

# Para uma reinterpretação teórica dos desafios socioeconômicos da política climática contemporânea

## *Towards a Theoretical Re-Interpretation of the Socioeconomic Challenges of Contemporary Climate Policies*

Eduardo Sá Barreto\*

\*Professor adjunto do Departamento de Economia e Finanças da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF  
End. eletrônico: eduardo.barreto@ufjf.edu.br

Recebido em 20.11.2013

Aceito em 04.08.2014

ENSAIO

### Resumo

A criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) marca o início de uma era de crescente importância da questão ambiental no âmbito da política energética. Um exame do conjunto de iniciativas dos principais países responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa indica que as tentativas de redução da intensidade em emissões é uma tendência geral nos esforços atuais de mitigação. Tomando as políticas de estímulo à eficiência energética como eixo principal desta via, busca-se oferecer as bases para um novo entendimento – baseado na teoria marxiana do valor – da relação entre ganhos de eficiência e consumo de energia, dando assim um novo enquadramento aos desafios econômicos, sociais e tecnológicos impostos pelas mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** política climática, eficiência energética, Marx

### Abstract

The creation of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) marks the beginning of an era of growing importance of environmental issues within energy policy. Initiatives towards emissions intensity reduction are now a general tendency in the mitigation efforts among countries that are the main emitters. Taking the energy efficiency policies as the central point of our discussion, we intend to provide the foundations for a new understanding of the nexus between energy efficiency and energy consumption - based on Marxian theory of value - as well as a new framing for the rebound effect and its relevance to environmental issues.

**Keywords:** climate policy, energy efficiency, Marx

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1980, com a criação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), o debate a respeito das mudanças climáticas vem ganhando destaque crescente. A criação do IPCC marca o início de uma época de intensas preocupações quanto aos impactos da atividade humana sobre as condições climáticas do planeta, consolidadas em um crescente consenso científico em torno do caráter antropogênico das tendências presentes de elevação da concentração de gases de efeito estufa (GEE)<sup>2</sup> na atmosfera. A acumulação desses gases na atmosfera é apontada pelo IPCC (2007a) como a principal causa da paulatina elevação da temperatura média da Terra, cujos mais importantes desdobramentos em termos ambientais são normalmente reunidos sob o conceito bastante geral de *Mudanças Climáticas*.

Não é nosso objetivo nesse artigo discutir aspectos não relacionados à dimensão socioeconômica dessa questão. Por esse motivo, partimos da posição oficial do IPCC, *i.e.* do reconhecimento que as emissões de GEE oriundos da atividade humana não somente são capazes de gerar impactos significativos sobre seus níveis de concentração atmosférica, como o vêm fazendo sistematicamente desde a revolução industrial no final do século XVIII.

Também não pretendemos entrar na discussão da eventual intensidade dos efeitos climáticos disparados por este processo. Para o IPCC (2007a), a elevação em 2°C na temperatura média da Terra é um limite que, se transposto, pode dar partida a alterações ambientais imprevisíveis e potencialmente catastróficas. É comum entre os climatologistas o reconhecimento da provável existência de pontos críticos a partir dos quais haveria uma aceleração das mudanças climáticas, o aumento de fenômenos naturais extremos e a diminuição significativa da possibilidade de revertermos ou nos adaptarmos ao processo. Minqi Li (2008) sustenta que alguns dos efeitos possíveis de um aumento de 2°C na temperatura média do planeta seriam: (i) seca e desertificação na África, Austrália, sul europeu, e oeste dos Estados Unidos; (ii) perdas glaciais na Ásia e na América do Sul; (iii) derretimento das calotas polares e consequente aumento no nível dos oceanos; (iv) e a possível extinção de 15-40% das espécies vegetais e animais.

As conexões dessa questão com as temáticas da Economia são evidentes. Causas, estratégias de adaptação e impactos esperados podem ser – e de fato são, em inúmeras esferas relevantes – discutidos a partir de uma perspectiva econômica. Propõe-se nesse artigo delinear as bases para o desenvolvimento de uma abordagem que, mesmo partindo da esfera da economia, se situe fora da perspectiva econômica tradicional que orienta suas interpretações e proposições primordialmente pela necessidade de manutenção de condições adequadas ao processo de expansão do capital.

Nessa tarefa, empregamos o expediente crítico amplamente utilizado na obra marxiana, que recebe de seus inúmeros intérpretes diversas denominações; p.ex. crítica explanatória, crítica ontológica, crítica imanente, etc.<sup>3</sup> Em linhas gerais, trata-se de expor as debilidades e insuficiências das teorias criticadas a partir de seus

próprios termos (i.e. sem impor-lhes conceitos e lógicas extrínsecas a elas mesmas). Em seguida, busca-se demonstrar as razões pelas quais teorias insuficientes (ou até mesmo incorretas) gozam de prestígio social e científico e orientam práticas, desde a esfera cotidiana até a esfera política. Por último, trata-se de elaborar um argumento que permita exceder a crítica teórica pura e transitar para uma interpretação distinta – e, se necessário, crítica – da realidade que serve de objeto comum.

O texto está dividido em cinco seções, incluindo essa introdução e as considerações finais. A segunda seção apresenta uma breve descrição das tendências atuais em política energética nos aspectos relacionados à questão climática.<sup>4</sup> Na terceira seção, resumimos duas correntes de interpretação econômica das estratégias baseadas em eficiência. Na quarta seção procura-se desenvolver um argumento que ofereça um ponto de partida para uma reinterpretação marxiana do nexo entre eficiência energética e consumo de energia.

