



# TEXTO PARA DISCUSSÃO

ISSN 0103-9466

325

**O desenvolvimento de uma macroeconomia ecológica orientada pela demanda e a questão do desemprego sob restrições ecológicas**

**Gustavo O. Aggio**

**Janeiro 2018**

# O DESENVOLVIMENTO DE UMA MACROECONOMIA ECOLÓGICA ORIENTADA PELA DEMANDA E A QUESTÃO DO DESEMPREGO SOB RESTRIÇÕES ECOLÓGICAS

Gustavo O. Aggio

## RESUMO:

Contemporaneamente uma macroeconomia ecológica orientada pela demanda (keynesiana) tem sido desenvolvida com fortes referências e diálogo com a economia ecológica. Economistas ecológicos são preocupados com os efeitos negativos do processo de crescimento econômico sobre os sistemas biofísicos desde os artigos seminais dos anos 1960 e 1970, enquanto que economistas que garantem à demanda papel central na economia se preocupam com fatores que possam gerar falta de demanda e, conseqüentemente, desemprego involuntário na economia. Escrevemos este artigo com os objetivos de explicar esta aproximação de escolas do pensamento com elementos potencialmente conflitantes e apresentar um conjunto muito recente de resultados sobre o desemprego na dinâmica destes modelos.

Palavras chave: Macroeconomia ecológica, macroeconomia keynesiana, economia ecológica, sustentabilidade

JEL: E12, Q57, O11

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos um conjunto de trabalhos vem dando corpo teórico a uma macroeconomia ecológica orientada pela demanda (MEOD) que, ainda que dispersa, é pretendida como capaz de informar políticas macro compatíveis com o enfrentamento dos dilemas econômico-ambientais contemporâneos, regionais e globais, mas principalmente o processo de intensificação do aquecimento do planeta (referências ao longo do texto). A maioria destes artigos vem sendo publicada na *Ecological Economics*, a revista científica da *International Society for Ecological Economics*, principal meio de divulgação da Economia Ecológica (EE).

O objetivo deste artigo é entender esse movimento teórico, principalmente com relação à teoria do desemprego involuntário, sabendo que (i) a macroeconomia orientada pela demanda considera o processo econômico como passível de funcionamento perene em estado de excesso de oferta – com ênfase no mercado de trabalho – criado por um arranjo onde as expectativas sobre a demanda agregada dos demandantes de trabalho implicam em um conjunto de tomadas de decisão de contratação que pode não ser suficiente para atingir o pleno emprego; e (ii) que

a EE é tradicionalmente crítica do processo de crescimento econômico como política econômica, tendo estabelecido desde seus trabalhos seminais que a economia não pode extrapolar determinados limites naturais e que, portanto, existem fortes elementos contrastantes entre as duas tradições teóricas.

Como se sabe a EE é um ramo amplo de nossa disciplina originado dos desenvolvimentos teóricos pioneiros de Kenneth Boulding (1966), Georgescu-Roegen (1970, 1971) e Herman Daly (1976, 1996). A EE é fundamentalmente preocupada com a adequação ou não do processo econômico com o meio biofísico em que é inserido, mas distingue-se da chamada economia ambiental, assumindo uma base teórica transdisciplinar, abrindo mão do pressuposto epistemológico do cálculo racional ótimo e de uma série de métodos e hipóteses instrumentais utilizados na economia ambiental como, por exemplo, modelos de gerações sobrepostas, taxa de desconto intertemporal exponencial, agente representativo e do tratamento tradicional da incerteza; é comum neste último caso, por exemplo, o uso do princípio da precaução na consideração de cenários incertos.<sup>12</sup> Ainda com relação às diferenças epistemológicas e ontológicas entre a EE e a economia convencional é interessante fazer menção ao rico debate entre economistas ecológicos seminais e economistas convencionais de grande destaque como, por exemplo, Solow e Stiglitz sobre a teoria convencional do crescimento econômico. Um dos principais pontos dos economistas ecológicos é que o capital natural não pode ser considerado em uma função de produção agregada como passível de substituição por outras formas de capital.<sup>3</sup>

Contemporaneamente, a EE compreende pesquisas nas mais diversas áreas do pensamento econômico e áreas relacionadas,<sup>4</sup> possui, ainda, manual de introdução à economia fundado nas

---

<sup>1</sup> Para comparações entre a economia ecológica e a economia ambiental ver Gowdy e Erickson (2005), Mueller (2007), Romeiro (2010, 2012) e Cavalcanti (2010).

<sup>2</sup> Para uma discussão ampla do princípio da precaução e sua aplicabilidade nos modelos de tomada de decisão ver Basili, Chateaufeuf e Fontini (2008).

<sup>3</sup> Para referências e comentários sobre este debate ver Daly (1991, 1996), Cechin e Veiga (2010) e Foley (2012).

<sup>4</sup> Para não citar referências sem nenhuma ligação direta com nosso texto remetemos à página eletrônica da *Ecological Economics* (<https://www.journals.elsevier.com/ecological-economics/>) onde o corpo editorial informa que “[s]pecific research areas covered include: valuation of natural resources, sustainable agriculture and development, ecologically integrated technology, integrated ecologic-economic modelling at scales from local to regional to global, implications of thermodynamics for economics and ecology, renewable resource management and conservation, critical assessments of the basic assumptions underlying current economic and ecological paradigms and the implications of alternative assumptions, economic and ecological consequences of genetically engineered organisms, and gene pool inventory and management, alternative principles for valuing natural wealth, integrating natural resources and environmental services into national income and wealth accounts, methods of

suas considerações ontológicas, demonstrando já ser um ramo do conhecimento que atingiu nível de maturação e síntese considerável de suas teorias (Daly e Farley 2011). Não obstante, o tópico original da EE, a condição irreconciliável entre a tendência histórica de crescimento da economia capitalista e a capacidade biofísica de manutenção deste processo continua a ser o mais relevante e, também, o mais polêmico, uma vez que o crescimento é correntemente associado na macroeconomia com uma solução dinâmica para problemas de grande impacto social como, por exemplo, o desemprego, além de ser um fim em si mesmo, pelo objetivo de aumento do acesso a bens e serviços.

