites ao crescimento, cujo principal corolário analítico é a ideia de escala econômico-ecológica. Isto é, a tentativa de definir uma escala ecologicamente sustentável e ótima do ponto de vista macroeconômico torna-se o *summum bonnum* da macroeconomia ecológica.

Em seu nível teórico, a discussão de escalas exige importantes qualificações, já introduzidas por Lawn (2001). A escala ecologicamente sustentável é um problema biofísico, que requer avaliações que não estão ao alcance das análises puramente econômicas. Trata-se de um parâmetro que traduz o limite *máximo* de expansão da atividade econômica sem que haja rupturas na resiliência ecossistêmica. Nesta seara, registram-se os estudos do *Stockholm Resilience Centre*, que em 2009 introduziu a ideia de “fronteiras planetárias” como indicativo dos limites ecossistêmicos. Em seu trabalho original, Rockström et al. (2009) propõem uma estrutura analítica com o objetivo explícito de definir as pré-condições para o desenvolvimento humano no período do Antropoceno<sup>17</sup>. Outro indicador de especial importância aqui é a biocapacidade que, juntamente com a pegada ecológica, ambas estimadas pelo *Global Footprint Network*, procuram mensurar a (in)sustentabilidade do consumo em um dado território.

Por outro lado, escala macroeconômica ótima diz respeito a um problema econômico, embora constrangido por uma restrição ecossistêmica. É uma medida que delimita o ponto a partir do qual uma determinada economia exhibe crescimento não econômico. Remonta à *threshold hypothesis*, tal como proposta por Max-Neef (1995, p. 117): *for every society there seems to be a period in which economic growth (as conventionally measured) brings about an improvement in the quality of life, but only to a point – the threshold point – beyond which, if there is more economic growth, quality of life may begin to deteriorate*. Os indicadores monetários que capturam os custos de oportunidade do crescimento econômico podem servir como parâmetros para a escala ótima – ou *desejável* – de um sistema econômico. Tal é o caso do *Genuine Progress Indicator* (GPI), cujo suporte teórico provém do conceito *fisheriano* de renda e capital (Lawn, 2003).

Por sua centralidade, o estudo teórico e prático das escalas, bem como de suas distinções (escala ecologicamente sustentável – ou escala máxima – e escala ótima), é uma condição *sine qua non* para o embasamento teórico-metodológico da macroeconomia ecológica. Para medi-las é preciso avançar na compreensão dos processos ecológicos complexos que suportam as atividades

---

<sup>17</sup> A abordagem das fronteiras planetárias, inicialmente proposta em 2009, desencadeou uma série de estudos e atualizações. Ver Steffen et al. (2015) e o *website* do *Stockholm Resilience Centre* (<https://www.stockholmresilience.org/>).

socioeconômicas. Atenção especial deve ser dada às inovações metodológicas requeridas. Se por um lado a EE apresenta as bases ontológicas e epistemológicas compatíveis com tamanho desafio, por outro vem historicamente apresentado avanços tímidos na mensuração das escalas<sup>18</sup>.

#### **4. Síntese da micro e macro ecológica: um primeiro esboço**

Na perspectiva econômico-ecológica, as evidências empíricas disponíveis sobre os problemas ambientais (emergência climática e degradação da biodiversidade, entre outros) permitem concluir que houve uma mudança importante no padrão de escassez dos recursos. Para os economistas ecológicos, a trajetória da civilização industrial e suas demandas metabólicas (ou sua “complexidade exossomática”, nas palavras de Georgescu-Roegen) ensejaram a transição de um “mundo vazio” para um “mundo cheio”, no sentido de que o capital natural, outrora abundante, passa a ser o recurso escasso.