## 2 POLÍTICA ENERGÉTICA CONTEMPORÂNEA: A ÊNFASE NOS GANHOS DE EFICIÊNCIA

Entre as dez maiores economias, todas possuem metas específicas relacionadas ao binômio energia/mudanças climáticas. Para o *World Resources Institute* (WRI), a principal política climática relacionada à energia tem sido a utilização de metas de intensidade em emissões (seja medido em unidades físicas, monetárias ou de energia)<sup>5</sup> (WRI, 2006).

Levando-se em conta apenas o *dióxido de carbono* ( $\text{CO}_2$ ), a intensidade em emissões (nesse caso podemos nos referir à intensidade em emissões de  $\text{CO}_2$  ou simplesmente à intensidade em carbono) da produção é determinada por dois fatores: (i) a intensidade energética, i.e. o volume de energia utilizado por unidade do PIB; e a (ii) composição da matriz energética – ou seja, a proporção em que se utilizam fontes de energia com conteúdo de carbono mais elevado (p.ex. petróleo, carvão, etc.) e fontes com baixo conteúdo de carbono (p.ex. hidrelétrica, nuclear, fotovoltaica, etc.).<sup>6</sup> Quanto mais a matriz for dominada por fontes de alto conteúdo de carbono, maior será a intensidade em emissões.

A intensidade energética, por sua vez, possui dois outros determinantes. O primeiro deles, a eficiência energética, pode referir-se à eficiência na conversão ou no consumo final. Na eficiência relativa à conversão, quanto mais eficiente for o processo, menos energia é perdida na forma de calor ao se converter uma forma de energia em outra. No caso do consumo final, quanto mais eficiente, maior o volume de trabalho útil<sup>7</sup> para cada volume consumido de energia.

Geralmente estas relações encontram-se resumidas na seguinte identidade (WRI, 2006, p.), na qual a intensidade em carbono da produção é o produto da intensidade energética e da intensidade em carbono do consumo de energia:

$$\left(\frac{CO_2}{PIB}\right) \equiv \left(\frac{energia}{PIB}\right) \times \left(\frac{CO_2}{energia}\right)$$

A partir dessa identidade básica, desdobra-se a Identidade Kaya, que estabelece o nível total de emissões em função da população, do PIB per capita, da intensidade energética e da intensidade em carbono do consumo de energia (STERN *et al.*, 2007, p. 177; WRI, 2006, p.9):

$$CO_2 \equiv (População) \times (PIB \text{ per capita}) \times \left(\frac{energia}{PIB}\right) \times \left(\frac{CO_2}{energia}\right)$$

As metas de intensidade podem então ser interpretadas como um esforço indireto para intervir no nível total de emissões, sem que haja, supostamente, necessidade de exercer nenhum tipo de influência sobre a dinâmica populacional e, mais relevante, sobre a atividade econômica.

No cenário atual da política climática internacional, os principais instrumentos de política energética para a redução da intensidade em emissões têm sido o estímulo à elevação dos níveis de eficiência energética e ao aumento da participação das fontes de energia (ditas) renováveis na matriz energética. Segundo declaração conjunta dos ministros de energia dos países do G81 (2008, p.1; ênfase adicionada)

a promoção da eficiência energética, tanto no fornecimento de energia quanto nas cadeias de demanda, de modo custo-efetivo é um *pré-requisito necessário para enfrentar questões de segurança energética e mudanças climáticas ao mesmo tempo em que se fomenta crescimento econômico*. Particularmente, nós endossamos as 25 recomendações da IEA para promoção da eficiência energética.

As recomendações da *International Energy Agency* (IEA) – todas relacionadas à promoção da eficiência energética (JOLLANDS *et al.*, 2010, p.6113; IEA, 2007b) – são tidas como uma compilação das melhores políticas disponíveis atualmente, algumas das quais já mencionadas. Além de recomendações gerais de âmbito intersetorial, este conjunto de diretrizes possui recomendações específicas para seis setores, com forte ênfase na utilização de padrões mínimos de eficiência: construção civil, equipamentos industriais e aparelhos domésticos, iluminação, transporte, indústria e plantas de geração de energia. Jollands *et al.* (2010) sustentam que sua ampla implementação seria um indicativo do progresso de um país no sentido do estabelecimento de uma política energética bem sucedida em termos ambientais.

Os autores, contudo, expressam nessa afirmação não apenas seu próprio posicionamento teórico, mas uma visão que orienta de modo marcante (e quase

universal) a política climática internacional.<sup>8</sup> Na próxima seção, pretendemos inicialmente sublinhar que, a despeito do otimismo apontado nos parágrafos anteriores, há um debate no campo acadêmico a respeito das possibilidades de sucesso de políticas orientadas para a eficiência. Do mapeamento das discussões centrais desse debate, retiramos os elementos teóricos cuja inter-relação busca-se reinterpretar. Em outros termos, o objetivo da exposição na próxima seção não é tomar parte no debate, mas retirar dele elementos fundamentais para nossa própria construção teórica.

