

BENEDITO SILVA NETO

Minimizar  $\sum c_i q_i + \sum c_k k_i$

s.a.

**COM MARX, PARA ALÉM DE MARX**

$$\sum q_i \geq D_i$$

$$\sum k_i^x - \sum a_{ij} q_j \geq K_i$$

$$\sum \sigma_{ij} k_j \leq R_i$$

*Ensaio sobre riquezas, valores e preços*

Maximizar  $\sum D_i p_i + \sum K_i \beta_i - \sum R_i r_i$

s.a.

$$p_i - \sum a_{ij} \beta_j \leq c_i$$

EDITORA

$$\beta_i - \sum \sigma_{ij} r_j \leq c_i$$

## APRESENTAÇÃO

Qual é a diferença entre valor e preço? Quais são as suas relações com a riqueza? Qual o papel que cada uma destas categorias desempenha na reprodução econômica das sociedades contemporâneas? Como esta reprodução econômica se relaciona com a sustentabilidade ecológica?

Estas são as questões centrais tratadas nos ensaios que compõem este livro. O ponto de partida para discuti-las é a consideração de que a manutenção e a renovação das condições materiais para a existência das sociedades (ou seja, a sua reprodução econômica) baseia-se, fundamentalmente, nas riquezas, no seu sentido físico e qualitativo. Por exemplo, este texto foi digitado em um computador que se encontrava sobre uma mesa. Vamos supor que, com o valor monetário (ou seja, o preço) de um computador seja possível adquirir cinco mesas. Mas, a digitação do texto não seria possível com seis mesas e nenhum computador. Assim, se em termos monetários seria indiferente possuir um computador ou cinco mesas, do ponto de vista da atividade social específica para a qual cada um deles foi concebido tal equivalência não existe. O mesmo ocorre com todas as demais atividades sociais. Isto implica que os objetos precisam ser disponibilizados em quantidades e proporções precisas entre elas para que as sociedades possam se manter. E só existem duas formas possíveis de obter tais objetos. Ou diretamente a partir da natureza (caso sejam recursos gerados sem intervenção humana), ou produzindo-os pelo trabalho (mas, mesmo neste caso, em última instância, sempre a partir de riquezas obtidas da natureza). A questão que se coloca, então, é como, em sociedades com uma alta divisão social do trabalho, este processo de apropriação, transformação e consumo de riquezas pode ser realizado de forma minimamente coerente com as demandas da sociedade, considerando a diversidade das condições de produção.

Esta coerência pode ser assegurada pela atribuição de preços às riquezas (tanto as naturais como as geradas pelo trabalho). Como estes preços podem ser definidos? Neste livro é discutida uma teoria dos preços cujo fundamento é bastante simples: o preço deve ser equivalente ao custo mais alto pela unidade ainda necessária para suprir a demanda social, ou seja, ao custo “marginal”. Isto porque, caso isto não ocorrer, ou a demanda não pode ser

satisfeita ou a produção excede a demanda. É por esta razão que os preços correspondentes aos custos marginais são denominados “eficientes”, pois eles induzem o conjunto das unidades de produção a gerar a quantidade de produto que corresponde a quantidade demandada nas condições de produção vigentes. De acordo com esta teoria, portanto, o preço corresponde ao custo marginal. Mas como medir o custo? Para responder a esta questão nos valem da teoria do valor de Marx: o custo total de uma mercadoria, ou seja, o seu valor, é equivalente ao tempo de trabalho socialmente necessário para produzi-la.

Por outro lado, a dinâmica das sociedades contemporâneas baseia-se na valorização do capital e, portanto, no valor, e não diretamente nas necessidades sociais de riquezas. Isto faz do capitalismo um sistema econômico essencialmente contraditório e instável, o qual foi magistralmente analisado por Marx, assim como por outros adeptos do materialismo histórico. Porém, Marx, assim como os marxistas em geral, considerava os preços fundamentalmente como valores médios, e não marginais. Ocorre que os valores marginais diferenciam-se dos valores médios quando há uma diversidade de condições de produção em um contexto de escassez de recursos, especialmente de recursos naturais. E são precisamente estes recursos naturais que constituem as fontes primárias das riquezas, das quais as sociedades humanas dependem para assegurar a sua reprodução econômica, assim como a sua sustentabilidade ecológica. Uma das mais graves consequências de considerar que os preços, fundamentalmente, correspondem a valores médios é que isto induz as análises econômicas marxistas (assim como outras correntes do pensamento econômico) a negligenciar o papel que as riquezas (no seu sentido qualitativo) desempenham na reprodução econômica da sociedade, o que é possível evitar quando os preços são definidos a partir de valores marginais.

As possíveis respostas às questões tratadas neste livro possuem múltiplas e profundas consequências. Ao longo dos ensaios estas questões são analisadas tanto de um ponto de vista teórico como, por exemplo, quando é tratado o problema formulado por Marx da transformação de valores em preços, como a partir de problemas práticos, como os relacionados a possibilidade de um capitalismo verde ou às características de uma proposta socialista para o século XXI.

## Índice

Prefácio.....	6
Introdução geral.....	10
Preâmbulo metodológico: a programação linear.....	23
1 As relações entre riquezas, valores e preços.....	29
1.1 Introdução.....	29
1.2 A riqueza como categoria econômica.....	30
1.3 As riquezas na reprodução econômica da sociedade.....	40
1.4 Modelagem das relações entre riquezas, valores e preços.....	54
1.5 Conclusões.....	90
2 Riquezas, valores e preços na teoria da renda diferencial de Marx.....	92
2.1 Introdução.....	92
2.2 A teoria da renda diferencial de Marx.....	93
2.3 As rendas diferenciais nas economias capitalistas.....	102
2.4 Conclusões.....	107
3 Valores e preços em Marx.....	110
3.1 Introdução.....	110
3.2 A relação entre valor e preço em Marx.....	111
3.3 Marx e os processos econômicos de equalização das taxas de lucro .....	113
3.4 As relações entre a oferta e a demanda na equalização das taxas de lucro.....	114
3.5 Formação dos preços e composição orgânica do capital.....	118
3.6 Equalização das taxas de lucro e reprodução do sistema econômico .....	121
3.7 A transformação de valores em preços sem modificação das quantidades produzidas.....	144
3.8 A equalização das taxas de lucro na dinâmica da economia capitalista .....	147
3.9 Eficiência dos preços e equalização das taxas de lucro.....	152
3.10 Conclusões.....	157
4 Por um novo cálculo econômico.....	159
4.1 Introdução.....	159
4.2 Economia e alienação nas sociedades capitalistas.....	161
4.3 As relações entre riquezas, valores e preços no processo de reprodução social.....	163
4.4 As categorias econômicas para a determinação microeconômica do valor agregado.....	170
4.5 As categorias econômicas relacionadas à distribuição do valor agregado.....	173
4.6 Conclusão: repensar o trabalho no processo de reprodução social..	176
5 Tecnologia e riquezas naturais: por uma planificação ecológica radicalmente democrática.....	178

5.1	Introdução.....	178
5.2	A pPlanificação ecológica e democracia.....	180
5.3	Produtos de alta tecnologia e recursos naturais.....	184
5.4	A questão agroecológica.....	194
5.5	O capitalismo verde em questão.....	216
5.6	Conclusões.....	222
6	Riquezas, valores e preços no debate sobre o socialismo.....	223
6.1	Introdução.....	223
6.2	Riquezas, valores e preços no socialismo.....	224
6.3	As riquezas e a democracia.....	238
6.4	Um modelo de planificação baseado nas relações entre riquezas, valores e preços.....	242
6.5	Uma estratégia de transição.....	248
6.6	Valor, fetiche e alienação.....	251
6.7	Conclusão: romper os grilhões do capitalismo.....	254
7	Conclusão geral: para além de Marx, mas, definitivamente, com Marx... ..	256
8	Bibliografia.....	263
9	Apêndices.....	269
9.1	Apêndice 1: A programação linear.....	269
9.2	Apêndice 2: A análise de Bortkiewcs do problema da transformação.....	274
9.3	Apêndice 3: Os processos econômicos da equalização da taxa de lucro propostos por Salama e Valier.....	281
9.4	Apêndice 4: O equívoco de Sraffa em sua crítica ao marginalismo... ..	287
9.5	Apêndice 5. Sobre as inconsistências da teoria neoclássica.....	295

## PREFÁCIO

Uma das primeiras motivações para a elaboração dos ensaios presentes neste livro foi a dificuldade enfrentada para ministrar aulas sobre os processos técnico-econômicos básicos relacionados à formação dos preços. Ocorre que desde há muito percebi que a teoria do valor de Marx é a única que permite uma análise objetiva entre, por um lado, as condições técnicas, baseadas nas riquezas, e, por outro lado, as relações econômicas, baseadas no valor. No entanto, praticamente todos os manuais escolares que tratam do assunto se apoiam na economia neoclássica, na qual a distinção entre riquezas e valores é confusa e problemática. Além disto, os processos de formação de preços, tal como descritos na crítica da economia política efetuada por Marx, pouco contribuem para esclarecer tais relações, especialmente de um ponto de vista formal. No centro desta dificuldade encontra-se o complicado e polêmico problema da transformação de valores em preços, apresentado n'O Capital. Assim, durante muito tempo contentei-me em oferecer apenas uma explicação qualitativa dos processos de formação dos preços baseados nas concepções de Marx, na medida em que os pressupostos fundamentais da economia neoclássica, assim como a sua operacionalização por meio de um arsenal matemático tanto complexo quanto vazio de conteúdo, me parecem inaceitáveis. Também a alternativa neoricardiana, especialmente a inaugurada por Piero Sraffa, me parece totalmente insatisfatória. Embora, aparentemente, esta alternativa ofereça uma solução formal ao problema da transformação de valores em preços, ela o faz assumindo pressupostos estreitos, pouco realistas e até mesmo inconsistentes matematicamente (especialmente em sua crítica ao marginalismo<sup>1</sup>). Por outro lado, minha formação de agrônomo aliada a uma razoável experiência de modelagem de sistemas de produção por meio da programação matemática, provavelmente foi o que me levou a perceber que as dificuldades fundamentais colocadas para a solução do problema da transformação era a forma como ele considera (ou, sobretudo, não considera) o papel da riqueza na formação dos preços. Porém, para evitar cair em um reducionismo frequentemente observado entre modeladores, que muitas vezes ignoram o caráter histórico, sempre transitório, das sociedades e da própria natureza, passei a me

---

1 A tentativa de crítica ao marginalismo realizada por Sraffa é analisada no apêndice 4.

interessar pela análise dos fenômenos relacionados à complexidade (responsável pelas mudanças qualitativas de um sistema). Mas a análise dos aspectos meramente formais, matemáticos, dos sistemas complexos, devido ao seu caráter altamente abstrato, me pareceu insatisfatória. Isto me levou a procurar as próprias bases físicas da complexidade (e, portanto, da historicidade). Foi então que me deparei com os trabalhos de Georgescu-Roegen<sup>2</sup> sobre as limitações termodinâmicas que se colocam aos sistemas econômicos, e, mais tarde, de Ilya Prigogine e seus colaboradores<sup>3</sup> sobre os sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio. O estudo das obras de Prigogine e de seus colaboradores me proporcionou uma visão muito mais clara da natureza e da dinâmica fundamental das riquezas, reforçando minha insatisfação com a forma como estas são consideradas em estudos econômicos.

Ao mesmo tempo, meu contato com a programação linear me levou a conhecer os trabalhos de Leonid Vitaliyevich Kantorovich<sup>4</sup>, considerado como o primeiro pesquisador a desenvolver esta técnica de análise matemática<sup>5</sup>. O interessante nos trabalhos de Kantorovich é que muitos deles visavam contribuir para a planificação da economia soviética, tratando a formação dos preços (ou algo semelhante) a partir de problemas concretos. Mas os modelos de Kantorovich, que propunham uma planificação diretamente baseada em valores de uso, parecem exibir uma perturbadora tendência a convergir com os modelos neoclássicos. Victor Vassilievich Novozhilov, partindo das mesmas preocupações de Kantorovich, com quem integrava a corrente marginalista dos economistas soviéticos, elaborou um modelo mais apropriado, pois mais coerente com a teoria do valor de Marx e que, a meu ver, possibilita a integração das riquezas na análise dos processos de formação dos preços<sup>6</sup>.

A partir destes acontecimentos, porém, vários anos de pesquisa se passaram para que as posições sustentadas nesses ensaios pudessem ser formuladas com suficiente exatidão. Embora alguns resultados relativos às relações entre riquezas, valores e preços apresentados

2 Como GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard Economic Press, 1971.

3 Como PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La nouvelle alliance. Métamorphose de la science**. Paris: Ed. Gallimard, 1986.

4 KANTOROVICH, L. Mathematical Methods of Organizing and Planning Production. **Management Science**, Vol. 6, No. 4 Jul. 1960, pp. 366-422.

KANTOROVICH, L. **The best use of economic resources**. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1965.

5 KUTATELADZE, S. S. Mathematics and economics of Leonid Kantorovich. **Siberian Mathematical Journal**, Vol. 53, Nº 1, 2012, p. 1-12.

6 NOVOZHILOV, V. V. **Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning**. New York, White Plains (NY): International Arts and Sciences Press, 1970.

nesses ensaios já tenham sido publicados<sup>7</sup> visando contribuir para a análise de problemas mais específicos, as suas relações com a teoria marxista da formação dos preços, especialmente com o problema da transformação, nesses trabalhos ainda não estavam suficientemente claras. Daí a ideia de escrever esta série de ensaios para explorar esta questão a partir de diferentes ângulos.

Na tentativa de lhe proporcionar objetividade, esses ensaios foram desenvolvidos tendo a programação linear<sup>8</sup> como o seu principal quadro de análise (um pouco como faziam os economistas soviéticos da corrente marginalista). Esta técnica é a que me parece mais adequada para analisar as relações entre riquezas, valores e preços na economia. Por outro lado, ciente das dificuldades (quando não a simples rejeição) que o emprego de um método matemático para desenvolver o conteúdo de um livro pode provocar para muitos leitores, a apresentação dos modelos é realizada essencialmente por meio de exemplos numéricos, bastante simples, de forma que os problemas tratados possam ser compreendidos sem a necessidade de conhecimentos de matemática além das quatro operações aritméticas. Além disto, um preâmbulo metodológico<sup>9</sup> sobre a programação linear é apresentado anteriormente aos ensaios. O propósito deste preâmbulo, realizado exclusivamente de forma “literária” (isto é, sem o emprego de linguagem simbólica) é, em primeiro lugar, o de mostrar que, deixadas de lado as tecnicidades dos cálculos que envolvem a solução de modelos de programação linear, os seus princípios matemáticos são extremamente simples. Em segundo lugar é enfatizar que a compreensão de tais princípios é largamente suficiente para a compreensão da forma como a programação linear é empregada neste livro, permitindo ao leitor que ele se concentre no seu conteúdo.<sup>10</sup>

No entanto, o emprego da programação linear, especialmente em função da abordagem marginalista que ele supõe, me levou, em certo sentido, “para além de Marx”. Tendo como ponto de partida a identificação de inconsistências na formulação do problema da transformação de valores em preços, esta abordagem me levou a questionar alguns aspectos fundamentais do marxismo, os quais me parecem pouco consistentes diante do contexto social

7 SILVA NETO, B. **A questão agroecológica: uma perspectiva ecossocialista**. Curitiba: Ed. CRV, 2017. SILVA NETO, B. A promoção do desenvolvimento sustentável e a teoria marxista dos preços: uma análise da importância das rendas diferenciais. **Desenvolvimento em Questão**. Vol. 17, nº 43, p. 8-28, 2018.