Para Daly (2005), a alteração no padrão de escassez dos recursos conduz a importantes questionamentos sobre os objetivos de política econômica. Em suas palavras, *“the global economy is now so large that society can no longer safely pretend it operates within a limitless ecosystem. Developing an economy that can be sustained within the finite biosphere requires new ways of thinking”* (Daly, 2005, p. 100). Por sua vez, Costanza (2009) advoga pela construção de uma “economia do mundo cheio” (*ful-world economics*), na qual as peculiaridades do capital natural (seu rápido esgotamento, não linearidades, etc) sejam consideradas, resultando em uma inversão de prioridades da política econômica (da alocação para preservação).

Desde sua formalização, a EE pretende ser reconhecida como uma abordagem alternativa ao *mainstream* econômico. De fato, a insatisfação gerada pela forma com a qual a questão ambiental havia sido incorporada pela teoria econômica convencional está na origem de construção da EE. Sua natureza heterodoxa pode ser evidenciada por três conjuntos de elementos: i) rejeição à ideia de que os agentes econômicos possuem racionalidade substantiva, convergindo com outras correntes críticas do pensamento econômico; ii) consideração do funcionamento termodinâmico do sistema econômico e de limites biofísicos absolutos à expansão contínua do sistema econômico, marcando o afastamento da EE da epistemologia mecanicista do *mainstream* neoclássico; iii) incorporação explícita da complexidade ecológica e das multifunções do capital natural, com destaque para os conceitos de resiliência ecossistêmica e serviços ecossistêmicos.

Como já foi mencionado na primeira seção, é preciso reconhecer que a EE ainda se mantém periférica nas discussões econômicas, muito embora seja notória uma maior demanda por análises

---

<sup>18</sup> Ver Malghan (2010) para uma proposta de estrutura analítica para a mensuração das escalas biofísicas.



que incorporem variáveis ambientais, em função principalmente do agravamento das questões ambientais<sup>19</sup>. Para Özkaynak et al. (2012), o traço distintivo da EE – uma visão de mundo que reconhece a centralidade da interdependência, complexidade, incerteza e dinamismo na relação entre natureza e sociedade – pode ser obliterado pela excessiva dispersão dos esforços de pesquisa. O ecletismo de visões, aliado a um “pluralismo desestruturado” (*anything goes*) e a uma natureza originalmente fragmentada, poderia ser um fator de fragilidade, resultando em uma fraca identidade e baixo potencial de influenciar a prática da política econômica.

É neste contexto que a tentativa de sistematizar frentes de pesquisa é um passo importante para o avanço de determinado campo do conhecimento. No caso da EE, após apresentados os princípios básicos que orientam os planos micro e macro da análise econômico-ecológica, é possível vislumbrar, ainda que preliminarmente, elementos balizadores para uma posterior estruturação efetiva de duas frentes de estudo distintas (Figura 1), embora interconectadas pelo seu objetivo mais amplo (o desenvolvimento sustentável). Não se trata aqui de uma tentativa de enquadramento das pesquisas da EE e tampouco de categorização definitiva. Trata-se, inicialmente, de uma proposta que visa ao detalhamento das variáveis de interesse e temas relacionados a cada uma das frentes elencadas. A contribuição pretendida é facilitar a compreensão da proposta mais ampla da EE e auxiliar na organização de futuras pesquisas conjuntas, viabilizando uma necessária aproximação e diálogo da EE com abordagens de outras escolas de pensamento já estabelecidas no campo das ciências econômicas.

De um lado, a “microeconomia ecológica” tem seu foco voltado para a análise das decisões dos agentes econômicos frente às restrições ambientais e à compreensão dos aspectos técnicos da relação entre o capital natural e os tradicionais fatores de produção (capital e trabalho), emolduradas pelo imperativo de tornar os sistemas produtivos mais sustentáveis por meio do desacoplamento (*decoupling*) entre atividade econômica e impactos ambientais. Parte da crítica original de Nicholas Georgescu-Roegen à função de produção neoclássica, cujo principal viés é o não reconhecimento das peculiaridades e diferenças lógicas entre os fatores de produção (capital natural, trabalho e capital) e sua natureza de complementaridade.