Neste texto analisaremos a literatura recente sobre macroeconomia ecológica, especificamente a que fornece algum elemento de modelagem dinâmica orientada pela demanda. Esse recorte é justificado uma vez que a análise dinâmica formalizada se apresenta como forma privilegiada de analisar relações não ambíguas (ao menos em intervalos específicos dos parâmetros) entre as variáveis e estimar as possibilidades e parâmetros para a manutenção sustentável (dinâmica) de uma economia do ponto de vista social e ecológico. Ao nosso ver a modelagem dinâmica é essencial para a construção de uma macroeconomia ecológica, uma vez que tanto a macroeconomia como os processos naturais são entendidos ao longo do tempo em suas respectivas áreas de estudo. Embora haja um desenvolvimento de modelos mais convencionais de grande interesse para a compreensão da relação entre crescimento econômico e os limitantes biofísicos – principalmente o aquecimento global –, inclusive com versões desenvolvidas por economistas ecológicos (Hackett e Moxnes 2015, por exemplo), o foco deste artigo são os modelos orientados pela demanda uma vez que reconhecemos que o funcionamento da economia sob restrições adicionais, as restrições ecológicas, tem o potencial de produzir efeitos diretos sobre o nível de emprego. Como demonstram Soromenho e Silveira (2008) é possível pensar em efeitos da demanda sobre o emprego fora do curto prazo dentro de um modelo dinâmico embora a teoria macroeconômica convencional tenha eliminado essa possibilidade. Portanto, abordagens fundadas na evolução dos fatores de oferta podem ser mais bem trabalhadas em outros contextos, tendo menos a oferecer neste.<sup>5</sup>

Enquanto este artigo era escrito dois artigos síntese foram publicados. Hardt e O'Neill (2017) publicaram na *Ecological Economics* um artigo intitulado *Ecological Macroeconomic Models: Assessing Current Developments*, neste artigo os autores buscam responder duas perguntas (p.

---

implementing efficient environmental policies, case studies of economic-ecologic conflict or harmony, etc." Site visitado em 13/02/2017.

<sup>5</sup> Para interessados no desenvolvimento da macroeconomia relacionados com a questão do meio ambiente sugiro a leitura de Munasinghe (2009), principalmente a seção 7.1.

199): (i) “[w]hat kind of macroeconomic models are currently being developed in the ecological macroeconomics literature?; (ii) “[w]hat is the capacity of these models to explore and asses policies proposed for a post-growth economy”. Embora haja grande proximidade dos temas, Hardt e O’Neill (2017) apenas sumarizam algumas dificuldades com o tema de *work patterns* (termo utilizado pelos autores) e estratégias para o enfrentamento do problema nos modelos (p. 206). Enquanto nossa abordagem é mais específica podemos dedicar maior espaço para uma análise mais elaborada do tratamento do problema do desemprego nesta literatura. Concordamos, ainda, com Hardt e O’Neill (2017) que existe grande relação entre o recente movimento teórico da macroeconomia ecológica e a literatura crítica do crescimento econômico (que estes autores chamam de *post-growth*) como demonstraremos mais a frente, mas entendemos que essa ligação é apenas parcial e não pode ser generalizada, havendo agendas de pesquisa menos ou nada afiliadas com este preceito. O segundo artigo é o de Malmaeus e Alfredsson (2017). Neste os autores analisam a literatura sobre baixo crescimento ou recessão em diversas escolas do pensamento (inclusive a EE) e chegam a conclusão de que em processos não controlados (*unmanaged*) de baixo ou nulo crescimento ocorrerá impacto negativo no curto prazo e potencialmente balanceado no longo prazo sobre o emprego. Este artigo se afasta da nossa proposta uma vez que analisa um disperso de teorias e que avança muito pouco sobre o que denominamos MEOD.

Nossa contribuição neste artigo é buscar uma resposta para a, em algum grau, inusitada aproximação entre a macro orientada pela demanda e a EE e uma apreciação sobre a tensão central entre essas teorias, a saber, a dinâmica do emprego, utilizando a apreciação de modelos com alguma formalização dinâmica. Duas metodologias são privilegiadas neste contexto, a de modelos com consistência entre fluxos e estoques (SFC, na sigla em inglês; Dafermos, Nikolaidi e Galanis 2017; Jackson e Victor 2015 e 2016; Naqvi 2015) e modelos baseados na teoria do crescimento de Cambridge<sup>6</sup> (Fontana e Sawyer 2013 e 2016; Guarini e Porcile 2016; Rezai, Taylor e Machler 2013; Taylor, Rezai e Foley 2016).

Este artigo é estruturado da seguinte forma: além desta introdução temos uma seção com breve apresentação da EE e hipóteses sobre a aproximação com a macro orientada pela demanda; segue-se a este um capítulo que analisa as consequências para o emprego nas duas

---

<sup>6</sup> Desenvolvimentos baseados na teoria e considerações sobre o crescimento de Kalecki, Harrod e Kaldor, principalmente (referências vastas nos textos citados).

metodologias acima citadas; por fim considerações finais sobre o trabalho e possíveis avanços que podem ser feitos.