8 No apêndice 1 são fornecidos alguns elementos básicos sobre a aplicação da programação linear à análise de problemas econômicos.

9 Cuja inclusão foi recomendada por Michel Husson, a quem agradeço vivamente pelos valiosos comentários tanto em relação à forma quanto ao conteúdo dos originais deste livro.

10 Para o leitor interessado. No apêndice 1 são fornecidos alguns elementos básicos sobre a aplicação da programação linear à análise de problemas econômicos.



do século XXI, especialmente no que diz respeito às relações das sociedades humanas com o seu ambiente. Por outro lado, é no próprio *O Capital*, especialmente na teoria das rendas diferenciais de Marx e, portanto, “com Marx”, que encontramos as bases fundamentais para a superação de tais inconsistências. Foi, portanto, com Marx, mas algo para além de Marx, que foram elaborados os ensaios reunidos neste livro.

Em revisão

## INTRODUÇÃO GERAL

“A relação com Marx é a verdadeira pedra de toque de todo intelectual que leva a sério o esclarecimento da sua própria concepção de mundo e do desenvolvimento social, particularmente a situação atual, a sua inserção nela e seu posicionamento frente a ela. A seriedade, o escrúpulo e a profundidade que dedica a este problema indicam se e em que medida o intelectual pretende, conscientemente ou não, furtar-se a uma clara tomada de posição em face das lutas históricas contemporâneas.”<sup>1</sup>

Os ensaios que compõem este livro foram elaborados a partir da percepção de que diante da dinâmica do capitalismo contemporâneo algumas questões fundamentais da economia política devem ser examinadas com mais profundidade<sup>2</sup>. Dentre essas questões, destaca-se a natureza da riqueza e do valor e o papel que os processos econômicos relacionados com estas categorias desempenham na formação dos preços. Neste sentido, nosso ponto de partida é a constatação de que a diversidade das condições de produção, determinadas pelas relações físicas (concernentes às riquezas) que os seres humanos necessariamente tem que manter com a natureza e que determinam o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção (isto é, o valor), não podem ser negligenciadas na análise da formação dos preços. Marx considerou que tal diversidade pode ser neutralizada por meio da consideração de condições médias, o que implica que valores e preços fundamentalmente possam se equivaler, mesmo em condições de produção heterogêneas.

É provável, porém, que Marx, e todos os que adotam tal raciocínio, se enganem neste ponto. Uma das principais hipóteses que procuraremos analisar neste livro é a de que o processo básico de formação dos preços decorre do fato de, diante da diversidade das condições de produção, o preço corresponde ao tempo de trabalho nas condições em que este tempo é maior, pois, caso contrário, a demanda simplesmente não pode ser satisfeita. Isto porque um produtor não pode, de forma estável, receber um preço menor do que o seu custo (que, de acordo com a teoria marxista, em última instância corresponde ao tempo total de

---

1 LUKÁCS, G. Meu caminho para Marx. In LUKÁCS, G. **Socialismo e democratização. Escritos políticos 1956-1971**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2008, p. 37.

2 Percepção que é compartilhada com outros autores como HARRIBEY, J.-M., **La richesse, la valeur et l'inestimable. Fondements d'une critique socio-écologique de l'économie capitaliste**. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013.

trabalho). Diante da necessidade de produzir em condições diversas, que proporcionam diferentes produtividades do trabalho, portanto, o preço corresponde ao valor marginal e não ao médio. Preços equivalentes à valores marginais possuem propriedades importantes. Em primeiro lugar, eles indicam aos produtores em que condições a produção deve ser realizada e quais técnicas devem ser empregadas diante dos recursos disponíveis para que a demanda possa ser satisfeita. Em segundo lugar, o tempo de trabalho total exigido para a satisfação da demanda é o menor possível quando a produção é orientada por preços equivalentes aos custos marginais, ou seja, por preços “eficientes”. A formação de preços eficientes é o que entendemos ser o processo tendencial básico de formação dos preços em condições em que o preço de um produto tende a ser o mesmo para o conjunto dos produtores. Somente a partir desse processo (mesmo que ele sofra distorções, não se consumando plenamente), com os preços já formados, é que as taxas de lucro podem ser determinadas. Isto implica que as taxas de lucro é que são formadas a partir dos preços e não o inverso. Os preços só podem ser influenciados pelas taxas de lucro no momento em que estas, ao direcionar os investimentos redefinindo o nível das atividades e, portanto, as quantidades produzidas, provocarem mudanças nas condições de produção e, assim, no custo marginal dos produtos. Na nossa concepção, a concorrência capitalista baseada nas taxas de lucro pode, assim, provocar mudanças nos preços, mas não se constitui em um processo de formação de preços propriamente dito. Esta diferença é fundamental. Como procuramos evidenciar formalmente ao longo de vários dos ensaios que compõem este livro, o processo de formação de preços baseado em valores marginais é perfeitamente coerente com a teoria do valor de Marx. Ontologicamente, outros processos que podem afetar o nível dos preços podem ocorrer depois, como a equalização das taxas médias de lucro, mas tais processos são ajustes que se constituem em perturbações do processo tendencial básico apresentado.

Afirmar que Marx estava enganado pode, aparentemente, ser de uma imperdoável e arrogante impertinência, mas não entendemos assim. Admitir que Marx estava sujeito a cometer algum engano implica apenas em vê-lo como um ser humano, um homem do seu tempo, que viveu em um contexto social diferente do nosso (mesmo que o capitalismo por ele descrito seja essencialmente o mesmo do que vivemos hoje) e que não dispunha das ferramentas formais que hoje possuímos. O contexto social de Marx era o de um capitalismo em vertiginoso crescimento econômico que, embora parecendo ter na procura pelo lucro um elemento de irrefutável racionalidade, provocava uma extrema pauperização da classe

trabalhadora. A entrada do capitalismo em sua fase imperialista após a crise de 1870, porém, além de proporcionar-lhe certa estabilidade, permite uma real, embora limitada, amenização da precariedade das condições de vida das classes trabalhadoras dos países imperialistas. Tal contexto, mais tarde, leva a apreciações menos negativas das contradições do capitalismo por certos marxistas, reforçando a crença na sua racionalidade “superior”, pois baseada na maximização do lucro. Assim, já no início do século XX, surgem as primeiras manifestações de um “marxismo evolutivo”, do qual o pensamento de Eduard Bernstein é uma expressão típica<sup>3</sup>. É provável que tal contexto social tenha influenciado Ladislaus Von Bortkiewicz a interpretar os resultados dos seus estudos do problema formulado por Marx da transformação de valores em preços<sup>4</sup> de uma forma desconcertante para os marxistas. É que a “solução” de Bortkiewicz mostra a impossibilidade de serem respeitadas as condições impostas por Marx para resolver o problema. Segundo a análise de Bortkiewicz, a equalização dos lucros não era compatível com a igualdade da massa de mais valia e o total dos lucros ao mesmo tempo em que a soma dos valores monetários possa se igualar ao total dos valores em trabalho. Baseado nestes resultados, Bortkiewicz concluiu que a teoria do valor de Marx deveria ser abandonada. Para este autor, os preços poderiam simplesmente ser obtidos a partir dos preços anteriormente praticados, sem a necessidade de uma teoria do valor para fundamentá-los. Bortkiewicz, como um manifesto admirador de David Ricardo, inaugura assim uma longa tradição “neoricardiana” de questionamento da teoria do valor de Marx (em geral tendo como principal argumento a sua redundância). As análises de Bortkiewicz provocaram, e ainda provocam, um profundo impacto sobre muitos marxistas. Por exemplo, Paul Sweezy, um renomado marxista norte-americano, após examinar a análise de Bortkiewicz, afirma que,

“Pode-se alegar que todos os problemas relacionados com o cálculo do valor e a transformação de valores em preços é excesso de bagagem. O mundo real é o do cálculo do preço – por que não falar logo em termos de preço, desde o início? (...) Um marxista pode dar certa razão a esse ponto de vista. Até o ponto em que os problemas a serem solucionados estão ligados ao comportamento dos elementos díspares do sistema capitalista (preços das mercadorias individuais, lucro dos capitalistas isolados, a combinação dos fatores produtivos na firma individual, etc.) não parece haver dúvida de que o cálculo do valor é de reduzida utilidade.”<sup>5</sup>

- 
- 3 BERNSTEIN, E. **Las Premisas del socialismo y las tareas de la socialdemocracia. Problemas del socialismo.** El revisionismo en la socialdemocracia. México: Siglo Veintiuno, [1899] 1982.
  - 4 Como em, por exemplo, BORTKIEWCZ, L. von, **Value and Price in the Marxian System.** London: MacMillan and Company Ltd; New York: The MacMillan Company, 1952 [1907]. Uma reinterpretação dos resultados obtidos por Bortkiewicz é realizada no apêndice 2.
  - 5 SWEEZY, P. M. **Teoria do desenvolvimento capitalista. Princípios de economia marxista.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1985 [1946], p. 109.

Passadas a primeira guerra mundial, a crise de 1929 e a segunda guerra mundial que a sucedeu, acontecimentos em que a irracionalidade capitalista mostrou o seu enorme potencial de destruição, em alguns países seguiram-se anos de relativa estabilidade e crescimento econômico. Uma das principais características desse contexto social foi a considerável regulação do capitalismo. Capitalistas e trabalhadores estabeleceram por meio do Estado um virtuoso “compromisso social”<sup>6</sup> que assegurava uma redistribuição sistemática dos ganhos de produtividade entre trabalhadores e capitalistas o que permitia, ao mesmo tempo, a manutenção das taxas de lucro e uma nítida melhora das condições de vida das classes trabalhadoras devido a ganhos reais de salário e a expansão de serviços públicos. Disto resultou uma estabilidade do capitalismo jamais observada anteriormente<sup>7</sup>. Embora este fenômeno tenha ocorrido em um limitado número de países (Europa Ocidental, América do Norte, alguns países do extremo oriente e Oceania), e durante um período relativamente curto (cerca de 30 anos), ele fortaleceu tremendamente a imagem do capitalismo. Os países capitalistas ricos passaram, assim, a ser considerados como verdadeiros modelos de desenvolvimento. Foi neste contexto em que foi dada continuidade às discussões sobre o problema da transformação, sendo formuladas as propostas, polêmicas, mas até hoje as mais influentes, que se baseiam fundamentalmente em um estudo de Piero Sraffa<sup>8</sup>, um declarado neoricardiano. Editor das obras ~~de~~ completas de David Ricardo, Sraffa retoma o problema colocado pelo grande autor inglês de encontrar uma mercadoria padrão que, servindo de base para o cálculo das demais mercadorias, pudesse fundamentar a teoria do valor, considerando a equalização das taxas médias de lucro. Mas o estudo de Sraffa permitiu-lhe ir além do problema colocado pelo seu mentor. A partir do estudo de Sraffa se pode mostrar que, dados os coeficientes técnicos que descrevem as relações físicas entre as mercadorias, os seus preços podem ser calculados sem a necessidade de uma teoria do valor. Por meio da aplicação do teorema de Perron-Frobenius<sup>9</sup>, pode-se demonstrar que os preços determinados a partir dos coeficientes técnicos de uma matriz são independentes dos valores iniciais a eles atribuídos. Como tais valores iniciais na teoria marxista correspondem aos valores em tempo de trabalho,

---

6 Isto é, certa estabilização da luta de classes.

7 Há uma verdadeira escola de pensamento econômico dedicada à análise desses mecanismos. Ver, por exemplo, BOYER, R. **Théorie de la régulation. 1. Les fondamentaux**. Paris: La Découverte, 2004.

8 SRAFFA, P., **Production of commodities y means of commodities. Prelude to a critique of economic theory**. Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960].

9 Uma discussão deste teorema é encontrada no capítulo oito de MEYER, C. D. **Matrix analysis and applied linear algebra**. Philadelphia: SIAM, 2000.

os preços, portanto, poderiam ser determinados independentemente dos valores. No entanto, as condições necessárias para obter esta solução são extremamente restritivas e pouco realistas<sup>10</sup>. Mas para muitos marxistas, os resultados obtidos a partir da abordagem de Sraffa, pelo seu rigor matemático, são incontestáveis, alguns chegando mesmo a afirmar que ele fez surgir um “marxismo dos autovalores”<sup>11</sup> que seria, por excelência, o marxismo do século XX, considerado incontornável para a elaboração de um marxismo do século XXI<sup>12</sup>.

A crise que se inicia nos anos 1970 muda radicalmente o contexto social do pós-guerra. Mesmo nos países capitalistas mais ricos, o crescimento económico (aumento da produtividade global) diminui, desestabilizando o compromisso social estabelecido entre capitalistas e trabalhadores. As taxas de lucro diminuem. A partir do final dos anos 1970, com a ascensão do neoliberalismo<sup>13</sup> e a concentração da renda que o caracteriza, as taxas de lucro se recuperam, embora de forma instável. Além disto, neste novo contexto, a desvinculação das taxas de lucro da produtividade do trabalho é perfeitamente clara<sup>14</sup>. O brusco aumento dos preços do petróleo em 1973 e, já no início do século XXI, o de vários recursos naturais como certos metais que entram na composição de produtos de alta tecnologia, contribui fortemente para revelar outro aspecto desta crise: os graves problemas colocados pelo uso desenfreado dos recursos naturais pelas sociedades contemporâneas. A partir de então se acumulam os estudos que indicam a insustentabilidade do modo de vida dos países ricos. Considerados como modelos de desenvolvimento, a generalização do seu nível de consumo requereria vários planetas para assegurar uma adequada manutenção da disponibilidade dos recursos renováveis, o que mostra uma urgente necessidade de uma drástica diminuição do insustentável nível de perturbação imposto pela atividade humana aos sistemas naturais. Em relação aos recursos não renováveis, como o petróleo, tais estudos mostram a urgência da diminuição do seu consumo, quer pelos distúrbios que eles provocam na biosfera terrestre, quer pelos impactos económicos negativos que a sua crescente escassez provoca. Assim, a

10 Como mostra, por exemplo, HUSSON, M. **La transformation de valeurs en prix. Contre Sraffa**. Auto-édition, 2014 (disponível em <http://hussonet.free.fr/bib82.pdf>).

11 A determinação do autovalor de uma matriz de insumo-produto é o que permite calcular os preços a partir dos seus coeficientes técnicos.

12 Como afirma LAIBMAN, D. Rhetoric and Substance in Value Theory: an Appraisal of the New Orthodox Marxism. In FREEMAN, A.; KLIMAN, A.; Wells, J. **The New Value Controversy and the Foundations of Economics**. Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, Inc., 2004, p. 1-17.

13 Antes de se instalar nos EUA e no Reino Unido e, depois progressivamente se tornar hegemónico entre os países ricos, o neoliberalismo já havia sido implantado em vários países da América Latina, sempre apoiado em regimes ditatoriais como o do Chile de Pinochet e a Argentina de Videla.