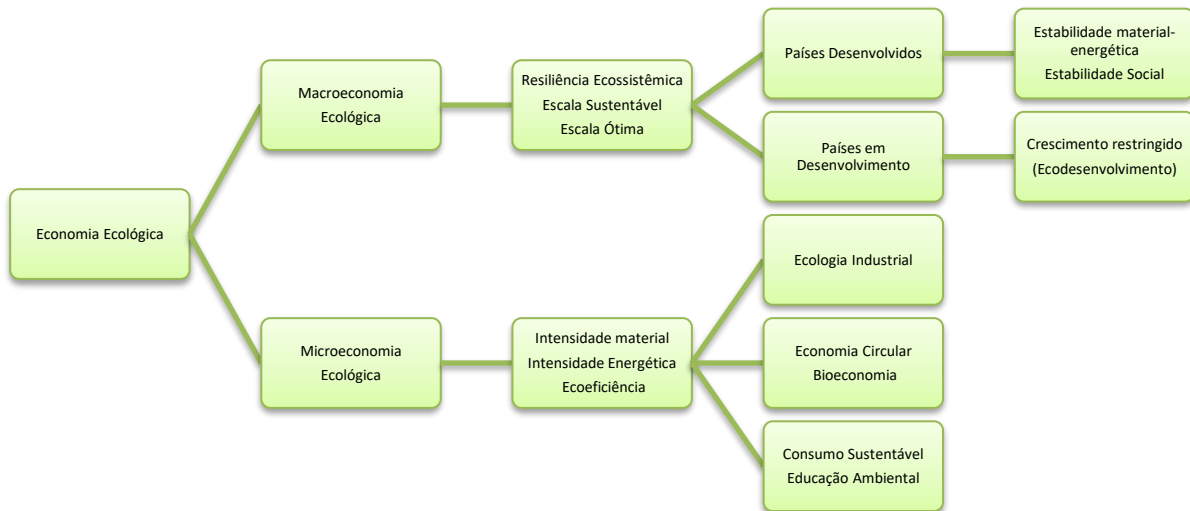
De outro lado, a “macroeconomia ecológica” se apoia principalmente nas contribuições de Herman Daly sobre os limites biofísicos e morais à expansão contínua do sistema econômico. As escalas máxima e ótima são as principais variáveis de interesse e os limiares de resiliência ecossistêmica são os parâmetros principais que condicionam a atividade econômica. Além da escala como categoria analítica central, a macroeconomia ecológica teria por pressuposto a análise dos custos de oportunidade da expansão física do sistema econômico e sua adequada incorporação nas

---

<sup>19</sup> Um exemplo desta maior demanda é a visibilidade alcançada por Willian Nordhaus, laureado com o Prêmio Nobel em Economia pelas suas contribuições no campo da “economia das mudanças climáticas”.

medidas de desempenho econômico. Requer, portanto, uma revisão das técnicas de mensuração dos agregados macroeconômicos de forma a explicitar a dimensão biofísica dos tradicionais indicadores.

Figura 1: Esboço inicial de sistematização da microeconomia e macroeconomia ecológicas



Fonte: elaborada pelos autores.

Por definição, ambas derivam da EE e dela compartilham sua fundamentação termodinâmica para compreender o funcionamento do sistema econômico, indicando que o acompanhamento do padrão de apropriação da energia necessária para o processo econômico é relevante para o estudo das interfaces entre natureza e sociedade. Em decorrência disso, privilegia-se a adoção de indicadores biofísicos que capturem o perfil sociometabólico das sociedades. Do ponto de vista ontológico, assume a visão de que o sistema econômico está constrangido pela finitude material do ecossistema terrestre e que ecossistemas e sistemas sociais possuem uma relação de coevolução.