## 2. ECONOMIA ECOLÓGICA E MACRO ORIENTADA PELA DEMANDA

Podemos, neste contexto, nos limitar a uma breve localização teórica sobre a EE, não tornando a releitura extensa demais para os familiarizados ao tema, mas fornecendo as noções necessárias para os demais leitores, propiciando as bases mínimas para um entendimento comum.<sup>7</sup> Existem duas formas complementares de apresentar o escopo da EE, a primeiro é a noção intuitiva de Boulding (1966) sobre o espaço restrito da atuação econômica contemporânea, a saber o planeta com suas limitações biofísicas. De uma forma geral, esta noção nos informa que, ao contrário de em períodos pretéritos da história econômica, contemporaneamente os limites naturais de recursos e de capacidade de absorção de impacto ambientais não podem ser considerados ilimitados, uma vez que a escala da economia tomou o tamanho do planeta e não é mais possível migrar de uma região exaurida para uma ainda não explorada.

A segunda possibilidade de apresentação da EE baseia-se nas duas primeiras leis da termodinâmica e foi originalmente defendida por Georgescu-Roegen (1970 e 1971). Embora esta base teórica possa parecer exótica demais para o estudo da macroeconomia, uma vez compreendido o argumento central a ideia se torna assimilável e dificilmente pode-se argumentar que não seja relevante.<sup>8</sup> Não existe definição única para as leis da termodinâmica, mas o conceito é hermético a uma explicação breve. Considera-se que a energia total de um sistema isolado se mantém constante ao longo de todo o tempo (primeira lei da termodinâmica), mas que a energia tende, de forma irreversível, a um estado de desorganização com relação a sua forma (segunda lei). A irreversibilidade da transformação da energia impede o manejo, realização de trabalho no sentido físico, de forma ilimitada.<sup>9</sup> Não é possível considerar um sistema que funcione indefinidamente com uma quantidade fixa de energia, reciclando este

---

<sup>7</sup> Introduções detalhadas podem ser encontradas em Cechin (2010) e Daly e Farley (2011), dentre outras.

<sup>8</sup> É importante ressaltar que o principal trabalho de Georgescu-Roegen (1971) é um excelente texto de metodologia e história da ciência, com uma perspectiva original da economia enquanto ciência.

<sup>9</sup> Explicações mais precisas, porém, mais fora de nosso escopo podem ser encontradas em Atkins (2010). Uma leitura auxiliar mais acessível pode ser encontrada em Ehrlich, Ehrlich e Holdren (1977).

recurso. Esse resultado é independente da atividade humana, mas é intensificado por ela na Terra.

No processo econômico utilizamos energia mais organizada (carboidratos, hidrocarbonetos fósseis, radiação solar, energia potencial, radiação de materiais fissurados etc) para realizar trabalho na produção e distribuição de bens, na prestação de serviços e no consumo, inclusive. Este uso transforma a energia de mais para menos organizada resultando em calor, o processo pelo qual a energia se dissipa pelo meio (do mais quente para o mais frio) e não pode mais realizar trabalho. Há formas mais ou menos eficientes de se utilizar uma quantidade de energia mais organizada, mas o sentido da exaustão desta organização é único, de modo que o desenvolvimento tecnológico não pode ser considerado passível de contornar definitivamente este problema. O uso central destes conceitos na EE vai no sentido de informar que não seria ontologicamente válido considerar a possibilidade de um crescimento econômico ilimitado. A atividade econômica (assim como qualquer outra atividade) não pode violar os limites termodinâmicos do planeta. Embora a Terra seja um sistema que receba energia externa (radiação solar), o sistema econômico se mantém e expande, principalmente, com o uso de energia reservada em quantidades limitadas e não reproduzíveis dentro de um horizonte economicamente relevante. Pode-se, ainda, estender a ideia de desorganização para os materiais em geral. Neste caso teríamos um agravante uma vez que o planeta não altera a sua quantidade de matéria assim como altera a quantidade de energia, mesmo considerando que alguma reciclagem pode ser aplicada aos materiais (Cechin e Veiga 2010). Georgescu-Roegen (1970, 57) afirma, ainda, que a ideia de reciclagem perpétua é limitada pela quantidade de energia livre (aquela mais organizada e apta para o emprego na realização de trabalho).

Este autor (Georgescu-Roegen 1970, 58-59) previa, ainda, um resultado extremo, a saber que o estoque de energia livre terminaria antes da vida humana na Terra, de modo que a produção de bens e serviços implicava em um comprometimento da vida gerações a frente: “[...] every time we produce a Cadillac, we do it at the cost of decreasing the number of human lives in the future” (Georgescu-Roegen 1970, 59). Certamente as estatísticas sobre estoque de energia livre disponíveis para Georgescu-Roegen foram largamente reconsideradas. A defesa contestável de uma reversão do processo de crescimento para um processo de decrescimento

por este autor não invalida, entretanto, o rigor da análise da economia inserida em um meio sujeito a limitações não econômicas.<sup>10</sup>

Utilizando as ideias de Boulding e Georgescu-Roegen, além da sua pesquisa original, Herman Daly (1974) propôs, como política ecológica-econômica, o funcionamento socioeconômico em determinado estado estacionário. Segundo o autor o estado estacionário seria “[...] a strategy for good stewardship, for maintaining our spaceship and permitting it to die of old age rather than from the cancer of growthmania” (Daly 1974, 16). Neste contexto, a economia em estado estacionário é aquela que mantém um nível constante de transformação de matéria e energia de formas organizadas para resíduos irre recuperáveis no processo econômico. Estado estacionário não implica, portanto, manutenção de um nível de produto Daly (1996), havendo possibilidade para transformação tecnológica e variações qualitativas nos diferentes usos. De uma forma geral Daly é menos pessimista do que Georgescu-Roegen, sugerindo uma estratégia precaucional ao invés de uma ruptura radical.