### 3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ECONOMIA

A literatura econômica aponta a precificação do carbono, a política energética e a remoção de barreiras a mudanças comportamentais (padrões de produção e consumo) como as três principais estratégias existentes de mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>.<sup>3</sup> Entretanto, tendo em vista que as emissões de CO<sub>2</sub> correspondem a cerca de 77% das emissões totais, e que 77,9% das emissões totais de CO<sub>2</sub> estão relacionadas à energia, julgamos adequado estabelecer a política energética, e mais especificamente, as metas de intensidade em emissões, como ponto central de nossa análise.

Vimos, por meio das relações sintetizadas na Identidade Kaya, que existem quatro determinantes das emissões (antropogênicas) totais de CO<sub>2</sub> que podem ser ativamente influenciados: população, nível da produção, intensidade energética e intensidade em emissões do consumo de energia. Foi também sublinhado que as políticas climáticas têm se concentrado nos dois últimos determinantes, com especial foco no estímulo à eficiência energética. Essa forte tendência, e os resultados observados (pouco expressivos) levantam, no entanto, a dúvida se ganhos de eficiência podem de fato figurar como opção prioritária para a estabilização da concentração de GEE na atmosfera.

Em linhas gerais, os dois principais conceitos do debate em torno dessa questão são os efeitos *rebound* e *backfire*.<sup>4</sup> Ambos expressam magnitudes distintas de um mesmo processo. A ideia central é que ganhos de eficiência energética, ao facultarem um uso mais econômico de energia (seja primária ou secundária), geram um acréscimo de demanda pelo serviço fornecido pela energia (trabalho útil). Em outras palavras, o ganho de eficiência geraria, por um lado, um ganho de produtividade (economia relativa) que tende a reduzir o consumo total de energia e, por outro, uma demanda adicional por trabalho útil que tende a aumentá-lo. Se essa demanda adicional por trabalho útil puder ser atendida com um consumo de energia inferior ao consumo anterior ao ganho de eficiência, então haverá economia absoluta de energia. Porém, como a economia relativa propiciada pelo ganho de eficiência é compensada em certa medida por um acréscimo de demanda, temos a ocorrência de *rebound*, ou seja, uma situação em que o consumo total é maior do que se esperaria de um ponto de vista exclusivamente técnico. Se, no entanto, a demanda adicional for suficiente para impulsionar o consumo além do nível anterior

– *i.e.* se o ganho de eficiência energética resultar em um *rebound* tal que o consumo total de energia cresça ao invés de diminuir – temos a ocorrência de *backfire*.

A discussão sobre os prováveis impactos de ganhos de eficiência energética sobre o consumo total de energia não é nova. Tem seu início com Jevons (1906[1865]) em meados do século XIX, e é mais tarde recuperada por Khazzoom, Brookes e Saunders, entre outros (MOEZZI, 2000; SORREL, 2009).

O trabalho seminal de Jevons está relacionado às preocupações, correntes na época, de que o Reino Unido pudesse vir a enfrentar uma crise de escassez de carvão, principal combustível então utilizado. O ponto principal de seu argumento era mostrar que os ganhos em eficiência gerados pelo desenvolvimento das máquinas a vapor não reduziram as necessidades de consumo do carvão como era esperado. Na verdade, para o autor, tais aumentos de eficiência geravam efeitos que não só compensavam parte da economia relativa dos combustíveis (*rebound*), mas também impulsionavam o aumento de sua demanda a ponto de aumentar seu consumo como um todo (*backfire*).

A intervenção de Brookes, por sua vez, ocorre no período que segue os dois choques do petróleo da década de 70. A primeira elevação aguda dos preços em 1973 disparou uma reação do governo norte-americano no sentido da implementação de políticas de controle da demanda pelo combustível. A recepção desfavorável ao que foi visto como uma imposição de restrições ao consumo forçou uma reorientação da política no sentido do estímulo aos ganhos de eficiência, na esperança de reduzir a demanda interna por petróleo. Brookes conclui, na mesma linha da análise de Jevons, que a política de incentivo à eficiência geraria resultados opostos aos esperados (BROOKES, 2000).

Saunders foi o primeiro autor a sintetizar as ideias iniciais do debate, cunhando o termo *postulado Khazzoom-Brookes* para descrever este processo em que ganhos de eficiência *causam* aumentos no consumo de energia. Sua principal contribuição para o debate foi demonstrar que modelos teóricos de crescimento neoclássicos são capazes de dar amplo suporte à previsão de *rebound* e, dependendo dos pressupostos assumidos, até mesmo de *backfire*.

Baseados em uma suposta ausência de dados que comprovassem a ocorrência do fenômeno, e no próprio reconhecimento de Brookes e Saunders que algumas de suas hipóteses seriam demasiado restritivas, diversos autores<sup>5</sup> ao longo dos últimos vinte anos têm contestado as conclusões dos teóricos do efeito *rebound* (SORREL, 2009). Contudo, não abordaremos aqui seus argumentos. Nosso propósito é, mais que investigar a relevância do postulado Khazzoom-Brookes, oferecer uma perspectiva distinta para este fenômeno supostamente paradoxal.