14 Para uma análise deste contexto ver, por exemplo, HUSSON, M. **Misère du capital: Une critique du néolibéralisme**. Paris: Syros, 1996.

superação da crise do nosso sistema econômico não pode ser alcançada a partir de uma simples recuperação das taxas de crescimento como uma base “saudável” para a manutenção das taxas de lucro. É neste contexto que entendemos ser necessário aprofundar a nossa compreensão do papel das riquezas e, portanto, dos recursos naturais, no processo de reprodução social capitalista.

Outra hipótese que examinamos neste livro tem como ponto de partida o pressuposto de que o uso e a alocação das riquezas nas sociedades capitalistas é um processo essencialmente extraeconômico, pois determinado pela luta de classes. E, metodologicamente, é apenas depois que este processo é consumado (embora, evidentemente, na realidade ele seja contínuo), que os processos econômicos propriamente ditos são desencadeados. Neste sentido, o lucro se constitui, antes de tudo, em uma categoria que traduz uma reificação das relações sociais, de forma a naturalizar o acesso privilegiado às riquezas sociais que ele proporciona aos capitalistas. É este acesso que determina o nível e, sobretudo, o perfil da demanda e a disponibilidade imediata dos recursos naturais necessários para satisfazê-las.

Esse pressuposto não é estranho ao pensamento de Marx. Ao contrário, um dos principais alicerces da crítica de Marx à economia política é a atribuição de um papel central à luta de classes na definição da demanda e do acesso aos recursos naturais. Por outro lado, sustentamos que a importância da luta de classes é ainda maior do que supunha Marx e seus seguidores. Ocorre que, para Marx, o lucro parece poder atribuir certa coerência ao sistema capitalista, papel que, no nosso entendimento, ele não pode desempenhar. Assim, nos parece que as consequências da procura da maximização da taxa de lucro pelos capitalistas são mais complexas do que Marx supôs, assim como ainda supõem marxistas e neoricardianos.

Evidentemente, é preciso reconhecer que a procura da maximização do lucro resultou em um extraordinário impulso ao progresso tecnológico, o que atesta uma eficácia produtiva do capitalismo nem de longe igualada pelos demais modos de produção desenvolvidos ao longo da história da Humanidade. Mas isto não implica que o capitalismo tenha uma eficiência alocativa condizente com as capacidades produtivas por ele desencadeadas. Colocando em termos mais técnicos, o que denominamos de eficácia diz respeito à capacidade de atingir determinados objetivos. Já o termo eficiência relaciona-se a forma como tais objetivos são atingidos, a qual pode ser analisada objetivamente por meio da relação entre a produção e os recursos necessários para gerá-la. Em outras palavras, de um ponto de vista da eficácia produtiva, o que importa é o nível absoluto da produção atingido, enquanto que do

ponto de vista da eficiência alocativa, o **que importante** são os recursos requeridos para atingir determinada produção. O que procuramos demonstrar é que, de uma maneira geral, a consequência da adoção da procura do lucro como critério de investimento é a eficácia produtiva e não a eficiência alocativa. Isto porque, para o capitalista o que importa são as relações em capital-dinheiro que permitem o maior retorno monetário possível sobre os seus investimentos (ou seja, a maior taxa de lucro), o qual lhe assegura o poder de compra necessário para a sua apropriação das riquezas sociais. E, ao contrário de uma crença generalizada, tal retorno pode estar em contradição com um uso racional das riquezas consumidas nos, e geradas pelos, processos de produção. Assim, a equalização das taxas de lucro, que só podem ser calculadas monetariamente, não implica na eficiência dos processos produtivos. O que possibilita a contradição entre o processo de equalização das taxas de lucro e a eficiência alocativa é o fato dos preços serem o resultado de decisões tomadas coletivamente sobre as riquezas a serem produzidas e consumidas (decisões que são largamente subordinadas ao poder econômico dos capitalistas), o que os torna não apenas um meio que permite as trocas entre os produtos, mas também informações sobre como alocar os recursos de forma **que para** a produção corresponda à demanda, o que, no caso de preços eficientes (isto é, que indicam o máximo de trabalho que pode ser empregado para a geração de um produto) leva os processos produtivos, em seu conjunto, a exigir o mínimo tempo de trabalho possível diante da demanda de produtos finais e dos recursos naturais disponíveis. Em outras palavras, as relações fundamentais entre riquezas, valores e preços no capitalismo tendem a resultar em preços eficientes. No entanto, como as taxas de lucro são determinadas exclusivamente de forma monetária (ou seja, só podem ser definidas a partir de preços já formados), a procura da sua maximização pelos capitalistas não possui relação direta com as riquezas, se constituindo, assim, em um processo de natureza apenas microeconômica, que perturba a formação de preços eficientes. A convergência entre a maximização do lucro com a minimização do custo é, portanto, um fenômeno exclusivamente microeconômico, que envolve tanto valores como transferência de valores (considerados indistintamente como “custos”) não podendo, assim, ser extrapolada macroeconomicamente.

Por outro lado, é importante desde já esclarecer que não consideramos a eficiência dos preços como um elemento meramente técnico, relativo simplesmente a razão entre a produção gerada e os recursos consumidos. Como já mencionado, e que procuramos demonstrar ao longo dos ensaios que compõem este livro, as decisões fundamentais que determinam o



acesso às riquezas, quer sejam elas produto do trabalho humano ou recursos naturais, e portanto, a alocação dos recursos, não são decorrentes de qualquer automatismo econômico. Tais “decisões” são fruto de conflitos sociais ou, melhor dizendo, da luta de classes no seio da sociedade. É este processo que define o perfil da demanda e o acesso aos recursos naturais, os quais respondem aos interesses de determinadas classes em detrimento de outras. A eficiência dos preços, ao transmitir aos agentes econômicos informações sobre como alocar os recursos disponíveis de forma coerente com tais decisões depende, assim, do resultado de conflitos sociais, não podendo ser determinada pelas preferências individuais dos consumidores ou simplesmente a partir das condições técnicas de produção. A concepção de preços eficientes aqui adotada, portanto, contrasta com as concepções supostamente “harmoniosas” e “neutras” dos neoclássicos<sup>15</sup>. Isto implica que os processos de otimização analisados neste livro não podem ser considerados como procedimentos meramente técnicos, pois são estritamente condicionados pela luta de classes e outros processos sociais.

Feitas essas ressalvas, afirmamos que há no capitalismo uma séria contradição entre a eficácia produtiva e a ineficiência alocativa dos investimentos. O resultado desta contradição é que, embora nenhum sistema econômico tenha proporcionado um crescimento da exploração e da produção de riquezas como o capitalismo, este crescimento é portador de um também extraordinário potencial de destruição, a ponto de ameaçar as próprias condições ecológicas necessárias à sustentação da vida humana. Evidentemente, a contradição entre eficácia produtiva e ineficiência alocativa não é apenas uma questão técnica que, como tal, poderia ser corrigida tecnicamente, mas decorre de contradições mais fundamentais, geradas pela apropriação privada, pelos capitalistas, das riquezas sociais produzidas pelo trabalho enquanto processo de transformação da natureza, sendo os recursos diretamente produzidos e extraídos dos sistemas naturais um caso extremo em que não há intervenção do trabalho humano. É, portanto, a incessante, e atualmente desenfreada, procura pelo lucro por parte dos capitalistas que provoca a ineficiência alocativa do capitalismo.

O último sobressalto da crise que assola o capitalismo desde o início dos anos 1970, que provocou uma séria depressão econômica após 2008, ao prenunciar um agravamento catastrófico deste contexto “socioecológico”<sup>16</sup>, corrobora esta tese. Assim, para a superação desta situação, não apenas certo crescimento econômico é necessário, mas é também

15 Como a expressada pelo critério de Pareto.

16 Como Jean-Marie Harribey se refere à crise contemporânea em HARRIBEY, J.-M., **La richesse, la valeur et l'inestimable. Fondements d'une critique socio-écologique de l'économie capitaliste**. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013.

incontornável que o próprio crescimento, nas suas implicações ambientais e relações com um verdadeiro desenvolvimento social, seja profundamente repensado. E para que isto possa ocorrer é imprescindível integrar as riquezas, naturais ou produzidas pelo trabalho, organicamente na análise econômica, a começar pelos processos de formação dos preços, o que implica, como veremos, em repensar também a forma como é interpretada a reprodução do sistema econômico. Ora, de acordo com Marx a influência que os recursos naturais exercem sobre a formação dos preços limita-se a casos específicos que envolvem setores como a agricultura e a mineração. Quanto ao pensamento neoricardiano a situação é ainda mais grave devido ao imperativo de empregar modelos altamente abstratos, com exigências formais (matrizes quadradas) que os levam a analisar a formação dos preços em situações pouco realistas como, por exemplo, com a exclusão dos recursos naturais e a consideração de condições de produção homogêneas (que os leva a excluir a sua diversidade da análise). Assim, para os neoricardianos, os recursos naturais devem ser restritos as mesmas situações que o marxismo os confina.

Neste sentido, a teoria da formação dos preços normalmente adotada por marxistas e neoricardianos, ao não considerar devidamente as relações entre riquezas, valores e preços, é inadequada para que possamos compreender e, portanto, enfrentar os problemas colocados pela configuração do capitalismo neste início do século XXI<sup>17</sup>, na qual a sua ineficiência alocativa já não pode ser compensada por uma relativa abundância de recursos naturais, o que contribui fortemente para que a sua própria eficácia produtiva entre em crise.

São estas teses que justificam a expressão “para além de Marx” que consta no título do ensaio. Por outro lado, o seu conteúdo, fundamentalmente, não deixa de permanecer fiel à Marx, na medida em que as teses apresentadas em nada alteram os elementos mais importantes da sua obra, especialmente no que diz respeito à sua radical crítica ao capitalismo. É importante esclarecer, portanto, que não pretendemos “corrigir” Marx, mas simplesmente indicar um caminho para dar continuidade ao seu pensamento, de acordo com os novos desafios colocados pelo capitalismo contemporâneo. O mesmo não podemos afirmar em relação ao pensamento neoricardiano desenvolvido a partir do estudo de Sraffa, assim como em relação ao “marxismo dos autovalores”, dele derivado. Consideramos os

17 Negligenciamos as teorias da economia neoclássica, na medida em que a sua análise constitui-se em uma simples perda de tempo. Há uma abundante literatura sobre as contradições, vacuidades, inconsistências e tautologias sobre as quais se apoia a economia neoclássica. Para uma discussão dessas críticas centrada na formação dos preços e suas relações com os problemas ambientais, ver HARRIBEY, J.-M., **La richesse, la valeur et l'inestimable. Fondements d'une critique socio-écologique de l'économie capitaliste**. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013, p. 137-195. Sobre as inconsistências da teoria neoclássica, ver apêndice 5.

pressupostos fundamentais dessa abordagem profundamente equivocados, na medida em que criam enormes obstáculos a uma análise adequada das relações entre riquezas, valores e preços<sup>18</sup>.

Este livro é composto por seis ensaios, além desta introdução e das conclusões. Os ensaios foram elaborados para que possam ser lidos de forma independente, o que acarretou algumas repetições, especialmente no que diz respeito aos seus aspectos matemáticos. Por outro lado, isto permite que o leitor inicie a leitura do livro pelo ensaio cujo conteúdo mais lhe interesse, sem prejuízos à sua compreensão.

No primeiro ensaio, que consideramos o mais importante, inicialmente é realizada uma análise da riqueza como categoria econômica do materialismo histórico. Nele procuramos demonstrar a natureza termodinâmica e irreversível das transformações da matéria e da energia que caracterizam a formação das riquezas. Este caráter irreversível da formação das riquezas torna os esquemas marxistas, essencialmente fechados e conservativos, inadequados para a análise da reprodução do sistema econômico. Assim, é proposta uma formalização da reprodução coerente com a interpretação do sistema econômico como um sistema aberto e dissipativo, em que riquezas naturais são constantemente apropriadas e destruídas pelas sociedades humanas, o que implica a necessidade de um suprimento constante das mesmas pelos sistemas naturais. E o que permite relacionar adequadamente tais riquezas com os valores monetários (isto é, baseado em preços) por meio dos quais elas circulam na sociedade é o trabalho, na medida em que este traduz, ao mesmo tempo, as relações sociais que os seres humanos mantêm entre si e as relações dos seres humanos com a natureza. A expressão monetária do trabalho é o valor agregado, o qual se constitui, assim, na única categoria que permite relacionar riquezas e valores monetários de forma coerente. O mesmo não ocorre com o lucro, o qual, no nosso entender, expressa apenas uma categoria que traduz a sistemática apropriação das riquezas sociais pelos capitalistas. Fundamentalmente, é por esta razão que entendemos que o lucro é antes de tudo um elemento perturbador do processo de reprodução do sistema econômico, o que procuramos evidenciar por meio de um modelo, mostrando claramente que as atividades e as técnicas que proporcionam as maiores taxas de lucro raramente são as que permitem gerar preços eficientes.

No segundo ensaio, procuramos evidenciar que há uma teoria marginalista dos preços em *O Capital*, que se expressa na teoria das rendas diferenciais nele apresentada. Nos

---

18 No apêndice 4 são realizados alguns comentários críticos sobre a abordagem de Sraffa, especialmente no que diz respeito à sua pretensa refutação do marginalismo.

capítulos dedicados a renda fundiária diferencial do volume III d'O Capital, Marx, mesmo sem ter consciência disto, claramente calcula os preços como valores marginais, o que contradiz a sua afirmação de que os preços seriam correspondentes a valores médios na ausência de equalização das taxas de lucro. Nestas condições Marx elabora um aspecto fundamental da sua teoria do valor, segundo o qual, na ausência da equalização das taxas de lucro, os produtores receberiam valores monetários equivalentes ao tempo de trabalho diretamente por eles aplicados na atividade produtiva, mesmo em condições de produção heterogêneas. No entanto, como procuramos demonstrar, apenas se os preços forem calculados como valores marginais isto pode ocorrer, o que o próprio Marx reconhece em sua teoria da renda diferencial. Há, portanto, n'O Capital (pelo menos) duas teorias do valor conflitantes, das quais apenas a relacionada à teoria da renda diferencial é coerente com os pressupostos enunciados por Marx.

No terceiro ensaio procuramos revisar os procedimentos adotados por Marx para a análise da formação dos preços por meio do seu conhecido problema da transformação dos valores em preços. Nossa abordagem deste problema, no entanto, centra-se nos processos econômicos que podem resultar na equalização das taxas de lucro, e não apenas nos aspectos matemáticos da solução do problema. Embora, como veremos, a revisão aqui realizada aponte lacunas importantes nos pressupostos econômicos e procedimentos formais de Marx, elas de forma alguma apontam para a rejeição da sua teoria do valor.

No quarto ensaio procuramos mostrar que as categorias econômicas empregadas para a análise de unidades de produção podem ser compreendidas de forma mais rigorosa a partir de relações entre riquezas, valores e preços que implicam em uma concepção da reprodução da sociedade entendida como um sistema histórico e dinâmico. A partir desta concepção mostramos que é possível atribuir um novo sentido ao papel do trabalho no processo de reprodução social, coerente com o projeto emancipatório proposto por Marx.