A microeconomia ecológica, tendo como principal variável de interesse a redução da intensidade material e energética da atividade econômica tanto do lado da produção quanto do consumo, converge para outras abordagens já consolidadas, como é o caso da EI e seus instrumentos usuais (os ecossistemas industriais, por exemplo). A consideração explícita do capital natural como um fator de produção de natureza complementar ao trabalho e capital é uma importante distinção em relação às funções de produção usuais. A complexidade da dinâmica dos serviços ecossistêmicos, entendendo-se estes de forma ampla para incorporar tanto recursos tangíveis (recursos naturais renováveis e não renováveis) e intangíveis (regulação climática e biológica, polinização, entre outros) demanda um nível analítico até então pouco utilizado nos modelos microeconômicos tradicionais.

Ainda dentro da microeconomia ecológica, é desejável a inclusão crítica de ferramentas e técnicas oriundas da bioeconomia e economia circular. Ambas as expressões vêm ganhando popularidade entre os meios empresariais em função dos objetivos de tornar a atividade econômica mais sustentável. Elementos relativos a novos comportamentos de consumo são relevantes para se pensar sistemas produtivos mais adequados a realidade de economia de recursos. Palavras como consumo racional, reparo, re-uso e reciclagem, para além de modismo, precisam ajudar a construir novas bases racionais para o comportamento do consumidor. A novidade trazida pela maior disseminação destas temáticas mais recentes é, em primeiro lugar, a ênfase na necessidade de uma rápida transição entre uma engrenagem econômica baseada em recursos não renováveis (combustíveis fósseis, principalmente) para uma estruturada em recursos renováveis. Em segundo lugar, este movimento está articulado com a nova onda de inovações do sistema capitalista, a Indústria 4.0, cujo impulso inicial se deu por iniciativa do governo alemão no início deste segundo decênio do século XXI.

Em se tratando da macroeconomia ecológica, é preciso reconhecer que por uma diversidade dos fatores históricos, endógenos e exógenos os países possuem diferentes trajetórias e níveis de desenvolvimento, o que torna contraproducente a imposição da mesma carga de constrangimentos às políticas de crescimento. Dito de outra forma, os diferentes níveis de desenvolvimento das nações impõem diferentes problemáticas do ponto de vista ecológico e social. Enquanto algumas sociedades já atingiram um nível de desenvolvimento que permite a satisfação das necessidades básicas de suas populações, outras ainda se encontram em meio ao processo de transição para uma sociedade de consumo de massas.

É evidente que estas assimetrias ensejam desafios distintos, indicando haver a necessidade de uma “economia política do crescimento” como forma de contemplar as diferenças lógicas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Enquanto princípio orientador da macroeconomia ecológica, a “economia política do crescimento” reconhece as trajetórias históricas diferenciadas dos países no que tange à degradação ambiental, a estabilidade social e a distribuição justa da renda, as diferentes vulnerabilidades e capacidades de enfrentamento de colapsos ecológicos, a necessidade de tratamento diferenciado e a solidariedade intra e intergeracional entre as nações.

No caso daquelas já desenvolvidas, é essencial o objetivo de estabilidade material e energética combinado com estabilidade social. Isso porque há evidências de que tais países já ultrapassaram a escala macroeconômica ótima e que aumentos no consumo destas sociedades não conduzem a aumentos no nível de bem-estar<sup>20</sup>. Por este motivo, uma macroeconomia ecológica para países desenvolvidos deve resgatar os pressupostos da economia do estado estável (contribuição original de

---

<sup>20</sup> Estudos utilizando o Índice de Progresso Genuíno indicam um *overshooting* da escala macroeconômica ótima nos países ricos, sugerindo descolamento entre crescimento econômico e nível de bem-estar (Kubiszewski et al., 2013).

Herman Daly) e/ou se apoiar em abordagens de “prosperidade sem crescimento”, sendo Tim Jackson e Peter Victor (mencionados na seção anterior) seus principais interlocutores.