Como é possível observar, a polêmica sobre as possibilidades de ocorrência do efeito *rebound* – também conhecido como Paradoxo de Jevons – tem seu início em um contexto de preocupações quanto à segurança energética. No entanto, recentemente, este debate vem sendo alvo de renovado interesse a partir de uma perspectiva climática, especialmente no que tange o delineamento de estratégias

de abatimento das emissões de GEE. Tal interesse, contudo, têm se convertido em interpretações ainda mais problemáticas do que suas antecessoras.<sup>6</sup>

Na discussão teórica sobre mercados de emissões<sup>7</sup> (circunscrita à Economia Ambiental e à Economia Ecológica), por exemplo, o elo entre ganhos de eficiência e seus reflexos no consumo total de energia e volume total de emissões *é mais postulado do que investigado*. A análise restringe-se, quase exclusivamente, aos ganhos relativos em termos de consumo e emissões e às possibilidades técnicas de economia de energia. Tal limitação – especialmente por tratar-se de um campo de investigação que não pode ignorar as legalidades próprias do ser natural – constitui, em nosso juízo, erro crasso. A partir de uma perspectiva ambiental, é absolutamente indispensável considerar as tendências dos *níveis totais* de consumo de energia e emissões de GEE, posto que são essas tendências – e não as medidas de economia relativa – que serão determinantes nos impactos ambientais da atividade produtiva.

Evidentemente, existem diferenças qualitativas importantes nas abordagens da Economia Ambiental e da Economia Ecológica. Na ótica da Economia Ambiental, filiada à tradição neoclássica, os ganhos em eficiência energética traduzem-se diretamente em redução do consumo de energia, com pouco ou nenhum *rebound*.<sup>8</sup> Por seu turno, a Economia Ecológica reconhece explicitamente a possibilidade de *backfire*. No entanto, sua ocorrência é mais geralmente atribuída a outras tendências, como crescimento populacional ou a disseminação de padrões de consumo perdulários. Daí afirmar-se que sua ocorrência poderia ser evitada por uma combinação de políticas de eficiência e de conservação capazes de gerar uma mudança generalizada nos padrões de consumo (também referidos como *estilos de vida*). Dessa maneira seria possível, nesse registro, transformar os ganhos relativos da eficiência em ganhos absolutos (PEREIRA; MAY, 2003; COHEN, 2003).

Temos então, por um lado, um debate que estabelece umnexo entre eficiência e consumo de energia que – ainda que procure explicar crescimentos no consumo de energia oriundos de ganhos de eficiência energética – não é capaz de abranger a tendência geral de elevações dos níveis de emissões e consumo de energia, algo que deveria estar em primeiro plano na análise ambiental. Por outro lado, temos duas correntes de pensamento ambiental no campo da Ciência Econômica que, em boa medida, passam ao largo desse debate, tomando o estímulo ao aumento da eficiência energética como um instrumento importante (talvez o mais importante) para o atendimento de metas ambientais: a Economia Ambiental, privilegiando uma perspectiva técnica; e a Economia Ecológica, dando ênfase à via política e à iniciativa individual para compatibilizar eficiência e conservação. A perspectiva das correntes econômicas não pode, no entanto, ser consistentemente contestada pelas teorias de *rebound*, cujo foco situa-se nos movimentos marginais do consumo de energia gerados por ganhos de eficiência. É necessário explicar o nexodois movimentos em suas totalidades. O fundamental a partir de uma perspectiva ambiental não é explicar porque economias relativas de energia não geram economias absolutas na mesma proporção, podendo até mesmo levar a aumentos no consumo; o fundamental é investigar a elevação *simultânea* (e virtualmente ininterrupta) da eficiência energética e do consumo de energia – e,

consequentemente, das emissões de GEE –, assim como o nexos entre esses movimentos.

#### 4 PARA UMA REINTERPRETAÇÃO MARXIANA DO NEXO ENTRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONSUMO DE ENERGIA

De modo a oferecer uma primeira aproximação a este novo entendimento é preciso, se partimos de uma perspectiva marxiana<sup>9</sup>, retomar uma análise fundada na categoria do *valor*. O ponto de partida da análise de Marx do modo de produção capitalista é a mercadoria, unidade dialética de valor e valor de uso. Segundo ele, o fato de que o trabalho objetive-se, de maneira generalizada, na forma mercadoria é característica específica da formação social regida pelo capital (MARX, 1994). É evidente que, muito antes da emergência e consolidação do modo de produção capitalista, o produto do trabalho já tomava eventualmente a forma de mercadoria. O que distingue a presente formação social de todas as outras em que existiu a mercadoria é a universalização dessa forma específica de objetivação do trabalho.

Um dos traços que caracteriza o trabalho produtor de mercadorias é que seu produto é, desde sua concepção, destinado à venda, destinado portanto ao atendimento de necessidades outras que não a do próprio produtor. O produto de seu trabalho atende suas necessidades apenas na medida em que é valor, em que lhe faculta reivindicar para si uma parcela equivalente da totalidade da riqueza social. Para que o produto social apresente-se, de maneira geral, na forma de mercadoria, é necessário que não somente alguns poucos produtores isolados produzam tencionando a venda; é necessário que a totalidade o faça.<sup>10</sup> Para que isso ocorra, é indispensável que a troca seja a forma de distribuição dominante da riqueza.

Em outras palavras, é o valor – posto como categoria da troca – que medeia os trabalhos privados; é o mercado o *locus* necessário da mediação entre o trabalho individual e a riqueza social produzida. Se no ato da troca os indivíduos igualam os valores que possuem – *i.e.* igualam seus trabalhos – e se a troca é o interposto dominante entre o indivíduo e os objetos necessários ao atendimento de seus carecimentos, então podemos afirmar que quanto mais valor este indivíduo possuir, maior o volume e variedade de valores de uso aos quais terá acesso.