No mesmo período em que a divulgação destas ideias originais sobre a relação entre a economia e a ecologia se iniciava ocorreu um evento acadêmico em paralelo. Em 1970 foi realizado um estudo com simulações computacionais de longo prazo pelo MIT cuja divulgação na forma de livro pelo Clube de Roma, *Limits to Growth*, em 1972 teve e ainda tem grande impacto na discussão sobre a possibilidade de manutenção do processo econômico nas bases daquele período.<sup>11</sup>

O livro *Prosperity without Growth* de Tim Jackson (2009) é um desenvolvimento direto do tema da economia em estado estacionário de Daly, com considerável otimismo na capacidade de transição de uma economia movida pelo crescimento para uma economia sustentável orientada, também, para a possibilidade de prosperidade individual e coletiva. Prosperidade é apresentado como um conceito com várias variáveis, inclusive econômicas, que, segundo Jackson não tem sido plenamente alcançada pela economia orientada pelo crescimento. Com relação ao desemprego, um dos limitantes da prosperidade, o modelo de funcionamento da economia no argumento de Jackson informa que existe uma tendência ao crescimento e até mesmo com mecanismos de retroalimentação positivos, entretanto, eventualmente o nível de

---

<sup>10</sup> Foley (2012, 286) nos informa que “[a]s far as I know, no one has disputed the theoretical correctness of Georgescu-Roegen’s observation that economic production, as an aspect of human social and individual reproduction, must also raise the entropy of its physical environment, in this case, the planet we live on.”

<sup>11</sup> Ver Jackson e Webster (2016) para uma análise *ex post* dos principais resultados. *Limits to growth* possui, ainda, uma versão atualizada publicada em 2004 (Meadows, Randers e Meadows: 2004).



consumo pode diminuir e reverter esta tendência de crescimento (p. 64), com a reversão da tendência há impactos diretos sobre produção e emprego. O autor considera, ainda, efeitos negativos para o emprego da evolução da produtividade do trabalho (p. 127), a medida que o trabalho se torna mais produtivo menos trabalho é necessário e, conseqüentemente, demandado. Novamente podemos dizer que Jackson (2009) segue Daly ao criticar o que este classifica como *growthmania*:

There is, of course, something of an irony here. Because at the end of the day the answer to the question of whether growth is functional to stability is this: in a growth-based economy, growth is functional for stability. The capitalist model has no easy route to a steady state position. Its natural dynamics push it towards one of two states: expansion or collapse (Jackson 2009, 64).

Outro crítico contemporâneo da orientação da economia para o crescimento econômico e proponente de uma macroeconomia ecológica é o economista ecológico Peter Victor. Em seu livro de 2008, *Managing Without Growth*, Victor realiza um estudo baseado na economia canadense chegando à conclusão de que a política de crescimento econômico neste país não gerou pleno emprego e, conseqüentemente, não foi capaz de erradicar a pobreza (Victor 2008, 154). Como veremos, Jackson e Victor uniram forças para o desenvolvimento de modelos macroeconômicos orientados pela demanda com a metodologia de consistência entre fluxos e estoques.<sup>12</sup>

Um modelo de consistência entre fluxos e estoques (modelo SFC, da sigla em inglês) é um modelo dinâmico discreto baseado na evolução dos agregados econômicos, em funções comportamentais para os diferentes tipos de agentes (famílias, empresas, bancos, governo etc) e na restrição metodológica que torna o modelo hermético em relação a todos os fluxos entre os diferentes agentes período a período. Embora as equações comportamentais em um modelo desta natureza possam seguir a forma funcional baseada em qualquer teoria escolhida que possa fornecer equações dinâmicas, existe uma grande relação entre a metodologia e a tradição do pós keynesianismo como pode ser verificado em Silva e Santos (2009). Os trabalhos conjuntos de Jackson e Victor com modelos SFC certamente seguem essa filiação teórica.

---

<sup>12</sup> Antes disso Jackson e Victor (2011) testaram um modelo de simulação muito simples, onde o produto é definido como A produtividade do trabalho vezes o número de trabalhadores. O objetivo dos autores era testar, para uma economia parecida com a do Reino Unido, se era possível mitigar o volume de emissões e manter o nível de empregos diminuindo as horas de trabalho e reorientando a economia para a oferta de serviços com baixo impacto. Apesar de interessante consideramos que esse trabalho é muito pouco desenvolvido para ser comparado com os demais que apresentaremos aqui.

Nem toda crítica de uma economia voltada para o crescimento, entretanto, é derivada de sua relação direta ou indireta com os temas da EE. Skidelsky e Skidelsky em seu *How much is enough? Money and the good life* (2012), embora simpatizantes de certa harmonia entre o processo econômico e a natureza, fazem grandes ressalvas a ideia de limites naturais. Os autores argumentam, por exemplo, que as previsões obtidas pelo IPCC<sup>13</sup> sobre o processo de aquecimento global desconsideram um conjunto de incertezas que não permitiriam uma análise desta natureza, invertendo a lógica do princípio da precaução. Para estes autores o abandono do paradigma de crescimento (aparentemente para países desenvolvidos) seria benéfico *per se* para as populações que poderiam desfrutar de boa vida (definida pelo alcance pleno de bens básicos) trabalhando menos e reorientando, através de incentivos econômicos, alguns hábitos que tornam a economia voltada para o crescimento desnecessária, como, por exemplo, o consumismo.