No quinto ensaio procuramos evidenciar que as concepções correntes sobre as relações entre riquezas, valores e preços vigentes nos estudos de economia coloca obstáculos de difícil superação para a solução dos problemas ecológicos decorrentes dos padrões de consumo e de produção predominantes nas sociedades capitalistas, especialmente as mais ricas. Dois desses problemas, emblemáticos, são examinados empregando a programação linear como um fio condutor desta discussão. O primeiro desses problemas diz respeito as novas tecnologias que despertam grandes esperanças não apenas para o controle do aquecimento global, mas

também para um aumento geral de conforto e bem estar da Humanidade. Tais pressupostos geram a crença de que tais tecnologias podem contribuir decisivamente para a retomada do crescimento e, assim, para a superação da crise do capitalismo contemporâneo. Trata-se da geração de produtos de sofisticadas “tecnologias verdes”. Como veremos, no entanto, a dependência da fabricação de tais produtos de “alta tecnologia” em relação a certos recursos naturais, torna duvidosa a sua capacidade de corresponder às esperanças por eles despertadas. O segundo problema diz respeito à agricultura, dominada por um padrão tecnológico responsável por uma massiva destruição da biodiversidade, profundas perturbações dos ecossistemas naturais e por sérias ameaças à saúde humana. Também neste caso, porém, as soluções normalmente propostas, como a imediata adoção de técnicas baseadas na completa interdição do uso de insumos químicos, apresentam contradições importantes com as próprias necessidades as quais elas procuram responder. Na medida que, pelos seus altos custos, a aplicação de tais técnicas normalmente só se viabiliza em produções destinadas a nichos de mercado, elas pouco alteram o padrão tecnológico dominante. Assim, considerando os dois problemas, o otimismo tecnológico em geral despertado por soluções estritamente técnicas tem como corolário a crença na emergência de um “capitalismo verde”, cujos benefícios para a sociedade são altamente duvidosos. Neste sentido, os resultados das análises dos problemas ecológicos citados indicam que, provavelmente, a questão central não é a da viabilidade ou não de um “capitalismo verde” (o que inclui uma “economia circular”, etc.), mas sim a de que um capitalismo verde continuaria a ser um capitalismo, com o todo o seu cortejo de mazelas e destruições.

Isto nos remete ao sexto ensaio deste livro, no qual discutimos a adoção de uma perspectiva socialista para as sociedades contemporâneas. Nosso ponto de partida foi a discussão das origens do modelo por meio do qual procuramos formalizar as relações entre riquezas, valores e preços, apresentado já no primeiro ensaio. Ocorre que este modelo foi largamente inspirado nas propostas dos economistas matemáticos soviéticos da corrente marginalista que participaram ativamente nos debates sobre as reformas econômicas da URSS ocorridos principalmente no governo de Nikita Kruschov (1953 a 1964). Sua formulação, portanto, não apenas serve para demonstrações teóricas, mas pode ser facilmente adaptada para ser empregada em uma planificação democrática da economia, só possível em uma sociedade socialista. Mas, como o modelo é formulado supondo uma economia monetária, com forte participação do Estado em seu planejamento, isto levanta a questão da sua

compatibilidade com as características, anunciadas por Marx, do socialismo como uma transição a uma sociedade comunista, na qual a moeda e o Estado que lhe dá suporte (assim como, obviamente, todo o seu aparelho repressor) estariam superados, a partir da superação do próprio valor. Como procuramos mostrar, a subordinação consciente dos mecanismos econômicos a decisões informadas cientificamente e (realmente) democráticas a respeito do consumo e da produção das riquezas sociais (inclusive os recursos naturais), pode levar a uma constante diminuição do tempo de trabalho necessário ao provimento das condições materiais para a reprodução da sociedade. Ora, o valor nada mais é do que tal tempo de trabalho, cuja efetiva diminuição possibilitaria aos seres humanos usufruir da riqueza por excelência que, segundo Marx, representa o tempo livre (evidentemente, desde que compartilhado entre todos), o que implicaria em uma gradativa diminuição da influência do valor sobre a vida humana.

## **PREÂMBULO METODOLÓGICO: A PROGRAMAÇÃO LINEAR**

A programação linear é empregada em todos os ensaios deste livro. Ocorre que a simples menção do termo “programação linear”, e mais ainda a visão de um modelo, mesmo que muito simples, formulado com esta técnica matemática, geralmente causa um sentimento de forte repulsão, para não dizer medo, na maioria das pessoas. E isto acontece inclusive em muitos economistas, engenheiros e administradores, assim como em outros profissionais para os quais a programação linear, a nosso ver, é de uma indiscutível utilidade. Aparentemente, tal repulsão (ou medo) é totalmente justificável. Um pleno domínio das técnicas matemáticas para a solução de modelos de programação linear não é algo fácil, sendo ensinado em cursos superiores de matemática como um tópico avançado de álgebra linear (que também é nada fácil de entender).

Mas, um emprego pertinente da programação linear não exige tal domínio, longe disto. A solução de problemas modelados por meio da programação linear é realizada de forma bastante confiável por meio de algoritmos de fácil acesso e processamento. As questões que se colocam, portanto, não dizem respeito à compreensão das técnicas de solução de modelos deste tipo, mas sim, em primeiro lugar, à compreensão do que a programação linear nos permite fazer e, em segundo lugar, a de como empregá-la de forma consistente.

A primeira questão é extremamente simples. A programação linear é um método de otimização, isto é, que encontra o valor máximo ou mínimo de uma função. E o que distingue a programação linear de outros métodos de otimização é que ela permite que as restrições a solução sejam explicitadas claramente e consideradas separadamente da função cujo valor ótimo deve ser obtido. Em outros métodos, tais restrições são implícitas, expressando-se diretamente na função, que adquire uma forma não linear. Neste caso, o ponto ótimo corresponde a um ponto extremo da função (no qual ela apresenta o seu valor máximo ou mínimo).

No caso da programação linear, as restrições são expressas separadamente da função a ser otimizada. Isto permite que esta função seja linear, formada por segmentos de reta, cuja declividade varia de acordo com cada combinação de variáveis da função a ser otimizada. O

ponto ótimo, assim, é obtido pela determinação da influência das restrições sobre a declividade destes segmentos de reta. Nos problemas de maximização, a combinação de variáveis que levam ao valor ótimo corresponde a maior declividade da reta encontrada. No ponto mínimo, a menor declividade. E o ponto ótimo encontra-se em um dos extremos deste segmento (no ponto de valor mais alto nos problemas de maximização e no ponto de valor mais baixo nos de minimização). Por exemplo, um agricultor que deseja saber qual combinação das culturas de feijão e de milho lhe proporcionaria a maior renda, sendo tal renda limitada pela área, pela mão de obra e pelos equipamentos que ele dispõe. Esta simples situação é extremamente difícil de ser modelada por meio de uma função não linear que considerasse as duas variáveis, feijão e milho, assim como as restrições de área, mão de obra e equipamentos em uma só expressão. Neste caso, a renda máxima do agricultor seria definida pelo ponto de máximo (de maior valor) da função. No caso da programação linear, porém, este problema é extremamente simples de ser modelado. Basta considerar quanto de contribuição à renda (por exemplo R\$ 1000/hectare) que cada cultura proporciona em média e considerar as restrições separadamente, com todas estas sendo expressões lineares. Obtemos, assim, um “programa” (como inicialmente foram chamados os modelos de otimização) linear para a solução do problema. Enfim, como se trata de expressões lineares, que facilitam bastante a análise matemática, uma grande vantagem da programação linear é que ela permite a solução de modelos com centenas de milhares de variáveis e restrições, de forma rápida e eficiente por computadores (o que nem de longe é possível com funções não lineares). Por esta razão, modelos de programação linear destas dimensões são de uso corrente em áreas como telecomunicações e transportes, entre muitas outras.

O emprego da programação linear exige técnicas matemáticas muito diferentes das utilizadas para resolver funções não lineares. Mas, independentemente disto, o princípio matemático para encontrar uma solução ótima é sempre o mesmo. Para os propósitos deste livro, a compreensão deste princípio é só o que precisamos saber para compreender o que a programação linear nos permite fazer, sendo totalmente dispensável a compreensão das técnicas matemáticas específicas que ela envolve.

Este princípio é extremamente simples. Ele é, aliás, aplicado por todos nós cotidianamente, mesmo sem termos consciência de que poderíamos dar a isto o pomposo nome de otimização, ou que estamos realizando o mesmo raciocínio empregado na aparentemente temível programação linear (ou na verdadeiramente apavorante área de



funções não lineares). Isto porque ele está baseado no fato de que, quando pretendemos tirar o máximo proveito de uma atividade, aplicamos os recursos necessários para realizá-la se estes tiverem um custo menor do que o resultado obtido. Ou seja, aplicamos recursos se ganhamos mais do que gastamos. Se nossa situação for a de minimizar o custo de uma atividade, aplicamos recursos de forma que o seu custo seja o menor possível para realizá-la. Por exemplo, quando vamos no mercado, compramos o máximo de mercadorias possível com o dinheiro que temos, procurando obter as diferentes mercadorias que necessitamos com, pelo menos, a qualidade que consideramos adequada (é por esta razão que comparamos preços e qualidade).

A forma como um valor ótimo é obtido é denominado “cálculo à margem” porque o que fazemos é uma comparação da margem que gastamos (isto é do aumento do nosso gasto, e não o gasto total ou o gasto médio), com a margem do que ganhamos. Por exemplo, se eu aplicar uma margem de R\$ 100,00, aumentando o meu gasto de R\$ 500,00 para R\$ 600,00, e receber uma margem de R\$ 150,00, aumentando o meu ganho de R\$ 700,00 para R\$ 850,00, logicamente é vantajoso fazer este gasto, pois eu obtenho uma margem líquida de R\$ 50,00 (R\$ 150,00 – R\$ 100,00). É fácil perceber que enquanto minha margem líquida for positiva é vantajoso continuar gastando até que tal margem seja zero. Este é o ponto ótimo. Otimizar um processo, assim, é encontrar a quantidade de um recurso (ou uma combinação de recursos ou processos produtivos), comparando-a com a produção que ele proporciona, de forma que o custo marginal se iguale ao produto marginal.

A razão dos custos por unidade de produto aumentarem a medida em que a quantidade de recursos investida aumenta é a existência de restrições ao processo de produção. Sem restrições, a aplicação do recurso proporcionaria sempre a mesma margem líquida podendo, no caso desta margem ser positiva, prosseguir infinitamente. Em um processo otimizável, as restrições vão provocando a diminuição da margem líquida até o ponto em que esta é nula, indicando o quanto de recurso otimiza o processo e qual a produção que ele proporciona. Neste ponto é possível calcular qual seria o ganho obtido com o aumento de uma unidade de um recurso que limita a produção. Ou seja, a produtividade marginal do recurso no ponto ótimo. No caso em que o cálculo diz respeito a encontrar, a partir do ponto ótimo, o aumento de custo proporcionado pelo aumento de uma unidade de produto, o resultado deste cálculo é o custo marginal.

Uma propriedade interessante dos modelos de programação linear é que eles fornecem tanto a quantidade de produto (ou combinação de produtos) ótima a partir de certa restrição de recursos, como a produtividade marginal de cada recurso no ponto ótimo. Da mesma forma, modelos de otimização de custos além de fornecer soluções relativas ao custo dos recursos no ponto ótimo, fornecem também o custo marginal de cada produto neste ponto. Assim, um mesmo modelo de programação linear pode ser expresso tanto como um problema “primal”, que indica a quantidade ou combinação de produtos que maximizam dado resultado (ou minimizam seu custo), quanto na forma de um problema “dual”, que fornece a produtividade marginal dos recursos limitantes ou o custo marginal dos produtos no ponto ótimo.

De um ponto de vista matemático, o que foi dito nos parágrafos anteriores é tudo o que é necessário saber sobre a programação matemática para a leitura dos ensaios apresentados neste livro. Na verdade é até mais do que tudo porque apenas a compreensão do que é um “cálculo à margem” praticamente já permite entender o conteúdo do livro.

A segunda questão, a de como aplicar o cálculo à margem, realizado por meio da programação linear, de forma coerente com uma abordagem baseada no materialismo histórico das relações entre riquezas, valores e preços é, em parte, o próprio objeto dos ensaios que compõe o livro. Neste sentido, a avaliação desta coerência não pode ser dissociada de uma avaliação da própria abordagem a qual ela metodologicamente procura dar suporte, o que só pode ser feito por meio da leitura dos ensaios.

É interessante salientar, porém, que uma das principais teses que procuramos demonstrar por meio do cálculo à margem é, fundamentalmente, bastante simples. No exemplo apresentado anteriormente da realização de compras em um mercado no qual o problema é como o consumidor pode satisfazer a sua demanda, dadas as suas restrições orçamentárias e exigência de qualidade dos produtos, é fácil compreender que o custo marginal de uma mercadoria (isto é, o quanto este custo varia em relação à variação de uma unidade da mercadoria), é, naturalmente, o próprio preço da mercadoria. Nossa tese, assim, é justamente que os preços são custos marginais. É por esta razão que a programação linear, um método de otimização baseado no cálculo à margem, pode ser adequada para demonstrar a consistência lógica de tal tese. O problema é que esta demonstração deve ser realizada antes da formação dos próprios preços, na medida em que o processo a ser elucidado é a própria formação dos preços e não o de uma simples otimização a partir de preços já formados (como no caso das compras no mercado).

Uma dificuldade importante é a necessidade de uma base comum entre os recursos (ou os produtos) a serem otimizados para que o efeito da sua variação possa ser medido. No exemplo sobre as compras no mercado, ao analisarmos o custo marginal da variação de uma unidade de mercadoria, tal custo não pode ser expresso em unidades físicas. Em nossas compras não podemos medir a variação marginal do custo em unidades físicas a partir da variação de uma unidade física de mercadoria. Como se trata de uma variação do custo total, para o seu cálculo seria necessário somar unidades físicas de mercadorias diferentes como, por exemplo, três quilos de carne e dois quilos de bananas. De acordo com a teoria do valor de Marx, o que fornece uma base comum para estabelecer uma medida que permita a troca de carne por bananas é o tempo de trabalho.

Esta escolha não é arbitrária. O trabalho é a aplicação de energia humana para a obtenção de produtos úteis aos seres humanos (produtos que sempre se constituem, em última instância, na transformação de recursos naturais). E tal aplicação de energia humana (trabalho) é sempre intermediada por relações entre os próprios seres humanos (ou seja, relações sociais). O trabalho possui, portanto, uma importância central no materialismo histórico. E é o tempo de trabalho que pode se constituir em uma base objetiva para a análise das relações entre as riquezas (isto é, aquilo que necessitamos, em seu sentido físico), e os preços, a partir dos quais são realizadas as trocas. A programação linear facilita a demonstração de tais relações, com o problema primal expressando as relações físicas entre recursos e produtos, tendo o tempo de trabalho como medida comum. E com o problema dual sendo formulado para a determinação dos custos marginais em tempo de trabalho, isto é, dos preços.