Como cada produtor individual não produz para si, mas para outrem; sua produção não é limitada ou determinada pelos seus próprios carecimentos e de seus dependentes. Em outros termos, o(s) limite(s) à quantidade de valor que ele pode produzir não se encontra(m) no plano das necessidades que ele busca satisfazer com sua produção.<sup>11</sup> Há, de fato, um incentivo ao aumento da produção, o que lhe facultaria acesso mais amplo à riqueza material. Existe já nesse nível – a princípio enquanto possibilidade – um impulso à expansão da produção porque se, por um lado, a acumulação de valor equivale a enriquecimento, por outro lado a não acumulação equivale a empobrecimento, uma vez que a decisão de não acumular contraria a lógica de expansão que tende a prevalecer.



Essa análise inicial, em um nível de abstração ainda bastante elevado, sem conexão aparente com o tema aqui tratado, pretende demonstrar que, se em outras formações sociais progressas, o aumento da produção apresentava-se como ocorrência acidental ou mesmo como tendência verificada *post festum*, no capitalismo o impulso à expansão da produção é um elemento imanente; está inscrito em seu “código genético”, fundado no valor enquanto elemento estruturante da produção e distribuição da riqueza. Vejamos agora como essa tendência fundamental articula-se com o consumo de energia e o aumento de eficiência.

É amplamente conhecida a demonstração de Marx de que o valor de cada mercadoria individual é determinado pelo tempo de trabalho médio necessário à sua produção. Significa dizer que o valor de cada mercadoria independe de seu processo produtivo particular, sendo determinado pelas condições médias de produção presentes nos seus respectivos ramos. Sendo assim, o capitalista detentor da mercadoria, ao levá-la ao mercado, recebe por ela o equivalente ao tempo de trabalho social médio nela contido<sup>12</sup>, não ao tempo de trabalho diretamente despendido em sua produção. Podemos concluir então que se o tempo de trabalho diretamente despendido for inferior ao tempo médio necessário, esse capitalista estará apropriando-se de quantidade de trabalho que de fato não empregou; de quantidade de valor superior a que se apropriaria caso o tempo empregado por ele fosse o tempo médio social. Analogamente, se o tempo de trabalho empregado fosse superior ao tempo médio, estaria se apropriando de uma quantidade de trabalho inferior à de fato empregada.

Suponhamos, por último, que o tempo empregado é exatamente o tempo médio. Se este capitalista individual realiza a introdução de alguma modificação técnica que aumenta a produtividade do trabalho, a quantidade necessária de trabalho para que produza qualquer volume fixo de mercadorias diminuirá. Como essa diminuição ocorre apenas para um processo produtivo isolado, o valor da mercadoria não sofre alterações, ou sofre pouca alteração. O capitalista poderá apropriar-se, portanto, de uma massa de valor que não corresponde diretamente ao trabalho contido em sua mercadoria: o mais-valor extra. A possibilidade de apropriação do mais-valor extra gera um impulso para a implementação de novas técnicas e tecnologias capazes de ampliar a produtividade do trabalho.

Vale frisar que a liberdade do capitalista em se sujeitar ou não a essa tendência é meramente formal. Sua vontade individual, de fato, importa pouco. Se ele não age dessa forma – aumentando sua produtividade – seu capital corre o risco de ser destruído ou absorvido por outro de maior porte. Se ele não age “de acordo”, portanto, fica exposto ao risco de perder (pela ação da concorrência) a condição de capitalista. Como resultado de inúmeras decisões isoladas nesse mesmo sentido, tende a avançar a produtividade média em cada dado setor e, por consequência, na sociedade como um todo.

Segundo Marx (1994, p.723), “a grandeza crescente dos meios de produção, em relação à força de trabalho neles incorporada, expressa a produtividade crescente do trabalho”. Tomando-se o avanço das forças produtivas nesse sentido mais fundamental – o de elevar o volume de meios de produção que o trabalho, num



dado tempo, transforma em produto – pode-se concluir que esse processo facilita (e se manifesta como) a ampliação da escala de produção, o surgimento de novas aplicações da tecnologia existente e a emergência de novos ramos industriais.

A história desse desenvolvimento – que é marcada por sucessivos ganhos de eficiência energética – envolve um contínuo processo de mecanização, automação, concentração do aparato produtivo, criação de novas esferas de consumo etc. Na virada do século XIX para o XX, por exemplo, foi a energia elétrica a grande inovação e a grande impulsionadora de inovações e reestruturações na economia, tendo importância decisiva no desenvolvimento de indústrias-chave do capitalismo recente e na ampla difusão do consumo de energia (especialmente nas cidades), beneficiado pelo ganho abrupto de eficiência em termos de distribuição (FREEMAN; SOETE, 2008).

Momentos como esse, de surto inovativo, reestruturações industriais massivas e surgimento de um grande número de novos ramos de atividade, deixam evidente de maneira superlativa como avanços de produtividade (nesse exemplo, diretamente impulsionado a partir do setor energético) elevam a demanda por energia. Ademais, o desenvolvimento das forças produtivas – nem sempre caracterizado por rupturas e saltos tecnológicos como o mencionado acima – não cria apenas a *possibilidade* de expansão da escala e escopo da produção; cria uma *necessidade*.