Há, ainda, uma literatura que faz o esforço de aproximar teorias fundamentalmente baseadas na demanda, com destaque para a pós keynesiana, e tópicos relacionados ao meio ambiente. Gowdy (1991) assume clara compatibilidade entre a economia pós keynesiana e o que ele chama de bioeconomia, com referências diretas a Georgescu-Roegen e Daly. Forstater (2003) sugere a utilização da ideia de Estado como empregador de última instância como alternativa para implementação de práticas ligadas ao desenvolvimento sustentável. Kronenberg (2010) sugere uma aproximação entre a EE e a escola pós keynesiana dado a natureza heterodoxa das duas, informando que pode haver um benefício mútuo desta aproximação, garantindo relevância para o pós keynesianismo através da internalização da discussão ambiental e fornecendo um arcabouço macroeconômico para a EE. Berr (2015) defende que a visão de eco-desenvolvimento é intimamente relacionada com a perspectiva do crescimento na tradição pós keynesiana, evidenciando grande proximidade entre (i) as considerações de crescimento de Ignacy Sach e a teoria de Kalecki e (ii) a hipótese de incerteza radical e o princípio da precaução. Se não topicamente, mas como possibilidade de ganho de escala com os ramos teóricos heterodoxos, Fontana e Sawyer (2013 e 2016) e Rezai, Taylor e Mechler (2013) explicitamente elegeram o arcabouço pós keynesiano para sua macroeconomia ecológica pela sua filiação com a teoria radicalmente keynesiana.

---

<sup>13</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) é uma instituição ligada às Nações Unidas, formada por um corpo vasto de quadros científicos com o objetivo monitorar e traçar cenários para a evolução do processo de aquecimento global intensificado pela emissão de gases do efeito estufa. Certamente a divulgação para o público desses cenários e as previsões relacionadas são de difícil verificação. Sobre este debate ver (Veiga: 2014).

Taylor, Rezai e Foley (2016) também utilizam uma estrutura pós keynesiana para a análise, embora se saiba que o último autor não é filiado a esta escola de pensamento. Duncan Foley tem desenvolvido um argumento surpreendente na recente literatura sobre a economia e o processo de aquecimento global. Segundo este autor (Foley 2009, 115) as análises econômicas até então desenvolvidas falham ao delimitar as consequências econômicas do enfretamento do aquecimento global:

One deleterious consequence of the failure to analyze the economics of global warming correctly is the widespread, but erroneous, belief that policies to reduce greenhouse gas emission will impose a cost on the current generation, which must be weighed against the benefits future generations will enjoy from mitigation. Because greenhouse gas emission are an unpriced economic externality, this belief is incorrect. Correcting the externality by imposing a price on greenhouse gas emission, whether through regulation, taxation, or a system of tradable emissions permits, together with appropriate compensating measures, can increase the consumption of economic goods and services of both future and current generations.

Após a divulgação deste resultado teórico Armon Rezai, Duncan Foley e Lance Taylor (2012) utilizaram um modelo do tipo Ramsey-Cass-Koopman, com uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, estendido para permitir a consideração da emissão de gases do efeito estufa com efeitos negativos para a produção para calibrar parâmetros e simular cenários. Chamamos a atenção desta literatura para evidenciar o afastamento destes autores com a crítica da economia do crescimento, o que não impede, entretanto, de elaborarem análises consideradas interessantes para a EE.

Tendo recorrido sobre estes desenvolvimentos paralelos e sabendo que (i) a EE é conhecida por ser aberta a discussões amplas, não privilegiando ramos específicos da teoria; (ii) que estamos, contemporaneamente, imersos na discussão sobre mudanças climáticas e outros efeitos antrópicos sobre a natureza e (iii) que a questão do emprego é mais profundamente considerada dentro da ótica da demanda, nós chegamos à conclusão que é possível entender como uma aproximação da EE com a macro orientada pela demanda vem sendo desenvolvida com relativo vigor acadêmico, mesmo nos casos em que a teoria não se encaixa na vertente da crítica ao crescimento. Sendo que, como já se disse aqui, a revista *Ecological Economics* é o fórum privilegiado desta comunidade aberta a novas contribuições, a EE, é fácil perceber como a revista é utilizada como meio principal divulgação de uma macroeconomia ecológica orientada pela demanda, mesmo que possa haver elementos potencialmente conflitantes entre os temas.

### 3. MACROECONOMIA ECOLÓGICA E O EMPREGO: ALGUNS RESULTADOS TEÓRICOS

Vamos iniciar nossa análise da literatura pelos trabalhos de modelos do tipo SFC, deixando os modelos de crescimento orientados pela demanda para o final desta seção.

Jackson e Victor desenvolveram um modelo SFC chamado Financial Assets and Liabilities in Stock and Flow consistent Framework (FALSTAFF) e vem testando alguns cenários com este modelo ou versões mais simples dele. Segundo os autores “[t]he approach is broadly post-Keynesian in the sense that the model is demand-driven and incorporates a consistent account for all monetary flows” (Jackson e Victor 2015, 33). No artigo de 2015 os autores testam, para diferentes cenários, se é possível a manutenção de um sistema com taxas de juros positivas em uma economia de baixo crescimento. Mais interessante para a nossa pesquisa é o desenvolvimento oferecido em Jackson e Victor (2016), neste artigo os autores investigam se uma dinâmica de baixo crescimento tende a aumentar a desigualdade (hipótese Piketty). Neste modelo os autores assumem um processo de crescimento que é exógeno (uma tendência histórica) e dividem a economia em quatro setores: famílias, firmas, governo e bancos. Como o objetivo é estudar a desigualdade o setor família é subdividido entre “trabalhadores” e “capitalistas”. Para tornar a taxa de retorno do capital endógena ao modelo os autores (p. 210-211) utilizam uma função de produção com elasticidade de substituição constante entre trabalho efetivo ( $AL$ , onde  $L$  é o número de trabalhadores empregados e  $A$  é uma medida de crescimento da produtividade do trabalho na economia) e capital  $K$ :

$$Y(K, L, \sigma) = (aK^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-a)(AL)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}})^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

de modo que o trabalho demandado pode ser expresso por:

$$L = \frac{1}{A} \left( \frac{1}{1-a} \left( Y^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} - aK^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right) \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2).^{14}$$