Já para os países em desenvolvimento, é forçoso admitir que as aspirações por maior conforto material e energético, além da necessidade de se construir e aperfeiçoar suas infraestruturas (saneamento e transporte), exigirão a expansão de seus sistemas econômicos. É razoável, pois, considerar que o crescimento econômico ainda é desejável em tais sociedades. Em função disso, uma macroeconomia ecológica para países em desenvolvimento deve privilegiar a adoção de políticas econômicas e sociais condicionadas às restrições ambientais de forma a permitir que suas trajetórias de evolução socioeconômica não impliquem no mesmo padrão de impactos ambientais dos países já desenvolvidos<sup>21</sup>. O maior desafio da perspectiva macroeconômico-ecológica voltada para países em desenvolvimento é encontrar trajetórias distintas para o progresso material energético sem incorrer em replicações descontextualizadas de modelos de desenvolvimento. Converte-se com o ecodesenvolvimento, inicialmente proposto por Maurice Strong e disseminado por Ignacy Sachs, cuja proposta é uma estratégia de desenvolvimento com base nas potencialidades local e regional, além do uso racional dos recursos e tecnologia disponíveis.

### **Considerações Finais**

Este artigo partiu da premissa inicial de que a EE é um campo de pesquisa transdisciplinar com elevado potencial de contribuições para avanços nos estudos sobre a compatibilização entre a atividade econômica e os limites termodinâmicos impostos pelos ecossistemas. Entretanto, um aparente paradoxo acompanha a EE nas suas três décadas de existência: se de um lado a sua natureza transdisciplinar é benéfica no sentido de que pode aumentar o espectro de suas contribuições, por outro sua excessiva heterogeneidade e pluralismo pode comprometer sua identidade, limitando seu escopo de atuação no desenho e implementação de políticas.

A partir desta problemática, o trabalho procurou apresentar elementos teóricos e práticos que fundamentam as análises microeconômicas e macroeconômicas da questão ambiental. O objetivo foi mostrar que tais elementos podem ser sistematizados de forma a auxiliar na estruturação de duas frentes de pesquisa dentro da EE. A “microeconomia ecológica” tem como principal variável de interesse a intensidade material e energética da atividade econômica e seu foco principal está no aumento da eficiência. Por outro lado, mostrou-se que a “macroeconomia ecológica” apresenta-se

---

<sup>21</sup> Está além do escopo deste trabalho apresentar uma discussão detalhada sobre políticas macroeconômicas para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Uma boa síntese pode ser encontrada em Andrade e Vale (2014). O objetivo neste momento foi tão somente mostrar a necessidade de separação destas duas categorias de países de modo a encampar o princípio das responsabilidades e tratamento diferenciados.

como uma estrutura teórica com preocupação central na resiliência ecossistêmica e na delimitação das escalas (máxima e ótima) do sistema econômico.

O esboço inicialmente proposto não pretendeu esgotar as possibilidades de estudos e temas inerentes à cada área. Existem muitas possibilidades e lacunas aptas a serem exploradas em pesquisas futuras. Do lado da “microeconomia ecológica”, é conveniente a incorporação de estudos sobre o consumo e sua relação com a degradação ambiental, organizações sustentáveis e responsabilidade social corporativa. Um importante avanço seria a identificação de oportunidades para aportes oriundos da educação ambiental como forma de conscientização ecológica e consumo consciente. Para a macroeconomia ecológica, há que se avançar na relação entre sistema financeiro, moeda e criação de dívidas e suas implicações para a questão ambiental. Uma macroeconomia com visão ecológica certamente implicará em novos padrões de financiamento e transferência de recursos, o que, por sua vez, demandará uma nova concepção de arquitetura financeira internacional.

Por fim, deve-se observar que referências a uma micro e macro ecológicas não pretendem reduzir a heterogeneidade e pluralidade típicas da EE. Tampouco pretendeu-se mostrar que os problemas ambientais podem ser enfrentados exclusivamente no âmbito das ciências econômicas. Ao contrário, o delineamento das respectivas variáveis de interesse demonstra a necessidade de esforços transdisciplinares de pesquisa e a ineficácia de instrumentos puramente econômicos para tratar adequadamente os desafios socioambientais contemporâneos.