Uma das vantagens da programação linear sobre outros métodos matemáticos empregados para o cálculo de preços é que ela permite que os recursos naturais sejam considerados explicitamente nos modelos, atuando como restrições ao emprego das técnicas que os utilizam. Neste sentido, é interessante lembrar, como já afirmamos, que os preços são valores marginais em tempo de trabalho e, portanto, são originados exclusivamente a partir do tempo de trabalho. Mas os recursos oriundos da natureza, que não são produzidos pelo trabalho, podem influenciar os preços. Ocorre que a escassez de um recurso natural normalmente leva ao emprego de técnicas que o poupam (ou, de maneira geral, que a produção passe a ser feita em condições que permitam sua economia). Normalmente tais técnicas (ou condições de produção) exigem mais trabalho. Por exemplo, a escassez de

petróleo pode diminuir o grau de mecanização para a geração de determinado produto, o que provoca o aumento do seu custo marginal (em tempo de trabalho).

Este aumento é chamado de renda, a qual se adiciona ao preço dos meios de produção ou dos produtos de consumo final que dependem do recurso natural em questão para serem gerados (pelo trabalho). É a renda que está na origem dos preços dos recursos naturais. Outro aspecto a ser salientado é que, para que possa haver mudança de técnicas ou de condições de produção, é necessário que estas sejam heterogêneas. Nestas condições, há uma diferença na produtividade física do trabalho entre os produtores (devendo para o seu cálculo ser computado tanto o trabalho diretamente aplicado pelo produtor como o trabalho necessário para a geração dos meios de produção que ele utiliza). Como todos recebem o mesmo preço pelo produto gerado, os produtores com mais produtividade recebem mais pelo seu trabalho. Esta diferença de remuneração entre os produtores é denominada renda diferencial. Como o valor é equivalente ao tempo de trabalho de cada produtor, estes geram o mesmo valor, mas recebem valores diferentes (por unidade de trabalho) devido as diferenças de produtividade física. A renda diferencial, portanto, se constitui em uma transferência de valor dos produtores menos produtivos (em termos físicos) para os mais produtivos. Enfim, a inclusão das rendas na composição dos preços faz com que estes assumam valores monetários diferentes dos valores em tempo de trabalho, de forma que o valor em tempo de trabalho corresponda ao valor monetário subtraído das rendas.

Diante do exposto fica claro que o cálculo à margem desempenha um papel central na análise das relações entre riquezas, valores e preços discutidas neste livro. Metodologicamente, esta é a justificativa do emprego da programação linear em todos os ensaios que o compõe.

## 1 AS RELAÇÕES ENTRE RIQUEZAS, VALORES E PREÇOS

### 1.1 Introdução

A categoria da riqueza é uma das mais ambíguas da economia. Para Marx, o caráter qualitativo dos recursos naturais e dos produtos gerados pelo trabalho necessários para a reprodução das sociedades humanas, que constituem as suas riquezas materiais, era o aspecto fundamental da economia. Já no início d'O Capital, Marx afirma que sem os “valores de uso” (isto é, as riquezas no seu sentido qualitativo), não poderia haver outras formas de valor, quer sejam elas expressas pela fração do trabalho socialmente necessário para a produção (o “valor” propriamente dito), quer sejam elas expressas em valores monetário (determinados pelos preços).

As riquezas, porém, não são consideradas explicitamente nas análises econômicas, inclusive as elaboradas por Marx. No que diz respeito aos recursos naturais, é provável que, em Marx, isto se deva a sua concepção de que a influência destes sobre os preços e, portanto, sobre os processos econômicos em geral, se limitava apenas aos produtos que dependem diretamente desses recursos. No caso dos meios de produção e dos produtos destinados ao consumo gerados pelo trabalho, a razão da negligência dos seus aspectos qualitativos na análise econômica deve-se, provavelmente, ao fato deles serem considerados apenas em função do funcionamento interno do sistema econômico, cuja reprodução é concebida como um ciclo fechado.

Neste ensaio é realizada uma discussão conceitual e metodológica sobre a integração da riqueza na análise econômica. Nossa primeira preocupação foi com uma concepção do sistema econômico que permita situá-lo como um subsistema componente da Biosfera, ao lado dos sistemas naturais responsáveis pelos fluxos de riquezas (na forma de recursos naturais) que constituem a sua base material e energética. Em seguida, nossa atenção foi voltada para a representação destes fluxos no sistema econômico, a qual requer novos métodos de modelagem para permitir a formalização da dinâmica da economia como um sistema aberto. Como veremos, tal modelagem revela que as rendas diferenciais

desempenham um papel central na determinação dos preços e, portanto, da dinâmica econômica.

É importante desde já salientar que as discussões realizadas neste ensaio baseiam-se estritamente na teoria do valor de Marx. Como veremos, tal teoria é perfeitamente coerente com a integração das riquezas na análise econômica, tomando como ponto de partida os seus aspectos termodinâmicos, mesmo que para isto os esquemas de reprodução propostos por Marx tenham que ser colocados em questão.

## 1.2 A riqueza como categoria econômica

Para que possamos compreender as relações dos marxistas com a categoria econômica da riqueza é importante ter presente a influência decisiva sobre o pensamento marxista e neoricardiano dos períodos de relativa estabilidade e contínuo crescimento econômico que ocorreram de forma intermitente nos países capitalistas mais ricos, assim como a falta de uma clara percepção da finitude dos recursos naturais. Uma das consequências dessas influências, provavelmente, foi uma posição no mínimo ambígua em relação à riqueza como categoria econômica, o que favoreceu a elaboração de procedimentos para a análise dos processos de formação dos preços nos quais a riqueza enquanto tal é francamente ignorada. Alguns autores como Rudolf Hilferding e, mais tarde, Paul Sweezy, chegam mesmo a afirmar que os valores de uso, ou seja, a riqueza enquanto elemento qualitativo não se constituía em uma categoria econômica. Para tanto, Paul Sweezy emprega a seguinte citação de Marx: “o valor de uso como tal está fora da esfera de investigação da economia política.”<sup>1</sup>

O trecho escrito por Marx citado por Sweezy é, no entanto, insuficiente para expressar a concepção de Marx sobre o lugar dos valores de uso na economia política. Isto pode ser verificado por meio de uma citação mais abrangente do que o pequeno trecho mencionado por Sweezy:

“Quando o valor de uso é indiferente a toda determinação econômica formal, isto é, quando o valor de uso é considerado como valor de uso, ele não entra no domínio da economia política. Ele entra neste domínio quando ele se constitui ele-mesmo numa determinação formal. Ele constitui então a base material, sobre a qual se manifesta de maneira imediata uma relação econômica determinada, o valor de troca.”<sup>2</sup>

1 MARX K. Para a crítica da Economia Política, p. 21, apud SWEEZY, P. **Teoria do Desenvolvimento Capitalista**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1985, p. 33.

2 “Quand la valeur d'usage est indifférente à toute détermination économique formelle, c'est-à-dire quand la valeur d'usage est prise en tant que valeur d'usage, elle n'entre pas dans le domaine de l'économie politique. Elle n'y rentre que lorsqu'elle constitue elle-même une détermination formelle. Elle constitue alors la base matérielle, sur laquelle se manifeste de façon immédiate un rapport économique déterminé, la valeur d'échange.” MARX, K. **Contribution a la critique de l'économie politique**. Paris : Éd. Sociales, 1972

Marx, assim, estabelece uma estreita relação entre os valores de uso e os valores de troca, na medida em que os primeiros se constituem na base material sobre a qual se estabelecem as relações sociais responsáveis pelos últimos. Também ao comentar a natureza do processo de trabalho, Marx afirma que,

“O valor de uso, casaco, linho & c., isto é, o corpo das mercadorias, são combinações de dois elementos – matéria e trabalho. Se deixarmos de lado o trabalho útil dispendido sobre ele, sempre resta um substrato material, que é fornecido pela Natureza sem ajuda do homem. O último pode trabalhar somente mudando a forma da matéria. Além disso, neste trabalho de mudar a forma, ele é constantemente ajudado pelas forças naturais. Verificamos, então, que o trabalho não é a única fonte de riqueza material, de valores de uso produzidos pelo trabalho.”<sup>3</sup>

Podemos complementar esta citação com o fato de que o trabalho implica, também, em transformações energéticas, necessariamente irreversíveis, ao contrário das transformações da matéria que pode, pelo menos em parte, ser reciclada. De qualquer forma, este trecho mostra a sofisticada e precisa concepção de Marx da riqueza. Ele expressa claramente que, para Marx, a riqueza não apenas se constitui em objetos considerados úteis pelos seres humanos para serem consumidos ou utilizados como meios de produção, mas a riqueza material é também um elemento constitutivo do próprio trabalho, sendo dele indissociável. Os processos causais mobilizados pelos seres humanos para confeccionar os objetos anteriormente por eles concebidos em suas mentes não podem ser outros do que os processos que ocorrem na natureza, que os seres humanos aprendem a dominar e a empregar para os seus propósitos. Esses processos envolvem transformações de energia e matéria das quais o trabalho humano nada mais é do que uma das suas manifestações. Tais processos, fundamentalmente de natureza termodinâmica, são, aliás, responsáveis pela historicidade de todos os seres, a qual se constitui em um elemento ontológico essencial do ser social. Em outras palavras, se a própria Natureza não possuísse um caráter histórico, não poderia haver um ser social. Neste, a produção realizada pelo trabalho e pela natureza apresentam-se sempre de forma associada, em um “continuum” em que as riquezas produzidas pela natureza, sem intervenção consciente dos seres humanos, são apenas casos extremos. Mas a prioridade

---

[1859], p. 22.

3 “The use value, coat, linen & c., i. e., the bodies of commodities, are combinations of two elements – matter and labour. If we take away the useful labour expended upon them, a material substratum is always left, which is furnished by Nature without the help of man. The latter can work only by changing the form of matter. Nay more, in this work of changing the form he is constantly helped by natural forces. We see, then, that labour is not the only source of material wealth, of use values produced by labour.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy.** Volume I. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1867, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999, p. 30.

ontológica do ser inorgânico e biológico sobre o ser social deve ser salientada para que possamos compreender a necessária subordinação deste último em relação aos primeiros.

Georgescu Roegen<sup>4</sup> foi o primeiro autor de destaque a, de certa forma, analisar tal subordinação, salientando a dependência da economia em relação aos sistemas naturais. No entanto, a forma castastrofista com que ele interpretava a segunda lei da termodinâmica, que o levava a adotar posições extremamente autoritárias, imprime um caráter a-histórico as suas análises, o qual é incompatível com o materialismo histórico. Ocorre que segundo o materialismo histórico, se os seres humanos devem necessariamente viver sob os limites impostos pela dinâmica dos sistemas naturais, esta dinâmica também é modificada pelos seres humanos, abrindo novas possibilidades para o seu desenvolvimento.

De forma mais clara do que na obra de Georgescu Roegen, os trabalhos desenvolvidos por Ilya Prigogine<sup>5</sup> e seus colaboradores sobre as estruturas dissipativas deixam pouca margem para dúvidas sobre a pertinência da tese marxista, adotada e desenvolvida por Lukács<sup>6</sup>, da natureza histórica de todo ser, o que nos permite uma interpretação mais coerente com o materialismo histórico das relações entre economia e natureza. No entanto, para que estas relações possam ser suficientemente esclarecidas, é necessária uma exposição, mesmo que breve e simplificada, dos fundamentos termodinâmicos que sustentam esta interpretação, a qual é realizada a seguir.<sup>7</sup>

Podemos definir as relações energéticas que ocorrem em um sistema termodinâmico por meio da expressão,

$$E = G + TS$$

onde

$E$  = energia total do sistema (joules)

$G$  = energia livre (joules)

$T$  = temperatura (graus Kelvin)

$S$  = entropia (joules/graus Kelvin)

A porção da energia total  $E$  representada por  $TS$  é a que não pode gerar trabalho, ou seja, provocar variações de pressão ou volume do sistema. A entropia  $S$  está relacionada aos

4 GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard Economic Press, 1971.

5 Em boa parte sintetizados para o grande público em PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La nouvelle alliance. Métamorphose de la science**. Paris: Ed. Gallimard, 1986.

6 LUKÁCS, G. **Ontologie de l'être social. Le travail, la reproduction**. Paris: Éd. Delga, 2011, p. 162.

7 Para uma discussão mais completa deste ponto, ver SILVA NETO, B. Desenvolvimento sustentável: uma abordagem baseada em sistemas dissipativos. **Ambiente & Sociedade**, vol. 11, n. 1, p. 15-31, 2008.



estados possíveis de um sistema, os quais aumentam com o aumento da entropia. Isto pode ser expresso quantitativamente pela equação de Boltzmann,

$$S = \Omega \log W$$

onde

$\Omega$  = constante de Boltzmann (joules/graus Kelvin)

$W$  = número de arranjos possíveis do sistema

A entropia não pode ser negativa, isto é, um sistema termodinâmico espontaneamente tende a aumentar o seu grau de desordem. Para que um sistema termodinâmico possa se organizar, portanto, há necessidade de um aporte de energia do exterior.

A partir da entropia pode-se classificar os sistemas termodinâmicos em dissipativos e conservativos. Os sistemas dissipativos, ao contrário dos sistemas conservativos, são aqueles em que a energia livre, que pode gerar trabalho, não é conservada. Nesses sistemas as transformações sofridas pela energia geram calor, o qual é dissipado para o meio externo. Assim, em um sistema dissipativo há geração de entropia, que está relacionada à quantidade de energia a partir da qual não se pode obter trabalho. Como a geração de entropia é um processo irreversível, um sistema dissipativo só pode aumentar sua quantidade de energia livre obtendo-a do exterior. Na ausência de uma fonte de energia com baixa entropia (alta energia livre), os sistemas dissipativos tendem ao estado de equilíbrio termodinâmico, isto é, a um equilíbrio simultaneamente químico, térmico e mecânico. Neste estado a entropia do sistema é máxima e ele é macroscopicamente estável, ou seja, na ausência de perturbações externas não apresenta variações no seu estado global.<sup>8</sup>

A camada que envolve o planeta Terra onde a vida se desenvolve, a biosfera, pode ser caracterizada termodinamicamente como um sistema dissipativo que se mantém fora do equilíbrio.<sup>9</sup> Por exemplo, a atmosfera terrestre possui uma composição estatisticamente improvável, que só pode ser explicada pela presença de vida. Nas condições de pressão e temperatura vigentes, o gás oxigênio (O<sub>2</sub>), que constitui 21% da atmosfera da Terra, é altamente reativo, e o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que é quimicamente pouco ativo, mantém-se em níveis relativamente baixos (cerca de 0,03% da atmosfera). Isto só pode ser explicado pelo efeito da fotossíntese realizada por vegetais e algas, utilizando a energia solar. Acontece que, se a composição da atmosfera estivesse próxima do equilíbrio químico, no qual a

8 GÜEMEZ, J.; FIOLEHAIS, C. e FIOLEHAIS, M., **Fundamentos de Termodinâmica do Equilíbrio**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1998, 481 pp.

9 GRIBBIN, J. **Deep simplicity: bringing order to chaos and complexity**. New York: Random House, 2004, p. 219.

concentração de gás oxigênio seria muito baixa e a de gás carbônico muito mais alta, a vida seria impossível (excetuando talvez algumas espécies de microorganismos). Uma alta concentração de gás carbônico tornaria a Terra tão quente (o atualmente preocupante efeito estufa) que impossibilitaria a sobrevivência de vegetais e animais. Já uma grande diminuição da presença do gás oxigênio impediria a utilização de energia pelos organismos por meio da respiração, também impossibilitando sua sobrevivência. Portanto, é a própria vida que é responsável por manter as condições ambientais que permitem a sua continuidade, o que caracteriza a biosfera como um sistema auto-organizado.<sup>10</sup>

A biosfera é um sistema dissipativo altamente heterogêneo, apresentando uma grande diversidade de subsistemas os quais são, também, sistemas dissipativos. Assim, os sistemas físico-químicos, ecológicos e sociais presentes na Terra são sistemas dissipativos. E grande parte dos sistemas dissipativos da biosfera, em especial os ecológicos e sociais, são sistemas que permanecem fora do equilíbrio, por meio de um constante aporte de energia livre, a qual é utilizada para o seu estabelecimento e manutenção, isto é, para a sua auto-organização.