Observamos que é mais comum que modelos orientados pela demanda na tradição (pós) keynesiana utilizem fatores fixos de produção, mas esta função de produção é funcional para simplificar o modelo. Segundo as simulações dos autores baixos níveis de substituíbilidade entre capital e trabalho ( $\sigma < 1$ ) favorecem a manutenção dos níveis de emprego e que esta situação

---

<sup>14</sup> No texto citado a variável  $A$  aparece com o índice de tempo na equação (2). Alteramos para manter a coerência, sem prejuízo da análise.

é compatível com as políticas defendidas pelos autores em trabalhos pretéritos como, por exemplo a oferta de serviços intensivos em trabalho (Jackson e Victor 2016, 215-216).

Certamente este modelo é mais próximo da chamada crítica do crescimento do que um modelo de economia ecológica. Naqvi (2015), entretanto, fornece a estrutura de um modelo com um setor produtivo que considera o uso de energia renovável e não renovável, esta energia não renovável tem uma ligação direta com o estoque de recursos naturais e com as emissões, desta forma o autor insere os dois lados da consideração ecológica dentro do processo econômico. Do lado do setor famílias o autor considera “capitalistas”, “trabalhadores” e “desempregados”. A demanda por trabalho é dada pela razão entre o produto real e uma medida de produtividade do trabalho. Enquanto a produtividade é determinada exogenamente, o produto é igual o somatório dos diferentes tipos de consumo (por categoria de família) mais investimentos mais variações autônomas mais variação de estoques. A produção é determinada através de um processo com expectativas adaptativas que utiliza a variação dos estoques como controle. Também é suposto que os desempregados recebem um auxílio do governo para manter um nível mínimo de consumo. O modelo é calibrado para dados da União Europeia e sete cenários alternativos baseados na literatura são simulados: (i) redução de 10% no consumo de famílias e governo; (ii) aumento da depreciação do capital pelo impacto ambiental; (iii) aumento de 10% no uso de energia renovável, porém mais cara; (iv) taxaço do impacto das firmas; (v) taxaço do impacto das famílias; (vi) aumento de 10% na eficiência do capital e (vii) aumento de 10% na eficiência energética. Com relação ao desemprego o cenário (i) implica em um aumento do desemprego em relação ao cenário base, enquanto do cenário (ii) implica em uma diminuição do desemprego em relação ao cenário base. Cabe ressaltar, entretanto, que o cenário (ii) converge para um nível estável apenas após variações de larga amplitude, o que torna essa simulação menos realista ao nosso ver, seria improvável que com tamanha variação houvesse manutenção dos parâmetros de política econômica. Os demais cenários convergem para os níveis do cenário base.

Por fim, Dafermos, Nikolaidi e Galanis (2017) nos fornecem uma modelagem mais completa que considera uma dinâmica com extração de reservas limitadas, existência de energias renováveis e não renováveis, emissão de  $CO_2$ , resíduos e seus impactos, reciclagem e variação tecnológica. Do ponto de vista macroeconômico o modelo impõe limitantes do lado da oferta, ou seja, o modelo reconhece que variações suficientemente grandes da demanda podem não implicar em variações do produto uma vez que são necessárias condicionantes da oferta para que a demanda seja atendida. A demanda por trabalho (e a taxa de desemprego) são

definidos pela quantidade de trabalho necessária para determinado nível de produção. O modelo foi calibrado para dados globais e duas variações foram testadas com o objetivo de estabelecer comparações. Em uma primeira variação a demanda é mais sensível à contração do que à expansão, no outro ocorre o contrário. No modelo de base e no modelo com maior sensibilidade da demanda em relação à contração há uma tendência de longo prazo, maior neste do que naquele, de aumento do desemprego.

Da mesma forma que procedemos com os modelos do tipo SFC, separando por autores, enfoques e contribuições, vamos proceder com os modelos baseados na teoria de crescimento supracitada. Fontana e Sawyer (2013 e 2016) introduzem no modelo de crescimento (primeiro sem a parte monetária e depois com esta) uma taxa de crescimento do esgotamento (*depletion*) do capital natural na seguinte forma (Fontana e Sawyer 2016, 191):

$$g_{DNC} = \frac{Y}{f} f_Y g_Y + \frac{f_{CumY}}{f} Y + \frac{f_{R\&D}}{f} \frac{dR\&D}{dt} \quad (3)$$

derivada da função esgotamento dos recursos naturais

$$DNC = f(Y, CumY, R\&D) \quad (4)$$

onde  $Y$  é o produto,  $CumY$  captura o efeito acumulado do nível de produto, e  $R\&D$  é a sigla em inglês para pesquisa e desenvolvimento. A variação positiva (negativa) das duas primeiras variáveis implicam em um aumento (diminuição) do esgotamento do capital natural, enquanto que a pesquisa e desenvolvimento é pensada como poupadora deste capital. Os autores consideram (Fontana e Sawyer 2016, 192) que a taxa de crescimento do esgotamento, dada pela equação (4), cresce a taxas crescentes com relação ao produto, não havendo mecanismos de equilíbrio para o ponto onde esta taxa não compromete a sustentabilidade. Neste modelo o crescimento da demanda por trabalho é diretamente derivado do crescimento do produto e este, por sua vez, depende do acúmulo de capital. Por outro lado, a disponibilidade de trabalho depende de fatores técnicos que implicam na produtividade do trabalho, fatores institucionais que regulam o funcionamento do mercado de trabalho e, por fim, no tamanho da população. Desta forma a operação da economia em um ponto onde a taxa de esgotamento do capital natural seja sustentável pode estar além ou aquém do nível onde a manutenção do pleno emprego é estável.