À medida que o aumento da produtividade é generalizado, tende a cair o valor das mercadorias. Caso realizado em algum grau, o potencial de economia de recursos – sobre o qual se erguem as principais formulações aqui analisadas – implicaria redução (ou mesmo completa eliminação) das possibilidades de valorização do capital. Assim, a produção total cresce, por necessidade, para compensar a queda do valor de cada unidade produzida e, mais que isso, garantir a realização de todo o potencial de expansão do valor.<sup>13</sup>

Em síntese, este processo desdobra-se em um triplo movimento. Primeiramente<sup>14</sup>, tendem a avançar as forças produtivas da sociedade. Os ganhos de eficiência energética podem figurar como condição ou como consequência desse movimento (ou mesmo como ambos); seja possibilitando transformações econômicas profundas e abruptas no interior da produção capitalista, seja como importante elemento na luta incessante pela redução dos custos de produção. Entretanto, independente do papel que desempenham tais ganhos em cada caso específico, a energia (em geral) e a eficiência energética (em particular) são indissociáveis da tendência de aumento da produtividade. Em segundo lugar, a generalização dos processos de maior produtividade reduz – ao mesmo tempo que faz avançar as forças produtivas da sociedade, e precisamente por tal motivo – o tempo de trabalho necessário na produção de mercadorias. Tende a cair, portanto, seu valor. Em terceiro lugar, lembrando que a natureza do capital é autoexpansiva – que, portanto, a massa de valor produzida e apropriada deve aumentar continuamente – a única alternativa à queda do valor unitário é a expansão da produção em proporção que mais que compense as perdas relativas em valor.

Embora a intensidade energética tenha apresentado reduções notáveis nas últimas décadas – 43,8% entre 1980 e 2008 (EIA-DoE, 2011) –, podemos concluir, a partir das considerações quanto às especificidades da produção capitalista delineadas acima, que os movimentos do consumo de energia e da produção estão diretamente relacionados e seguem uma trajetória ascendente. E assim sendo, podemos resumir os resultados de todo o processo descrito até aqui como<sup>15</sup>: (i) avanço das forças produtivas, que tem o aumento da eficiência energética como um dos principais elementos; e (ii) crescimento da produção e o conseqüente aumento da demanda e consumo de energia.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da discussão aqui empreendida não são – e, dados os objetivos desse artigo, não poderiam ser – relacionados à avaliação de uma política climática particular, de algum país específico; ou a uma avaliação de eventuais manifestações empíricas do efeito *rebound*. Os resultados são teóricos. Da discussão realizada ao longo das seções depreende-se que o nexó entre eficiência energética e consumo de energia é de natureza diversa daquele que é normalmente apontado (tanto pelo debate acadêmico quanto pelas políticas concretas).

A conclusão acima, como era de se esperar, possui maior relevância para o debate ambiental e para a formulação de políticas voltadas à mitigação de emissões de GEE. Como vimos, ganhos consideráveis de eficiência energética apresentam-se como meta realizável – e, mais que isso, constantemente *realizada* –, mas que, todavia, vêm acompanhados de resultados tidos como paradoxais, já que se mostram incapazes de deter o avanço contínuo do consumo de energia; seja para fins de segurança energética ou para fins ambientais.

O próprio Jevons (1906, p. 142) afirma, ainda que partindo de uma perspectiva radicalmente distinta, que “é necessário pouca reflexão para perceber que a totalidade de nosso vasto sistema industrial, e seu consumo subsequente de carvão [energia], emergiu principalmente de medidas sucessivas de economia [eficiência]”. Não há, no entanto, paradoxo algum, pois o nexó principal entre eficiência e consumo de energia não é de causa e efeito. Tanto os teóricos do *rebound effect* quanto os proponentes de políticas de estímulo à eficiência tendem a sobrevalorizar os efeitos de um sobre outro.

O primeiro grupo aponta para a provável ineficácia das políticas de eficiência, sublinhando inclusive a possibilidade que elas tenham resultados diametralmente opostos aos pretendidos. Porém, a posição do segundo grupo, predominante no âmbito das políticas energéticas, é mais grave em termos práticos, pois atribui ao aumento de eficiência um resultado que este não poderia ter: a redução no consumo total de energia. A investigação que realizamos da relação entre esses processos aponta para algo mais que a simples possibilidade de que a evolução de ambos seja em direção a um crescimento contínuo. Aponta para uma tendência geral.



Com isso, não pretendemos negar a ocorrência de *rebound* (ou mesmo *backfire*) em alguma medida, *i.e.* que ganhos de eficiência por si só gerem impactos no consumo de energia que contrabalancem sua economia relativa. Argumentamos, no entanto, que as dinâmicas de evolução da eficiência energética e do consumo de energia são, consideradas em sua totalidade na presente formação social, resultados de uma mesma causa – a saber, a predominância da forma mercadoria e, portanto, a produção regida pelo valor.

Sendo assim, existem limites estruturais objetivos ao descolamento das tendências de aumento da eficiência energética e do consumo de energia no interior da dinâmica própria da sociedade capitalista. Em outras palavras, a plena realização dos objetivos associados a uma trajetória de estabilização da concentração atmosférica de GEE exige a superação dessa dinâmica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHASKAR, R. **A Realist Theory of Science**. Londres: Verso, 1977.

BICALHO, R. Política energética, fontes alternativas e novas tecnologias. *In*: PINTO Jr., H. (Org.) **Economia da energia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BROOKES, L. **Energy efficiency fallacies revisited**. *Energy Policy*, 2000, p. 355-366.

CLARK, B.; YORK, R. **Carbon Metabolism: global capitalism, climate change, and the biospheric rift**. *Theory and Society*, v. 34, p. 391-428, 2005.