Os processos de organização apresentados pelos sistemas dissipativos dependem de fontes externas de energia com entropia mais baixa do que a do próprio sistema. Isto permite que os sistemas dissipativos possam transferir a entropia gerada durante sua organização para o seu exterior, o qual, salientamos, deve ter um grau de entropia inferior ao do sistema.<sup>11</sup> Assim, apesar de um sistema dissipativo poder aumentar o seu grau de organização, há um aumento no total de entropia gerada. Prigogine salienta que sem a geração de entropia a auto-organização apresentada por certos sistemas dissipativos não seria possível.<sup>12</sup> Segundo este autor, em uma de suas obras escrita em colaboração com a filósofa Isabelle Stengers, é por meio da geração de entropia que ocorrem os processos irreversíveis que são responsáveis pelo fato do passado e o futuro serem distintos e irreduzíveis um ao outro, isto é, pela existência de um tempo histórico e evolutivo, pois irreversível.<sup>13</sup> Por este motivo, a entropia desempenha um papel central nos processos evolutivos, o que implica ir além da interpretação corrente que a identifica simplesmente como uma medida do grau de desordem de um sistema. Segundo Prigogine e Stengers a expressão "estrutura dissipativa" foi escolhida propositalmente para expressar o fato de que a geração de entropia - geralmente associada às noções de perda de

10 GRIBBIN, J. **Deep simplicity: bringing order to chaos and complexity**. New York: Random House, 2004.

11 Um exemplo deste fenômeno é o fato de, quando dois corpos podem trocar calor, o mais frio não pode aquecer o mais quente.

12 PRIGOGINE, I. **Les lois du chaos**. Paris : Flammarion, 1993, p. 37.

13 PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La nouvelle alliance. Métamorphose de la science**. Paris: Ed. Gallimard, 1986, p. 52.

rendimento e de evolução em direção à desordem - torna-se fonte de ordem quando o sistema se encontra longe do equilíbrio, provocando sua auto-organização (ou “estruturação”).<sup>14</sup> Uma ilustração esquemática da dinâmica de uma estrutura dissipativa é apresentada na figura 1.

Uma consequência importante dos conceitos termodinâmicos brevemente discutidos nos parágrafos anteriores é que a partir dos mesmos pode-se concluir que a geração de todas as riquezas depende de uma fonte de energia com baixa entropia. Os processos de auto-organização responsáveis pela constituição de materiais com energia de baixa entropia são, portanto, as fontes primárias de riqueza da sociedade. Neste sentido, em termos termodinâmicos não há riqueza natural gratuita, isto é, toda geração de riqueza implica em uma transformação irreversível de energia.

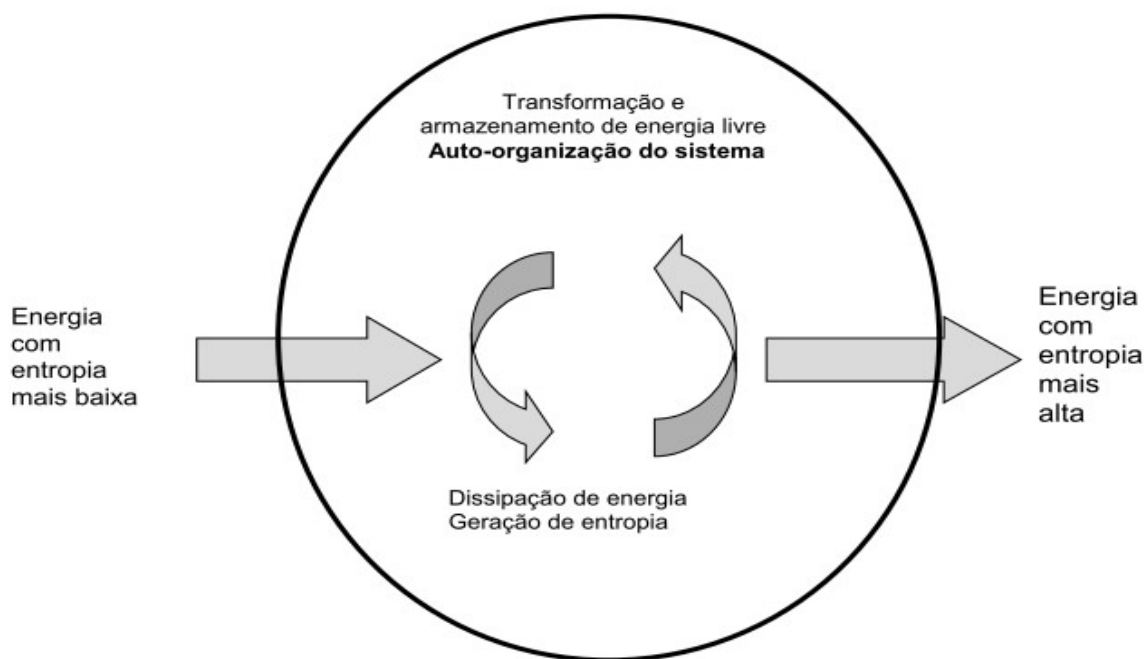


Figura 1.1: Ilustração de uma estrutura dissipativa.

Fonte: adaptado de Silva Neto (2008).

Os seres biológicos apresentam processos de auto-organização que, embora decorrentes dos processos já presentes nos seres inorgânicos, apresentam maior grau de complexidade. A característica mais marcante dos seres biológicos é a sua reprodução, assim como o fato de muitos desses seres (os considerados mais evoluídos) passarem por fases bem definidas de desenvolvimento (por exemplo, nos animais tais fases podem ser descritas de forma simplificada como infância, fase adulta e senilidade). Além disto, as mudanças

<sup>14</sup> Idem, p. 215-216.

qualitativas que caracterizam os processos evolutivos são muito mais rápidas nos seres biológicos do que nos seres inorgânicos. O caráter histórico e evolutivo dos seres biológicos é, assim, não apenas ainda mais marcante, mas, sobretudo, qualitativamente diferente do apresentado pelos seres inorgânicos. Ao longo do seu processo de evolução, os seres biológicos se adaptam ao seu ambiente, de forma a se preservar, ou mesmo se multiplicar como espécie.

É nesta capacidade de adaptação que se encontra a origem das múltiplas diferenças entre o ser (simplesmente) biológico e o ser social. O ser social, isto é, o ser humano, adapta-se ao seu ambiente por meio de uma prática social, o trabalho, por ele realizada de forma única. Evidentemente, os seres humanos não são os únicos que trabalham. Muitos outros seres biológicos, em geral animais, de forma social ou não, apresentam atividades que podem ser consideradas como trabalho sendo que muitas delas até apresentam alto grau de sofisticação. Mas como já observava Marx,

“Uma aranha realiza operações que parecem com a do tecelão, e uma abelha pode envergonhar muitos arquitetos na construção de suas células. Mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que ele figura na mente sua construção antes de transformá-la em realidade. No fim do processo de trabalho aparece um resultado que já existia antes idealmente na imaginação do trabalhador desde o início.”<sup>15</sup>

É, portanto, o trabalho consciente que distingue os seres humanos dos demais seres biológicos, proporcionando assim à Humanidade o processo evolutivo com o mais alto grau de complexidade ontológica, o que justifica a sua denominação por Lukács de “complexo de complexos”.<sup>16</sup> Reafirmando a concepção de Marx, para Lukács o que distingue o ser social do ser simplesmente biológico é que, por aquele, o trabalho é realizado de forma consciente.<sup>17</sup> É interessante salientar que nesta mesma passagem Lukács destaca que alguns animais não apenas trabalham, mas apresentam também rudimentos de consciência, embora esta seja “muda”, isto é, não se manifesta por meio de uma linguagem elaborada. O processo de trabalho humano, assim, integra dois aspectos distintos. O primeiro é uma posição teleológica, ou seja, a concepção do objeto a ser produzido. O segundo é a manipulação dos processos

15 “A spider conducts operations that resemble those of a weaver, and a bee puts to shame many an architect in the construction of her cells. But what distinguishes the worst architect from the best of bees is this, that the architect raises his structure in imagination before he erects it in reality. At the end of every labour-process, we get a result that already existed in the imagination of the labourer at its commencement.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume I. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1867], p. 124..

16 LUKÁCS, G. **Ontologie de l'être social. Le travail, la reproduction**. Paris: Éd. Delga, 2011, p. 273-342.

17 LUKÁCS, G. **Prolégomènes à l'ontologie de l'être social**. Paris: Éd. Delga, 2009, p. 75.

puramente causais que possibilitam a fabricação do objeto concebido. É, portanto, no processo material e histórico de trabalho que se consuma a distinção entre sujeito e objeto pelo ser humano. Assim, de acordo com Lukács é a partir do trabalho que se originam todas as atividades humanas, desde as mais cotidianas até as de maior nível de espiritualidade.<sup>18</sup>

De acordo com a concepção de Lukács do trabalho, a possibilidade de escolha, ou seja, certa liberdade, é inerente ao processo de trabalho e, portanto, a toda atividade econômica, da qual ele é o fundamento. Posições teleológicas e formas de manipulação dos processos causais podem ser modificadas pelo ser social sendo, no entanto, sujeitas a erros na sua objetivização em produtos úteis, do que depende a sua validação como efetivo processo de trabalho. Em outras palavras, se uma atividade pretensamente produtiva falha em objetivar-se no produto desejado, ela não é um processo de trabalho. Porém, mesmo assim, mesmo podendo efetivar-se somente *ex-post*, sempre há uma liberdade de escolha no processo de trabalho, o que implica que o mesmo é irreduzível a qualquer pretensão mecanismo econômico automático.

É justamente esta possibilidade de escolha implicada pela categoria econômica da riqueza que não é possível discernir nos modelos empregados para a análise das transformações de valores em preços, mesmo considerando que tal escolha, no capitalismo, é decisivamente (mas não totalmente) condicionada pela luta de classes. A prioridade ontológica acordada à maximização da taxa de lucro, que se constitui em um verdadeiro paradigma para as teorias econômicas vigentes (desde os marxistas mais ortodoxos até os neoclássicos, passando pelos neoricardianos) tende a suscitar interpretações do funcionamento do capitalismo como algo puramente automático, a-histórico e largamente dissociado da natureza. A minimização do tempo de trabalho, ao contrário, pode ser concebida como um processo subordinado às decisões, resultantes essencialmente da correlação de forças entre as classes sociais (ou seja, da luta de classes), tomadas pela sociedade em relação às suas riquezas. São essas decisões que determinam as relações dessas sociedades com os sistemas naturais, as quais podem ou não ser compatíveis com a capacidade de renovação desses sistemas. Neste sentido, não pode existir qualquer automatismo econômico que possa assegurar esta compatibilidade e, assim, a sustentabilidade da sociedade. Em relação a tal impossibilidade, é importante apontar o equívoco das tentativas de incorporar uma “dimensão ambiental” na análise econômica para que esta suposta “dimensão” possa ser considerada no

---

18 Idem, também na p. 75.

cálculo econômico e, assim, assegurar, pela sua aplicação de forma automática e inconsciente, as condições para a sustentabilidade ecológica das sociedades. Ora, as categorias empregadas pela análise econômica, como bem demonstrou Marx, especialmente ao longo d'O Capital, refletem os próprios processos de produção e de repartição das riquezas na sociedade capitalista, não podendo, assim, ser modificadas de forma arbitrária e alheia à natureza de tais processos. Se, como demonstra Marx, as categorias empregadas para a análise econômica são elaboradas a partir de processos de reificação que ocultam as relações sociais, apresentando-as como simples relações entre “coisas” (como mercadorias e “fatores de produção”) isto não impede que tais categorias econômicas sejam definidas em função das relações sociais que condicionam a reprodução da sociedade, a qual, obviamente é prioritária em relação às suas condições de sustentabilidade. Neste sentido, é absurda a noção de que uma sociedade espontaneamente (como ocorreria pela simples “incorporação” de uma “dimensão ambiental” nas categorias econômicas) sacrificaria sua reprodução no curto prazo para assegurar as condições para a sua sustentabilidade em prazo mais longo. O fato das condições de reprodução das sociedades capitalistas serem regidas pela procura pelo lucro, como será discutido ao longo deste ensaio, apenas agrava estas contradições. Neste sentido, a manifestação no curto prazo das restrições ambientais aos processos de reprodução social só podem contribuir para o agravamento da crise das sociedades capitalistas, crise esta que manifesta-se também nas suas representações veiculadas pelas categorias econômicas.

A sustentabilidade ecológica e a reprodução social são processos que, embora intimamente relacionados, são de natureza distinta. Como discutido no início desta seção, a dinâmica dos sistemas naturais é determinada por processos de natureza essencialmente termodinâmica. São estes processos que determinam as condições para a sustentabilidade das sociedades. No entanto, a reprodução das sociedades é regida por processos sociais, fundamentadas no trabalho, que, embora dependentes dos processos naturais, não são determinadas imediatamente por eles. Há, portanto, na reprodução das sociedades humanas sempre a possibilidade de ocorrer contradições entre os processos de reprodução social propriamente ditos e os processos naturais responsáveis pela sua sustentabilidade.

Na verdade, estas contradições sempre existiram ao longo da história da Humanidade. As sociedades humanas sempre provocaram certo grau de perturbação na dinâmica dos sistemas naturais, as quais colocaram restrições à sua sustentabilidade. Mas tais restrições se manifestavam essencialmente em nível local e, ao longo da sua história, os seres humanos

desenvolveram várias práticas para assegurar a manutenção das condições ambientais necessárias à sua reprodução social. Neste sentido, é interessante observar que as práticas que procuraram conciliar reprodução social e sustentabilidade ecológica desenvolvidas ao longo da história da Humanidade podem ser claramente identificadas na agricultura. É neste sentido que Marcel Mazoyer e seus colaboradores<sup>19</sup> salientam a necessidade de analisar a dinâmica da agricultura em termos de “sistemas agrários”, isto é, formas de agricultura que integram, de maneira mais ou menos coerente, práticas destinadas à exploração dos ecossistemas cultivados e práticas que tem como objetivo assegurar a reprodução do seu potencial produtivo. Para Mazoyer, assim, na agricultura não se trata apenas de preservar passivamente os sistemas naturais para manter as condições de sustentabilidade, mas de agir ativamente neste sentido por meio da integração no processo de trabalho de práticas com este objetivo específico. É neste sentido que Mazoyer identifica um complexo processo de evolução histórica e diferenciação geográfica responsável por uma grande diversidade de sistemas agrários que sempre conjugam práticas de exploração e de reprodução da capacidade produtiva dos ecossistemas. Os sistemas agrários que melhor conjugaram práticas de exploração e de reprodução dos ecossistemas foram os que apresentaram maior longevidade, por vezes de milhares de anos.