Rezai, Taylor e Mechler (2013) apenas sugerem a construção de um modelo dinâmico, por outro lado, Taylor, Rezai e Foley (2016) introduzem a problemática dos gases de efeito estufa e do esforço de mitigação para dentro de um modelo orientado pela demanda. Como o esforço

de mitigação ocorre com gastos, os autores o incorporam como componente da demanda e sugerem uma diferença entre o seu modelo e os modelos tradicionais que incorporam uma função de dano (pelo aquecimento via emissões de gases efeito estufa): “[t]o determine the level of capacity utilization, one has to consider responses of the profit share  $\pi$  to changes in  $G$  (concentração de gases de efeito estufa), the capital/population ratio  $k$ , and labor productivity  $\xi = X/L$  with  $L$  as employment” (Taylor, Rezai e Foley 2016, 198, entre parênteses adicionado por nós). O resultado é que o efeito negativo das emissões sobre o lucro pode levar a um menor nível de utilização e, conseqüentemente, menor nível de emprego, mas maiores gastos em mitigação podem levar a um efeito contrário. As conclusões dos autores vão no mesmo sentido daquela desenvolvida por Duncan Foley acima referida na seção anterior, ou seja, que existe uma possibilidade de eliminação dos efeitos do aquecimento sem o sacrifício econômico tradicionalmente suposto nesta literatura.

Por fim, Guarini e Porcile (2016) introduziram a temática ecológica dentro da linha de modelos de crescimento com restrição externa dando foco para o aumento de competitividade oriundo das inovações verdes (hipótese de Porter). Embora seja um desenvolvimento interessante consideramos que não há bases para comparação direta com os modelos já estudados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática da sustentabilidade e da economia ecológica foram incorporadas na agenda de pesquisa de muitos macroeconomistas, inclusive de um conjunto importante de economistas que atribuem à demanda um papel central na dinâmica econômica. Somando a estes os e as que já eram filiados à economia ecológica e que se dedicaram a construção de uma macroeconomia ecológica que precisa dar resposta de política econômica para a questão do emprego, dentre outras questões de grande interesse econômico e social, e observamos um crescente desenvolvimento de uma macroeconomia ecológica orientada pela demanda.

Com relação a problemática do emprego observamos que existem propostas que podem ser simuladas (aumento de oferta de serviços intensivos em trabalho e investimentos de mitigação, por exemplo) que indicam a possibilidade de dinâmicas mais sustentáveis com menor sacrifício social. Por outro lado, como a dinâmica conjunta entre processos naturais, mercado de trabalho e crescimento do produto podem não ser equilibrantes, alternativas fora das soluções de mercado devem ser consideradas.

Esperamos com este trabalho ter fornecido um material útil para a discussão dentro do espaço acadêmico brasileiro que é marcadamente interessado em questões de desenvolvimento, sustentabilidade e com relação às políticas de emprego. Desenvolvimentos futuros em nossa agenda de pesquisa contemplam a construção de um modelo para a análise do caso brasileiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atkins, Peter (2010) *The laws of thermodynamics - a very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.

Basili, Marcello; Chateauneuf, Alain; Fontini, Fulvio (2008) "Precautionary principle as a rule of choice with optimism on windfall gains and pessimism on catastrophic losses", *Ecological Economics*, 67, p. 485-491.

Berr, Eric (2015) "Sustainable development in a post Keynesian perspective: why eco-development is relevant to post Keynesian economics", *Journal of Post Keynesian Economics*, 37 (3), p. 459-480.

Boulding, Kenneth E. (1966 [2011]) "The economics of the coming spaceship Earth". In: Jarret, Henry (ed.) *Environmental quality in a growing economy*. Nova York: Earthscan.

Cavalcanti, Clóvis (2010) "Conceptions of ecological economics: its relationship with mainstream and environmental economics", *Estudos Avançados*, 24 (68), p. 53-67.

Cechin, Andrei D. (2010) *A natureza como limite da economia*. São Paulo: Senac.

Cechin, Andrei D.; Veiga, José E. D. (2010) "A economia ecológica evolucionária de Georgescu-Roegen", *Revista de Economia Política*, 3 (119), p. 438-454.

Dafermos, Yannis; Nikolaidi, Maria; Galanis, Giorgos (2017) "A stock-flow-fund ecological macroeconomic model", *Ecological Economics*, 131, p. 191-207.

Daly, Herman E. (1974) "The Economics of the Steady State", *The American Economic Review*. 64 (2), p. 15-21.

Daly, Herman E. (1991) "Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz", *Ecological Economics*, 22, p. 261-266.

Daly, Herman E. (1996) *Beyond Growth*. Boston: Beacon Press.



Daly, Herman E.; Farley, Joshua (2011) *Ecological economics, principles and applications* – segunda edição. Washington: Island Press.

Ehrlich, Paul R.; Ehrlich, Anne H.; Holdren, John P. (1977) “Availability, Entropy, and the Laws of Thermodynamics”. Reimpresso in: Daly, Herman E.; Townsend, Kenneth N. (eds.) (1993) *Valuing the Earth – Economics, Ecology, Ethics*, Cambridge: The MIT Press.