## **Referências bibliográficas**

- ANDRADE, D.C., vale, P.M. 'Fronteiras Planetárias' e limites ao crescimento: algumas implicações de política econômica. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 22, p. 69-84, 2014.
- ANDREWS, C.J. Building a micro foundation for industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology*. v.4, n.3, p.35-51, 2000.
- AYRES, R. U. Industrial metabolism. In: AUSUBEL, J.H.; SLADOVICH, H.E. (editor). **Technology and environment**. Washington: National Academy Press, 1989, p. 23-49.
- BANERJEE, S.B. Managerial perceptions of corporate environmentalism: interpretations from industry and strategic implications for organizations. **Journal of Management Studies**, Oxford, v.38, n.4, p. 489-513, june, 2001.
- BARBIER, E. B. Alternative approaches to economic-environmental interactions. **Ecological Economics**, nº 2, 1990, pp. 7-26.
- BOULDING, K.E. The economics of the coming spaceship earth. In: JARRETT, H. (ed.). **Environmental quality in a growing economy**. Baltimore: John Hopkins University Press, 1966.

- CANTLON, J.E.; KOENIG, H.E. Sustainable ecological economies. *Ecological Economics*, v.31, p.107-121, 1999.
- CECHIN, A. **A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen**. São Paulo: Editora Senac São Paulo/Edusp, 2010.
- CECHIN, A.; VEIGA, J. E. **Capítulo 2 – O fundamento central da economia ecológica**. In: MAY, P. (org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CHRISTENSEN, P. P. Historical roots for ecological economics – biophysical versus allocative approaches. *Ecological Economics*, nº 1, 1989, pp. 17-36.
- CLEVELAND, C.J. Biophysical economics: from physiocracy to ecological economics and industrial ecology. In: GOWDY, J.; MAYUMI, K. **Bioeconomics and sustainability: essays in honor of Nicholas Georgescu-Roegen**. Cheltenham (England): Edward Elgar Publishing, 1999, p. 125-154.
- COSTANZA, R., 2008b. Stewardship for a “full” world. *Current History* 107, 30-35.
- COSTANZA, R. What is ecological economics? *Ecological Economics*, nº 1, 1989, pp. 1-7, 1989.
- COSTANZA, R. **Economia ecológica: uma agenda de pesquisa**. In: MAY, P.H., MOTTA, R.S. (org.). **Valorando a natureza: a análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- CRUTZEN, P.J. The Anthropocene: the current human-dominated geological era. Pontifical Academy of Sciences, Acta 18, Vatican City, p. 199-211, 2006.
- DALY, H.E. Economics in a full world. *Scientific American* (September), 100-107, 2005.
- DALY, H.E. Uneconomic growth: in theory, in fact, in history, and its relation to globalization. Clemens Lectures Series, Saint’s John University, 1999.
- DALY, H.E. Ecological economics: The concept of scale and its relation to allocation, distribution, and uneconomic growth. **Discussion Paper: School of Public Affairs**, University of Maryland, 1993.
- DALY, H.E. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics* 6, 185-193, 1992.
- DALY, H.E. Towards an Environmental Macroeconomics, *Land Economics* 67, no. 2, 255-259, 1991a.
- DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological Economics: Principles and Applications**. Island Press, Washington, 2011.
- DOWBOR, L. Gestão social e transformação da sociedade. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M.; ABRAMOVAY, R. **Razões e ficções do desenvolvimento**. São Paulo: Editora UNESP/EDUSP, 2001. p. 197-222.
- DUCHIN, F.; HERTWICH, E. **Industrial ecology**. Online Eyclopaedia of Ecological Economics, may, p.1-12, 2003