COHEN, C. Padrões de consumo e energia: efeitos sobre o meio ambiente e o desenvolvimento. *In*: MAY, P.; LUSTOSA, M.; VINHA, V (Org.). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2003.

DUAYER, M; MEDEIROS, J. L. **Marx, Estranhamento e Emancipação: o caráter subordinado da categoria da exploração na análise marxiana da sociedade do capital**. *Revista de Economia*, v. 34, p. 151-161, 2008

FOSTER, J. B. **A Planetary Defeat: The Failure of Global Environmental Reform**. *Monthly Review*, v. 54(8), p. 1-9, 2003.

\_\_\_\_\_. **Capitalism's Environmental Crisis: is technology the answer?** *Monthly Review*, v. 52(7), p. 1-13, 2000.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Unicamp, 2008.

G8. **Joint Statement by G8 Energy Ministers**. Disponível em: <[http://www.enecho.meti.go.jp/topics/g8/g8sta\\_eng.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/topics/g8/g8sta_eng.pdf)> Acesso em 01 mar 2013.

GELLER, H.; HARRINGTON, P.; ROSENFELD, A. H.; TANISHIMA, S.; UNANDER, F. **Policies for increasing energy efficiency: thirty years of experience in OECD countries.** Energy Policy, v. 34, pp. 556-57, 2006.

HOWARTH, R. **Energy efficiency and economic growth.** Contemporary Economic Policy, v.15, 1997.

IEA. **Energy policies of IEA countries: 2006 review.** Paris: OECD/IEA, 2006.

\_\_\_\_\_. **Energy security and climate policy: assessing interactions.** Paris: OECD/IEA, 2007a.

\_\_\_\_\_. **IEA energy efficiency policy recommendations to the G8 2007 summit.** Paris: OECD/IEA, 2007b.

\_\_\_\_\_. **Worldwide trends in energy use and efficiency: key insights from IEA indicator analysis.** Paris: OECD/IEA, 2008.

\_\_\_\_\_. **Implementing energy efficiency policies: are IEA member countries on track?** Paris: OCED/IEA, 2009.

IPCC. Synthesis report. In: PACHAURI, R.K.; REISINGER, A. (Org.). **Climate Change 2007: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University, 2007a.

IPCC. Summary for policymakers. In: METZ, B. *et al* (Orgs). **Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University, 2007b.

JEVONS, W. S. **The coal question.** Londres: Macmillan and Co, 1906 [1865]

JOLLANDS, N.; WAIDEB, P.; ELLISC, M.; ONODAD, T.; LAUSTSENA, J.; TANAKAA, K.; DE T'SERCLAESA, P.; BARNSELEYA, I.; BRADLEYA, R.; MEIERE, A. **The 25 IEA energy efficiency policy recommendations to the G8 Gleneagles Plan of Action.** Energy Policy, v. 38, p.6409-6418, 2010.

LI, M. **Climate Change, Limits to Growth, and the Imperative for Socialism.** Monthly Review, vol. 60, no. 3, p. 51-67, 2008.

LAITNER, J. **Energy efficiency: rebounding to a sound analytical perspective.** Energy Policiy, v. 28 p. 6-7, 2000.

LECOCQ, F.; AMBROSI, P. **The Clean Development Mechanism: History, Status**



**and prospects.** *Review of Environmental Economics and Policy*, v. 1, p. 134-151, 2007.

LUKÁCS, G. **Ontologia do Ser Social: Os Princípios Ontológicos Fundamentais de Marx.** São Paulo: LECH, 1979.

MARX, K. **O Capital: crítica da economia política.** Livro I, volumes 1 e 2. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1994.

\_\_\_\_\_. **O Capital: crítica da economia política.** Livro III, volumes 4-6. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1979.

MOEZZI, M. **Decoupling energy efficiency from energy consumption.** *Energy & Environment*, v. 11(5), p. 521-533, 2000.

PEARCE, R.; TURNER, R. **Economics of Natural Resources and the Environment.** Baltimore: The John Hopkins University, 1990.

PEREIRA, A.; MAY, P. Economia do aquecimento global. *In: MAY, P.; LUSTOSA, M.; VINHA, V (Org.). Economia do meio ambiente.* Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2003.

POSTONE, M. **Tiempo, trabajo y dominación social: una reinterpretación crítica de Marx.** Madrid: Politopías, 2006.

RYAN, D.; YOUNG, D. Modelling energy savings and environmental benefits from energy policies and new technologies. *In: EVANS, J.; HUNT, L. (Org.). International handbook on the economics of energy.* Cheltenham: Edward Elgar, 2009.

SÁ BARRETO, E. **Apontamentos teóricos para a crítica da economia política do meio ambiente: da possibilidade de um “consumo verde”.** *In: XVIII Encontro Nacional de Economia Política.* Belo Horizonte: SEP, 2013.

\_\_\_\_\_. **Desmaterialização desmistificada: o potencial poupador da tecnologia e suas implicações ambientais.** *In: 41º Encontro Nacional de Economia.* Foz do Iguaçu: Anpec, 2013.

SAUNDERS, H. **A view from the macro side: rebound, backfire, and Khazzoom-Brookes.** *Energy Policy*, v. 28, p. 439-449, 2000.

SCHIPPER, L. **On the rebound: the interaction of energy efficiency, energy use and economic activity. An introduction.** *Energy Policy*, v. 28. P. 6-7, 2000.