Tal não parece ser o caso dos sistemas agrários hegemônicos atualmente, que se desenvolveram a partir da dinâmica do capitalismo. As relações de produção capitalistas, ao favorecer o desenvolvimento da indústria, criam condições únicas para que as restrições locais colocadas pelos sistemas naturais sejam contornadas. A reprodução da capacidade produtiva dos ecossistemas cultivados passa a ser largamente assegurada por insumos químicos, que agem em oposição às relações ecológicas antes orientadas para este processo. O desenvolvimento industrial, assim como, em certa medida, o do setor de serviços, enquanto atividades cuja dependência em relação aos processos naturais são menos evidentes, favorece a noção de que os processos produtivos podem ocorrer de forma independente da dinâmica dos sistemas naturais. A mobilidade das mercadorias e dos recursos produtivos, assegurada pelo mercado, permite o surgimento de uma economia monetária em que todas as contradições locais entre exploração da natureza e reprodução das suas capacidades produtivas parecem poder ser resolvidas pela compra de recursos externos. Exacerbam-se, assim, as contradições entre sustentabilidade e reprodução social, na medida em que esta

---

19 MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histoire des Agricultures du Monde. Du Néolithique à la Crise Contemporaine**. Paris: Éd. du Seuil, 1997.

passa a ser largamente presidida pela geração de valor monetário. O fato dos recursos escassos poderem ser comprados, o que permite que regiões onde os mesmos são abundantes possam abastecer as regiões em que eles são escassos, contornando assim as restrições locais, parece ter influenciado os economistas a considerar que os recursos (produzidos pela natureza conjugada ou não com o trabalho humano) só colocam limitações aos processos produtivos quando estes dependem diretamente de recursos naturais. A expansão das relações mercantis, acompanhada por um extraordinário desenvolvimento da produção promovido pelo advento do capitalismo, no entanto, apenas adiou a manifestação de tais restrições que, a partir dos anos 1970, se fazem sentir com crescente intensidade.

A percepção desse processo é grandemente dificultada pela forma como as riquezas são consideradas nos processos econômicos. Embora os processos responsáveis pela produção das riquezas naturais sejam ontologicamente anteriores e, portanto, de natureza distinta dos processos econômicos propriamente ditos, a verdadeira negligência com que as riquezas são consideradas na análise econômica dificulta a percepção de que todo processo de reprodução social é necessariamente realizado, também, em termos de riquezas (ou seja, qualitativos), não podendo ser considerado unicamente a partir da geração de valor, quer seja este medido pelo tempo de trabalho ou em termos monetários.

Mas, a partir de Marx, é possível elaborar uma teoria das relações entre riquezas, valores e preços, a qual tem como ponto de partida a inclusão das riquezas de forma explícita nas representações formais do processo de reprodução do sistema econômico. É este ponto que será discutido nas próximas seções.

### **1.3 As riquezas na reprodução econômica da sociedade**

O médico e economista francês François Quesnay é considerado como o primeiro autor a representar a economia como um sistema de fluxos interdependentes, em seu *Tableau Économique*, publicado em 1759. Atribui-se a Quesnay a concepção de que a economia se constitui em um sistema de fluxos internos essencialmente circulares, a qual predomina até os dias de hoje na teoria econômica (desde a teoria marxista até a neoclássica, assim como na teoria keynesiana e neoricardiana, entre outras). Assim, foi inspirado na obra de Quesnay que Marx elaborou seus esquemas de reprodução social.

As características termodinâmicas da produção de riquezas, discutidas no primeiro capítulo deste ensaio, porém, não pode ser adequadamente contemplada por esta concepção.



Ocorre que a produção de riqueza, incluindo o próprio processo de trabalho, constitui-se, em última instância, em transformações de energia que só podem aumentar sua entropia, o que impede a sua reutilização. Neste sentido, não é possível negligenciar que as sociedades humanas são, antes de tudo, sistemas sociais dissipativos, dependentes de processos termodinâmicos presentes em todos os sistemas naturais. Evidentemente, isto não significa que os processos sociais possam ser reduzidos às suas características físicas. Ao contrário, é justamente a complexidade ontológica das sociedades humanas, que em si conjugam características físicas (inorgânicas), biológicas e sociais, que lhes proporcionam propriedades únicas, não observadas em outros tipos de sistema. Isto implica que os sistemas econômicos devem ser considerados como sistemas abertos, nos quais há sempre fluxos de entrada e de saída de matéria e energia do e para os sistemas naturais. Assim, é necessário reconhecer que os recursos naturais, embora provenientes do seu exterior, são constituintes intrínsecos do sistema econômico. O uso de recursos naturais para a geração de meios de produção pelo trabalho humano não pode, mesmo que em uma primeira aproximação, serem negligenciados em qualquer análise. O mesmo ocorre em relação ao consumo das riquezas enquanto tais (isto é, de um ponto de vista qualitativo) pelos seres humanos, que deve ser reconhecido como um processo irreversível, e não como um componente de um fluxo circular de reprodução dos setores econômicos e das classes sociais. Evidentemente, isto não significa que o caráter sistêmico da economia deva ser negligenciado. Ao contrário, esta concepção implica na necessidade de analisar os fluxos internos na economia de forma mais ampla, incluindo, além dos tradicionais fluxos monetários (e em tempo de trabalho, no caso dos marxistas), também os fluxos das riquezas propriamente ditas. Não se trata, porém, apenas de incluir as riquezas nos fluxos monetários dos sistemas econômicos, mas de considerar, em primeiro lugar, o próprio sistema como um fluxo material, em seu sentido qualitativo, de elementos incomensuráveis entre si, ou seja, em termos de riqueza. É a partir deste sistema aberto em termos de riquezas é que as análises em termos monetários podem ser realizadas, devendo ambos os fluxos serem coerentes entre si.<sup>20</sup>

A modelagem econômica considerando as sociedades como sistemas sociais dissipativos representa um difícil desafio científico.<sup>21</sup> Várias estratégias podem ser adotadas,

20 Como a teoria subjetiva do valor adotada pelos neoclássicos desvincula a formação dos preços das condições materiais de reprodução da sociedade, ela coloca enormes dificuldades para estabelecer qualquer relação coerente entre riquezas e valores monetários, o que torna as análises de “equilíbrio geral”, que é como os neoclássicos concebem a reprodução social, extremamente abstratas e artificiais.

21 A discussão sobre modelagem de sistemas sociais dissipativos realizada neste parágrafo foi, em boa parte, elaborada a partir de HARVEY, D.; REED,.; *Social Science as the Study of Complex Systems*. In KIEL, D.

dependendo do grau de complexidade ontológica necessário de ser considerado. Assim, desde modelos preditivos, quando os processos a serem modelados são fundamentalmente físicos, até modelos baseados em narrativas históricas, essencialmente qualitativos, podem ser aplicados. Os modelos elaborados para a análise da reprodução dos sistemas econômicos, como normalmente observados entre neoclássicos, marxistas e neoricardianos, podem ser considerados como modelos “estruturais”, isto é, que procuram captar os aspectos essenciais da realidade para a análise das relações de causa e efeito fundamentais que regem a sua dinâmica. Isto representa um grau intermediário de complexidade ontológica, o qual permite formalizações razoavelmente elaboradas, embora já neste nível o caráter social do sistema, pelo menos para os marxistas, já se expresse claramente. No entanto, qualquer que seja o grau de complexidade ontológica considerado, as características básicas dos sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio não podem ser negligenciadas.

As considerações realizadas no parágrafo anterior colocam a necessidade de elaborar modelos em termos de riquezas e de valores monetários (e, eventualmente, em tempo de trabalho) para que se possa compreender adequadamente o processo de reprodução do sistema econômico. A elaboração de esquemas desse tipo, porém, não é algo trivial. Ela implica em uma consideração metódica do papel desempenhado pela formação de rendas na dinâmica do conjunto da economia. E para que isto possa ser feito adequadamente é preciso analisar alternativas de escolha para as atividades econômicas. Além disto, ao considerarmos as riquezas, quer seja como recursos naturais, quer seja como produtos para o consumo, em seu sentido qualitativo, estas já não podem depender apenas das relações monetárias entre os componentes do sistema. Isto porque são as riquezas que, em última instância, dão sentido ao sistema econômico, mesmo no capitalismo. A apropriação pelos capitalistas das riquezas sociais não é definida a partir de supostos automatismos econômicos, ela é decorrente de um processo de luta de classes. Aliás, a principal motivação de Marx em sua crítica à economia política foi revelar o caráter histórico e contingente do capitalismo, diante da concepção dominante de leis econômicas perenes e universais. E para Marx, o elemento central na história humana é a luta de classes, isto é, os antagonismos entre as classes sociais que se estabelecem em torno da apropriação da riqueza social. Tais antagonismos possuem, assim, uma primazia ontológica em relação aos processos propriamente econômicos, que no capitalismo ocorrem pela geração e circulação do valor por meio da moeda. Isto implica que

um modelo econômico não pode negligenciar o fato de que existe um processo fundamental que determina a repartição das riquezas na sociedade e que os processos propriamente econômicos são uma decorrência, e não a causa, desta repartição. Em um modelo econômico, a consideração de tais processos, assim, só pode ocorrer por meio da inclusão de variáveis exógenas (e não apenas coeficientes técnicos).

Diante destas exigências, a programação linear parece ser um método de cálculo adequado para elaborar esquemas de reprodução de forma coerente com a teoria do valor de Marx, de maneira que as relações entre riquezas, valores e preços possam ser explicitamente analisadas. Na próxima seção será realizada uma análise detalhada da coerência da modelagem das relações entre riquezas, valores e preços baseada na programação linear com a teoria do valor de Marx. No entanto, é interessante desde já ilustrar esta relação, especialmente no que diz respeito à reprodução do sistema econômico, por meio de um exemplo numérico. Na tabela 1 é apresentado um esquema de reprodução econômica baseado nas riquezas, considerando a economia como um sistema aberto. Nesta tabela observa-se que o recurso natural não depende de outros recursos para ser produzido, pois é fornecido pela natureza. Apenas a geração do meio de produção 3 depende do recurso natural. A produção dos três meios de produção é interdependente. No que diz respeito aos produtos para consumo final (abreviados na tabela como produtos finais), estes não entram na produção de qualquer outro produto. Ressaltamos que o sistema encontra-se em reprodução simples, como indica a ausência de excedentes.

As relações mostradas na tabela 1 são em boa parte qualitativas. Como pode ser observado nesta tabela, a soma dos meios de produção não corresponde a quantidade dos produtos, sendo que suas quantidades não podem ser somadas. O tempo de trabalho requerido também é específico a cada produto. Também, a especificidade das relações quantitativas entre meios de produção e produtos e entre estes e o tempo de trabalho deve-se ao fato de que estas relações são determinadas por técnicas de produção específicas a cada produto.

A consideração do recurso natural como uma entrada de riquezas no sistema econômico, mesmo que neste caso ele seja abundante (isto é, não restrinja a produção), assim como a consideração de que os produtos destinados aos consumidores correspondem a riquezas que saem do sistema, e não apenas a um elo no ciclo de produção, diferenciam o esquema apresentado na tabela 1 em relação aos usualmente utilizados em estudos econômicos, inclusive marxistas e neoricardianos. Uma diferença adicional em relação aos

esquemas marxistas é que estes consideram apenas os valores, em tempo de trabalho e monetários, não considerando as riquezas em seu sentido qualitativo.<sup>22</sup>

Tabela 1 1: Reprodução de um sistema econômico em termos de riquezas (quantidades físicas), sem escassez de recurso natural.

	Recurso Natural	Meio de produção 1	Meio de produção 2	Meio de produção 3	Produto	Trabalho
Recurso natural					1160	
Meio de produção 1	1160		464	580	1160	2320
Meio de produção 2		347,07		483	690	2760
Meio de produção 3		513	171		1710	10260
Produto final 1		200	50	522	100	1000
Produto final 2		99,93	5	125	50	1000
Total	1160	1160	690	1710		17340
Excedente	0	0	0	0		

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 2 são apresentados os tempos de trabalho necessários para a geração dos produtos e meios de produção mostrados na tabela 1.

Tabela 1 2: Reprodução de um sistema econômico em tempo de trabalho diretamente aplicado, sem escassez de recurso natural.

	Recurso Natural	Meio de produção 1	Meio de produção 2	Meio de produção 3	Produto
Recurso natural					0
Meio de produção 1	0		1856	3480	2320
Meio de produção 2		694,14		2898	2760
Meio de produção 3		1026	684		10260
Produto final 1		400	200	3132	1000
Produto final 2		199,86	20	750	1000
Total	0	2320	2760	10260	17340
Excedente		0	0	0	

Fonte: elaborado pelo autor.

<sup>22</sup> Embora os esquemas de reprodução de Marx, ao considerar departamentos dedicados a produções qualitativamente diferentes (produtos de consumo x meios de produção), já incluem a questão da reprodução em termos de diferentes valores de uso, como salienta ROSDOLSKY, R. **The making of Marx's 'Capital'**. London: Pluto Press Limited, 1977, p. 86

Conforme se observa na tabela 2, o recurso natural não demanda trabalho para ser produzido. Salientamos que os tempos de trabalho mostrados na tabela 2 são os aplicados diretamente. Portanto, o tempo de trabalho indicado para os produtos de consumo final não inclui o tempo de trabalho dedicado à geração dos meios de produção. A reprodução social do sistema em valores monetários é apresentada na tabela 3.

Tabela 1 3: Reprodução de um sistema econômico em valores monetários, sem escassez de recurso natural.

	Recurso Natural	Meio de produção 1	Meio de produção 2	Meio de produção 3	Produto	Valor agregado
Recurso natural					0	
Meio de produção 1	0	0	10.408,26	7.870,91	20.599,17	2320
Meio de produção 2	0	6.163,24	0,00	6.554,57	15.477,80	2760
Meio de produção 3	0	9.109,81	3.835,80	0,00	23.205,61	10260
Produto final 1	0	3.551,58	1.121,58	7.083,82	12.756,98	1000
Produto final 2	0	1.774,55	112,16	1.696,32	4.583,02	1000
Total	0	20.599,17	15.477,80	23.205,61	76.622,58	17340
Excedente		0	0	0		

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 3, o valor monetário do recurso natural é nulo, o que significa que o mesmo não limita a produção do meio de produção 1 e, assim, também a dos demais meios de produção e produtos para consumo final. É interessante observar que o valor agregado é obtido pela subtração dos valores monetários dos meios de produção do valor monetário do produto. Comparando o valor agregado pelas atividades, observa-se que ele corresponde aos tempos de trabalho mostrados nas duas tabelas anteriores. Este resultado mostra que os esquemas de reprodução apresentados nas tabelas 1, 2 e 3 são coerentes com a teoria do valor de Marx. Por outro lado, é importante salientar que, nestes casos, os recursos naturais figuram explicitamente no sistema. Além disto, os produtos para consumo final nos esquemas apresentados não são considerados como integrantes de um circuito fechado de produção, isto é, são considerados simplesmente como riquezas consumidas e não como setores destinados a geração de produtos para consumo, como nos esquemas marxistas.