Foley, Duncan K. (2009) “The Economic Fundamentals of Global Warming”. In: J.M. Harris e N.R. Goodwin (eds) *Twenty-first century macroeconomics – responding to the climate challenge*. Cheltenham: Edward Elgar.

Foley, Duncan K. (2012) “Dilemmas of Economic Growth”, *Eastern Economic Journal*, 38, p. 283-295.

Fontana, Giuseppe; Sawyer, Malcolm (2013) “Post-Keynesian and Kaleckian thoughts on ecological macroeconomics”, *European Journal of Economics and Economic Policies: Intervention*, 10 (2), p. 256-267.

Fontana, Giuseppe; Sawyer, Malcolm (2016) “Towards post-Keynesian ecological macroeconomics”, *Ecological Economics*, 121, p. 186-195.

Forstater, Mathew (2003) “Public employment and environmental sustainability”, *Journal of Post Keynesian Economics*, 25 (3), p. 385-406.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1970) “The Entropy Law and the Economic Problem. Reimpresso in: Georgescu-Roegen, Nicholas (1976) *Energy and Economic Myths – Institutional and Analytical Economics Essays*. Nova York: Pergamon Press.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1971 [1974]) *The entropy law and the economic process*. Cambridge: Harvard University Press.

Gowdy, John M. (1991) “Bioeconomics and post Keynesian economics: a search for common ground”, *Ecological Economics*, 3, p. 77-87.

Gowdy, John; Erickson, Jon D. (2005) “The approach of ecological economics”, *Cambridge Journal of Economics*, 29 (2), p. 207-222.

Guarini, Giulio; Porcile, Gabriel (2016) “Sustainability in a post-Keynesian growth model for an open economy”, *Ecological Economics*, 126, p. 14-22.

Hardt, Lukas; O'Neill, Daniel W. (2017) "Ecological Macroeconomic Models: Assessing Current Developments", *Ecological Economics*, 134, p. 198-211.

Jackson, Tim (2009 [2011]) *Prosperity without growth, economics for a finite planet*. Nova York: Earthscan.

Jackson, Tim; Victor, Peter A. (2011) "Productivity and work in the 'green economy' Some theoretical reflections and empirical tests", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, p. 101-108.

Jackson, Tim; Victor, Peter A. (2015) "Does credit create a 'growth imperative'? A quasi-stationary economy with interest-bearing debt", *Ecological Economics*, 120. p. 32-48.

Jackson, Tim; Victor, Peter A. (2016) "Does slow growth lead to rising inequality? Some theoretical reflections and numerical simulations", *Ecological Economics*, 121, p. 206-219.

Jackson, Tim; Webster, Robin (2016) "Limits revisited – a review of the limits to growth debate". APPG on Limits to Growth. Abril 2016. Disponível em <http://limits2growth.org.uk/revisited/>, site visitado em 15/02/2017.

Kronenberg, Tobias (2010) "Finding common ground between ecological economics and post-Keynesian economics", *Ecological Economics*, 69, p. 1488-1494.

Malmaeus, J. M.; Alfredson, Eva C. (2017) "Potential Consequences on the Economy of Low or No Growth - Short and Long Term Perspectives", *Ecological Economics*, 134, p. 57-64.

Meadows, Donella H.; Randers, Jorgen; Meadows, Dennis L. (2004) *Limits to growth: the 30-year update*. Claremont: Chelsea Green Publishing.

Mueller, Charles C. (2007) *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: UNB.

Munasinghe, M. (2009) "Macroeconomics and sustainable development: applying the sustainomics framework". In: J.M. Harris e N.R. Goodwin (eds) *Twenty-first century macroeconomics – responding to the climate challenge*. Cheltenham: Edward Elgar.

Naqvi, Syed A. A. (2015) "Modeling Growth, Distribution, and the Environment in a Stock-Flow Consistent Framework", *Institute for Ecological Economics – Vienna University of Economic and Business* 2/2015. Disponível em [http://epub.wu.ac.at/4468/1/EcolEcon\\_WorkingPaper\\_2015\\_2.pdf](http://epub.wu.ac.at/4468/1/EcolEcon_WorkingPaper_2015_2.pdf) site acessado em 09/04/2017.

Rezai, Armon; Foley, Duncan K.; Taylor, Lance (2012) "Global Warming and Economic Externalities", *Economic Theory*, 49 (2), p. 329-351.

Rezai, Armon; Taylor, Lance; Mechler, Reinhard (2013) "Ecological macroeconomics: An application to climate change", *Ecological Economics*, 85, p. 69-76.

Romeiro, Ademar R. (2010) "Economia ou economia política da sustentabilidade". In: May, Peter H. (organizador) *Economia do meio ambiente – segunda edição*. Rio de Janeiro: Campus.

Romeiro, Ademar R. (2012) "Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica", *Estudos Avançados*, 26 (74), p. 65-92.

Skidelsky, Robert; Skidelsky, Edward (2012) *How much is enough? Money and the good life*. Nova York: Other Press.

Silva, A. C. M. E.; Santos, C. H. (2009) "Peering over the edge of the short period? The Keynesian roots of stock-flow consistent macroeconomic models", *Cambridge Journal of Economics*. 35, p. 105-124.

Taylor, Lance; Rezai, Armon; Foley, Duncan K. (2016) "An integrated approach to climate change, income distribution, employment, and economic growth", *Ecological Economics*, 121, p. 196-205.

Veiga, J.E. (org.) (2014) *O imbróglio do clima – ciência, política e economia*. São Paulo: Senac.

Victor, Peter A. (2008) *Managing without growth*. Cheltenham: Edward Elgar.