- EHRENFELD, J. Industrial ecology: a new field or only a metaphor? **Journal of Cleaner Production**, v.12, p. 825-831, 2004.
- FARLEY, J; ERICKSON, J. D.; DALY, H. (2005). **Ecological economics: a workbook for problem-based learning**. Island Press: Washington-DC, 2005.
- FAUCHEUX, S.; NOËL, J. (1995). **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- GEORGESCU-ROEGEN, N ([1975], 1999). **The entropy law and the economics process**. Harvard University Press: Lincoln, 1999.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and Economic Myths. **Southern Economic Journal**, vol. 41, nº 3, Jan. /1975, p. 347-381.
- GRAEDEL, T.E.; ALLENBY, B.R. **Industrial ecology**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995.
- GUERREIRO RAMOS, A. **A nova ciência das organizações: uma reconceitualização da riqueza das nações**. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV, 1989.
- HEYES, A. A proposal for the greening of textbook macro: “IS-LM-EE”. **Ecological Economics**, v. 32, p. 1-7, 2000.
- HELPMAN, E. **The Mystery of Economic Growth**. Cambridge: Harvard University Press, 2004.
- HOFFMANN, A.J. From heresy to dogma: an institutional history of corporate environmentalism. Stanford: Stanford University Press, 2001.
- JACKSON, T. **Prosperity without growth: economics for a finite planet**. 1st Edition. London, UK: Earthscan, 2009.
- JONES, C. **Introduction to Economic Growth**. W.W. Norton & Company Inc., New York, 2nd edition, 2002.
- KOENIG, H.E.; CANTLON, J.E. Quantitative industrial ecology and ecological economics. **Journal of Industrial Ecology**. v.3, n.2-3, p.63-83, 2000.
- KRONENBERG, J. Industrial ecology and ecological economics. **Progress in Industrial Ecology – An International Journal**. v.3, n.1/2, p.95-113, 2006.
- KUBISZWESKI, I., COSTANZA, R., FRANCO, C., LAWN, P., TALBERTH, J., JACKSON, T., AYLNER, C. Beyond GDP: measuring and achieving global genuine progress. **Ecological Economics** 93, p. 57-68, 2013.
- LAWN, P. A theoretical foundation to support the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator (GPI), and other related indexes. **Ecological Economics** 44, p. 106-118, 2003.
- LAWN, P. A. Scale, prices, and biophysical assessments. **Ecological Economics**, v. 38, issue 3, September/2001, p. 369-382, 2001.
- LEFF, E. Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

- LIFSET, R. A metaphor, a field, and a journal. **Journal of Industrial Ecology**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 1997.
- MARQUES, L. Capitalismo e colapso ambiental. Campinas: Editora UNICAMP, 2a edição, 2016.
- MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Editora UNB/Finatec. Brasília, 2007.
- NORGAARD, R. B. The case for methodological pluralism. **Ecological Economics**, v. 1, p.37-57, 1989.
- ÖZKAYNAK, B., ADAMAN, F., DEVINE, P. The identity of ecological economics: retrospects and prospects. **Cambridge Journal of Economics** 36, p. 1123-1142, 2012.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. (1990). **Economics of natural resources and the environment**. Harvester Wheatsheaf, Great Britain, 1990.
- PROOPS, J. L. R. Ecological economics: rationale and problem áreas. **Ecological Economics**, nº 1, 1989, pp. 59-76.
- ROCKSTRÖM, J., STEFFEN, W., NOONE, K., PERSSON, A., CHAPIN, F.S., LAMBIN, E.R., LENTON, T.M., SCHEFFER, M., FOLKE, C., Shellnhuber, H.J., Nykvist, B., WIT, C.A. de, HUGHES, T., VAN Der LEEUW, S., RODHE, H., SÖRLIN, S., SNYDER, P.K., COSTANZA, R., SVEDIN, U., FALKENMARK, M., KARLBERG, L. CORELL, R.W., FABRY, V.J., HANSEN, J., WALKER, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. e J. Foley, 2009a. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461: 472-475.
- ROMEIRO, A.R. História do crescimento econômico: as origens político/culturais da Revolução Industrial. **Texto para Discussão 312**. Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE-UNICAMP), 2017.
- ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, v. 26, nº 74, p. 65-92, 2012.
- RØPKE, I. Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. **Ecological Economics**, v. 55, n. 2, p. 262-290, 2005.
- ROPKE, I. The early history of modern ecological economics. **Ecological Economics**, 50, 2004, p. 293-314.
- SACHS, J. **A riqueza de todos**. 1ª edição, Nova Fronteira: São Paulo, 2008.
- SAE, B.M., ROMEIRO, A.R. Ecological macroeconomics: a methodological review. *Economia e Sociedade*, v. 28 (66), p. 365-392, 2019.
- SAES, B.M., ROMEIRO, A.R. O debate metodológico na economia ecológica: indefinição ou pluralismo. **Nova Economia**, v. 28 (1), p. 127-153.
- SERVA, M. A racionalidade substantiva demonstrada na prática administrativa. **Revista de Administração de Empresas – RAE**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 18-30, abr./jun. 1997.
- SERVA, M. Abordagem substantiva e ação comunicativa: uma complementaridade proveitosa para a teoria das organizações. **Revista de Administração Pública – RAP**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p. 108-134, mar./abr. 1997a.