SCHIPPER, L.; GRUBB, M. **On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries.** *Energy Policy*, v. 28, 6-7, 2000.

SORREL, S. **Jevons' paradox revisited: the evidence for backfire from improved energy efficiency.** *Energy Policy*, v. 37, p. 1456-1469, 2009.

STERN, N.; PETERS, S.; BAKHSI, V.; BOWEN, A.; CAMERON, C.; CATOVSKY, S.; CRANE, D.; CRUICKSHANK, S.; DIETZ, S.; EDMONDSON, N.; GARBETT, S.; HAMID, L.; HOFFMAN, G.; INGRAM, D.; JONES, B.; PATMORE, N.; RADCLIFFE, H.; SATHIYARAJAH, R.; STOCK, M.; TAYLOR, C.; VERNON, T.; WANJIE, H.; ZENGHELIS, D. **The Economics of Climate Change: The Stern Review.** Cambridge: Cambridge University, 2007.

WRI. **World Resources Institute Report: an analysis of greenhouse gas intensity targets.** Washington D.C.: World Resources Institute, 2006.

WRI. **Analysis of Bush Administration Greenhouse Gas Target.** 2003. Disponível em: [http://pdf.wri.org/wri\\_bush\\_analysis\\_2003.pdf](http://pdf.wri.org/wri_bush_analysis_2003.pdf). Acesso em 03 fev. 2013.

### FONTES

U.S. Energy Information Administration - Department of Energy (EIA-DoE) (2011), acesso em 17 de maio de 2011, disponível em: <http://www.eia.doe.gov/>

### NOTAS

1 “Gases de efeito estufa são os gases constituintes da atmosfera, tanto naturais quanto antropogênicos, que absorvem e emitem radiação [...] [causando] o efeito estufa” (IPCC, 2007a: 82).

2 Cf. Bhaskar (1977), Lukács (1979) e Postone (2006), respectivamente.

3 Cabe sublinhar que por política climática contemporânea pretendemos simplesmente nos referir a tendências dominantes – que podem ser observadas em um conjunto grande de países relevantes – nas políticas orientadas às questões climáticas. Tais políticas não serão avaliadas em si (e por isso podemos prescindir de sua descrição detalhada), mas as tendências sublinhadas darão o mote de nossa discussão teórica.

4 Pode-se entender intensidade em emissões de duas formas distintas: (i) como volume de emissões por unidade de energia, ou intensidade em emissões do consumo de energia; e (ii) como volume de emissões por unidade do produto (seja em unidades físicas ou monetárias), ou intensidade em emissões do produto. Sempre que utilizarmos o termo “intensidade em emissões” (ou em carbono) sem qualificativos adicionais estaremos nos referindo à intensidade em emissões do produto (ou da produção).

5 Quando se consideram outros gases GEE, o número de determinantes aumenta.

6 Na tradução mais recente de *O Capital*, a tradicional categoria trabalho concreto aparece como trabalho útil. Cabe, portanto, salientar que o trabalho útil ao qual

nos referimos aqui é um conceito da física mecânica; i.e. absolutamente distinto da categoria marxiana.

7 Países que compunham o G8: Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Rússia, Reino Unido e Estados Unidos.

8 Para exemplos mais específicos, cf. IEA (2006; 2007a; 2008; 2009).

9 Cf.: Ryan & Young (2009), Bicalho (2007), Lecocq & Ambrosi (2007), Stern et al. (2007), IPCC (2007b), WRI (2006), Pereira & May (2003), Foster (2000), Moezzi (2000).

10 Como ainda não existe uma única tradução consagrada desses termos, optamos por deixá-los no idioma original ao longo de todo o texto.

11 Cf. Schipper & Grubb (2000), Schipper (2000), Laitner (2000), Howarth (1997).

12 As insuficiências das interpretações em torno do efeito rebound ficarão evidentes nas duas últimas seções.

13 Mecanismo de precificação do carbono concebido para facilitar os esforços de mitigação de emissões dos países.

14 Curiosamente, um dos principais autores a sublinhar a possibilidade de rebound e backfire (Saunders, 2000), utiliza modelos de crescimento neoclássicos. A razão para tal divergência parece ser a utilização de análises estáticas (Pearce e Turner, 1990) para dar suporte teórico à opção política pelo mecanismo de mercado.

15 As linhas gerais do argumento aqui delineado são baseadas especialmente nos livros 1 e 3 d'O Capital. (Marx, 1994; 1974) Os primeiros parágrafos são inspirados na síntese dos quatro primeiros capítulos do livro 1 realizada em Duayer & Medeiros (2008).

16 Tal condição não exclui a possibilidade de produção não-mercantil, ainda que confira a esta um caráter necessariamente marginal.

17 Para uma análise dos limites à produção de valor, cf. Sá Barreto (2013a).

18 Estamos aqui fazendo a suposição simplificadora que as mercadorias se vendem por seus valores.

19 É importante salientar que não pretendemos, com esse argumento sintético, esgotar a explicação dos impulsos autoexpansivos do capital. Para uma análise mais detalhada deste tema específico, cf. Sá Barreto (2013b).



20 Este ordenamento refere-se apenas à forma de exposição. De maneira alguma é indicativo de uma ordem lógica ou cronológica.

21 Evidentemente os resultados e efeitos não se resumem a esses dois. Estamos apenas dando o destaque aos efeitos pertinentes à presente discussão.