- SERVA, M. O fenômeno das organizações substantivas. **Revista de Administração de Empresas – RAE**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 36-43, mar./abr. 1993.
- SERVA, M. **Racionalidade e organizações: o fenômeno das organizações substantivas**. São Paulo: FGV/SP, 1996. 316 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas, Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1996.
- SHRIVASTAVA, P. Industrial / environmental crises and corporate social responsibility. **The Journal of Socio-Economics**, Netherlands, v. 24, n. 1, p. 211-227, Springer 1995.
- SOCOLOW, R.; ANDREWS, C.; BERKHOUT, F.; THOMAS, V. (edits). *Industrial ecology and global change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- SPASH, C.L., RYAN, A. Economics schools of thought on the environment: investigating union and division. **Cambridge Journal of Economics**, v. 36, p. 1091-1121, 2012.
- SPASH, C. L. New foundations for ecological economics. **Ecological Economics**, v. 77, p.36-47, 2012.
- STEURER, R.; LANGER, M.E.; KONRAD, A.; MARTINUZZI, A. Corporations, stakeholders and sustainable development I: a theoretical exploration of business-society relations. **Journal of Business Ethics**, Netherlands, v. 61, n. 3, p. 263-281, oct. 2005.
- SWANSON, D. L. Toward an integrative theory of business and society: a research strategy for corporate social performance. **Academy of Management Review**, New York, v. 24, n. 3, p. 506-521, july, 1999.
- THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. (2010). **Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- TRUMPER, K.; BERTZKY, M.; DICKSON, B.; VAN DER HEIJDEN, G.; JENKINS, M.; MANNING, P. (2009). **The natural fix? The role of ecosystems in climate mitigation: a UNEP rapid response assessment**. United Nations Environment Programme, UNEP-WCMC, Cambridge, UK, 2009. Disponível em: <[http://www.unep.org/pdf/BioseqRRA\\_scr.pdf](http://www.unep.org/pdf/BioseqRRA_scr.pdf)>. Acesso em: 20/06/2014.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP (2014). *UNEP Annual Report 2013*. Disponível em: <<http://www.unep.org/annualreport/2013/>>. Acesso em: 20/06/2014.
- VAN DEN BERGH, J. C. J. M. (ed.) (1998). **Handbook of environmental and resource economics**. Massachusetts: Edward Elgar, 1998.
- VAN DEN BERGH, J. J. M. Ecological economics: themes, approaches, and differences with environmental economics. **Regional Environmental Change**, v. 2, issue 1, august/2001, pp. 13-23, 2001.
- VEIGA, J.E. **O Antropoceno e a ciência do Sistema Terra**. São Paulo: Editora 34, 2019.
- WEISS, M., CATTANEO, C. Degrowth - Taking stock and reviewing an emerging academic paradigm. **Ecological Economics**, v. 137, p. 220-230, 2017.