A reprodução do sistema econômico em valores monetários foi obtida pela multiplicação das quantidades físicas mostradas na tabela 1 pelo preço dos meios de produção e dos produtos para consumo final. Como o recurso natural é abundante, não restringido a expansão das atividades, os preços correspondem ao tempo médio de trabalho aplicado em

cada uma destas atividades. É interessante observar, no entanto, que tais preços não são facilmente calculáveis a partir dos tempos de trabalho. Por exemplo, considerando o produto para consumo final 1, o total do tempo de trabalho para a sua produção aparentemente pode ser calculado pela soma dos tempos de trabalho aplicados para a geração dos seus meios de produção e do tempo de trabalho diretamente aplicado para a sua produção, tudo isto dividido pela quantidade de produto. De acordo com os dados mostrados nas tabelas 2, a soma dos tempos de trabalho é:  $400 + 200 + 3.132 + 1.000 = 4.732$ . Este valor é muito inferior ao valor monetário total do produto de consumo final 1 de 12.756,98 unidades monetárias, mostrado na tabela 3. Esta diferença ocorre porque os meios de produção empregados para a geração do produto para consumo final 1 também requerem meios de produção, cujo tempo de trabalho se soma ao requerido diretamente para a sua produção.

Os preços empregados para a elaboração da tabela 3 foram calculados por meio da programação linear. Assim, um modelo deste tipo foi formulado a partir dos dados mostrados na tabela 1. O problema primal é,

$$\begin{array}{l} \text{Minimizar} \quad 2 \text{ mp1} + 4 \text{ mp2} + 6 \text{ mp3} + 10 \text{ fl} + 20 \text{ f2} \\ \text{Sujeito às restrições} \end{array} \quad (1.1)$$

$$\text{demanda do produto 1)} \quad \text{fl} \quad \geq 100 \quad (1.2)$$

$$\text{demanda do produto 2)} \quad \text{f2} \quad \geq 50 \quad (1.3)$$

$$\text{demanda do meio de produção 1)} \quad \text{mp1} - 0,503 \text{ mp2} - 0,3 \text{ mp3} - 2 \text{ fl} - 1,9986 \text{ f2} \geq 0 \quad (1.4)$$

$$\text{demanda do meio de produção 2)} \quad -0,4 \text{ mp1} + \text{mp2} - 0,1 \text{ mp3} - 0,5 \text{ fl} - 0,1 \text{ f2} \geq 0 \quad (1.5)$$

$$\text{demanda do meio de produção 3)} \quad -0,5 \text{ mp1} - 0,7 \text{ mp2} + \text{mp3} - 5,22 \text{ fl} - 2,5 \text{ f2} \geq 0 \quad (1.6)$$

$$\text{demanda do recurso natural)} \quad \text{mp1} \quad \leq 1160 \quad (1.7)$$

onde,  $(\text{mp1})$ ,  $(\text{mp2})$ ,  $(\text{mp3})$  são os meios de produção e  $(\text{fl})$  e  $(\text{f2})$  os produtos para consumo final mostrados nas tabelas 1, 2 e 3. Os valores mostrados na função a ser minimizada (denominada “função objetivo”), são os tempos de trabalho diretamente aplicados para a geração de cada meio de produção ou produto para consumo final. As inequações correspondem às demandas, calculadas com base nas quantidades físicas requeridas para a geração de cada unidade de meio de produção e produto de consumo final. Vale salientar que, como o recurso natural não é gerado pelo trabalho, a quantidade que pode ser utilizada por ciclo de produção (1.160 unidades) corresponde a uma restrição externa ao funcionamento do sistema econômico. O problema primal, assim, fornece as quantidades a serem produzidas de acordo com as restrições impostas pelas inequações, que permitem minimizar o tempo de trabalho, ou seja, o valor. A solução deste problema primal forneceu as quantidades dos produtos de consumo final e dos meios de produção que constam na tabela 1.

A partir do problema primal foi elaborado um problema dual, cuja solução fornece os preços dos produtos que proporcionam o máximo valor monetário possível. Este problema dual é descrito como,

$$\text{Maximizar } 100 \text{ } pf1 + 50 \text{ } pf2 + 0 \text{ } pmp1 + 0 \text{ } pmp2 + 0 \text{ } pmp3 - 1160 \text{ } prn \quad (1.8)$$

Sujeito às restrições

$$f1) \text{ } pf1 - 2 \text{ } pmp1 - 0,5 \text{ } pmp2 - 5,22 \text{ } pmp3 \leq 10 \quad (1.9)$$

$$f2) \text{ } pf2 - 1,9986 \text{ } pmp1 - 0,1 \text{ } pmp2 - 2,5 \text{ } pmp3 \leq 20 \quad (1.10)$$

$$mp1) \text{ } pmp1 - 0,4 \text{ } pmp2 - 0,5 \text{ } pmp3 - prn \leq 2 \quad (1.11)$$

$$mp2) \text{ } -0,503 \text{ } pmp1 + pmp2 - 0,7 \text{ } pmp3 \leq 4 \quad (1.12)$$

$$mp3) \text{ } -0,3 \text{ } pmp1 - 0,1 \text{ } pmp2 + pmp3 \leq 6 \quad (1.13)$$

onde, (*pf1*) e (*pf2*) são os preços dos produtos para consumo final, (*pmp1*), (*pmp2*) e (*pmp3*) são os preços dos meios de produção gerados pelo trabalho e (*prn*) é o preço do recurso natural.

Já sabemos de antemão que o recurso natural não limita a produção, o que faz com que os preços sejam definidos apenas pelos coeficientes técnicos, indicados pelas expressões 9 a 13. Assim, os preços podem ser definidos pelo seguinte sistema de equações lineares,

$$pf1 - 2 \text{ } pmp1 - 0,5 \text{ } pmp2 - 5,22 \text{ } pmp3 = 10 \quad (1.14)$$

$$pf2 - 1,9986 \text{ } pmp1 - 0,1 \text{ } pmp2 - 2,5 \text{ } pmp3 = 20 \quad (1.15)$$

$$pmp1 - 0,4 \text{ } pmp2 - 0,5 \text{ } pmp3 = 2 \quad (1.16)$$

$$-0,503 \text{ } pmp1 + pmp2 - 0,7 \text{ } pmp3 = 4 \quad (1.17)$$

$$-0,3 \text{ } pmp1 - 0,1 \text{ } pmp2 + pmp3 = 6 \quad (1.18)$$

As matrizes correspondentes a este sistema são

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 & -0,5 & -5,22 \\ 0 & 1 & -1,9986 & -0,1 & -2,5 \\ 0 & 0 & 1 & -0,4 & -0,5 \\ 0 & 0 & -0,503 & 1 & -0,7 \\ 0 & 0 & 0,3 & -0,1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 2 \\ 4 \\ 6 \end{bmatrix}$$

Resolvendo o sistema de equações descrito nas expressões 14 a 18 pela multiplicação da inversa da primeira matriz pela segunda, obtém-se os seguintes preços,

$$pf1 = 127,60$$

$$pf2 = 91,66$$

$$pmp1 = 17,75$$

$$pmp2 = 22,43$$

$$pmp3 = 13,57$$

Os preços obtidos correspondem aos fornecidos pela solução do problema dual do modelo de programação linear, com a diferença que esta indica explicitamente que o preço do recurso natural é nulo, o que mostra que o mesmo não é escasso. Ocorre que os resultados fornecidos pelo problema dual de um modelo de programação linear descrevem a alteração marginal do valor da função objetivo do problema primal em relação à alteração de uma unidade de cada uma das suas restrições ativas, consideradas isoladamente. Neste caso os preços são inelásticos à produção, pois, sem limitação de recurso natural, as quantidades de todas as variáveis podem aumentar proporcionalmente. Isto resulta que a curva de oferta é paralela à abcissa com os valores marginais, portanto, convergindo com os valores médios. O valor monetário total, que expressa o valor em tempo de trabalho em termos monetários, pode assim ser obtido simplesmente pela soma dos valores resultantes da multiplicação dos preços pela produção.

Tal já não ocorre se houver escassez do recurso natural, acompanhada pela introdução de, pelo menos, uma alternativa de produção. É interessante ressaltar que apenas a escassez do produto natural não é suficiente para alterar os preços. Sem alternativas técnicas, um aumento da escassez tornaria impossível a manutenção do nível de produção e a única forma de manter o sistema econômico seria pela diminuição da demanda de algum produto de consumo final. Isto mostra que não é a escassez em si que provoca o aumento dos preços, mas sim o emprego de tempo de trabalho a mais que ela provoca, o qual se manifesta por meio dos preços dos recursos naturais, gerando rendas.

Para ilustrar o efeito da escassez do recurso natural sobre os preços, foi adicionada uma alternativa de produção para o produto de consumo final 2 (variável  $f22$  do problema primal, descrito no próximo parágrafo). Esta alternativa exige maior tempo de trabalho, mas menos meios de produção para ser realizada. Com esta modificação, o problema primal do modelo fica,

$$\begin{array}{l} \text{Minimizar} \quad 2 \text{ mp1} + 4 \text{ mp2} + 6 \text{ mp3} + 10 \text{ f1} + 20 \text{ f2} + 60 \text{ f22} \\ \text{Sujeito às restrições} \end{array} \quad (1.19)$$

$$\text{demanda do produto final 1)} \quad \text{f1} \quad \geq 100 \quad (1.20)$$

$$\text{demanda do produto final 2)} \quad \text{f2} + \text{f22} \geq 50 \quad (1.21)$$

$$\begin{array}{l} \text{demanda do meio de produção 1)} \text{ mp1} - 0,503 \text{ mp2} - 0,3 \text{ mp3} - 2 \text{ f1} - 1,9986 \text{ f2} - \text{f22} \\ \geq 0 \end{array} \quad (1.22)$$

$$\begin{array}{l} \text{demanda do meio de produção 2)} - 0,4 \text{ mp1} + \text{mp2} - 0,1 \text{ mp3} - 0,5 \text{ f1} - 0,1 \text{ f2} - \\ 0,05 \text{ f22} \geq 0 \end{array} \quad (1.23)$$

$$\begin{array}{l} \text{demanda do meio de produção 3)} - 0,5 \text{ mp1} - 0,7 \text{ mp2} + \text{mp3} - 5,22 \text{ f1} - 2,5 \text{ f2} - 1,5 \\ \text{f22} \geq 0 \end{array} \quad (1.24)$$



$$\text{demanda do recurso natural)} \quad mp1 \quad \leq 1100 \quad (1.25)$$

O problema dual é,  
 Maximizar  $100 pf1 + 50 pf2 + 0 pmp1 + 0 pmp2 + 0 pmp3 - 1100 prn$  (1.26)  
 Sujeito às restrições

$$f1) \quad pf1 \quad - 2 pmp1 - 0.5 pmp2 - 5.22 pmp3 \quad \leq 10 \quad (1.27)$$

$$f2) \quad pf2 \quad - 1.9986 pmp1 - 0.1 pmp2 - 2.5 pmp3 \quad \leq 20 \quad (1.28)$$

$$f22) \quad pf2 \quad - pmp1 - 0.05 pmp2 - 1.5 pmp3 \quad \leq 60 \quad (1.29)$$

$$mp1) \quad pmp1 - 0.4 pmp2 - 0.5 pmp3 - prn \leq 2 \quad (1.30)$$

$$mp2) \quad - 0.503 pmp1 + pmp2 - 0.7 pmp3 \quad \leq 4 \quad (1.31)$$

$$mp3) \quad - 0.3 pmp1 - 0.1 pmp2 + pmp3 \quad \leq 6 \quad (1.32)$$

Assim, embora a disponibilidade do recurso natural tenha sido diminuída de apenas 60 unidades (1.160 para 1.100 unidades), ela provocou um efeito significativo sobre os preços, como mostrado abaixo:

$$pf1 = 150,88$$

$$pf2 = 107,82$$

$$mp1 = 23,12$$

$$pmp2 = 26,54$$

$$pmp3 = 15,59$$

$$prn = 2,71$$

Comparando os preços obtidos com a diminuição da disponibilidade de recurso natural com os preços obtidos quando havia abundância deste recurso, embora a técnica alternativa tenha sido introduzida apenas para a geração do produto de consumo final 2, observa-se que todos os preços foram afetados. Isto indica que a renda gerada pela escassez do recurso natural não afeta apenas as atividades que introduzem alternativas capazes de diminuir o seu emprego, mas tem efeito sobre os preços do conjunto das atividades a ela relacionada. É interessante observar que, neste caso, todos os preços já não correspondem mais ao tempo de trabalho médio, pois o preço do recurso natural se integra a todos eles. Isto é evidenciado pelo fato dos preços já não poderem ser calculados pelo sistema de equações mostrados pelas expressões 14 a 18, pois agora o nível da demanda de produtos para consumo final (considerando o sistema em reprodução simples) afeta os preços, na medida em que, mantida a mesma quantidade de recurso natural, a sua escassez é diretamente proporcional a tal demanda.

Esta análise pode ser aprofundada diante dos esquemas de reprodução em termos de riquezas, de tempo de trabalho e de valores monetários, mostrados nas tabelas 4, 5 e 6,

respectivamente. Comparando os resultados obtidos sem e com escassez do recurso natural, mostrados nas tabelas 1 e 4, respectivamente, observamos que a adoção de uma técnica alternativa (que ocorreu em complemento à já existente), provocou alterações nas quantidades geradas de todos os meios de produção. Apenas as quantidades requeridas de meios de produção para a geração do produto para consumo final 1 não foram alteradas. Esse efeito ocorreu devido à menor quantidade disponível do recurso natural, que se tornou escasso, que implica na geração de uma quantidade menor do meio de produção 1, a qual se repercute sobre todos os outros meios de produção.

Tabela 1 4: Reprodução de um sistema econômico em termos de riquezas, com escassez de recurso natural.

	Recurso Natural	Meio de produção 1	Meio de produção 2	Meio de produção 3	Produto	Trabalho
Recurso natural					1.100,00	
Meio de produção 1	1.100,00		440,00	550,00	1.100,00	2.200,00
Meio de produção 2		330,73		460,26	657,51	2.630,04
Meio de produção 3		490,75	163,58		1.635,82	9.814,94
Produto final 1		200,00	50,00	522,00	100,00	1.000,00
Produto final 2		78,53	3,93	103,57	50,00	1.857,39
Total	1.100,00	1.100,00	657,51	1.635,82		17.502,36
Excedente	0,00	0,00	0,00	0,00		

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, o tempo de trabalho requerido para a geração dos meios de produção diminuiu. Por outro lado, como a alternativa técnica que passou a ser adotada requer mais trabalho o tempo de trabalho requerido para a geração do produto para consumo final 2 aumentou de forma mais acentuada, do que resulta um aumento (de 17.340 a 17.502,36 unidades), no tempo de trabalho total em relação à situação sem escassez do recurso natural.

Os resultados apresentados na tabela 5 mostram com mais clareza os efeitos da escassez sobre os tempos de trabalho. Como pode ser observado nesta tabela, em conformidade com a diminuição das quantidades requeridas, também diminuem os tempos de trabalho para a geração dos meios de produção requeridos para a geração de outros meios de

produção. No que diz respeito ao produto para consumo final 2, cuja produção passou a ser em parte assegurada por uma técnica alternativa, embora os tempos de trabalho para a geração dos meios de produção requeridos por esta atividade diminuíssem, o tempo de trabalho diretamente a ela aplicado aumentou.

Tabela 1 5: Reprodução de um sistema econômico em tempo de trabalho, com escassez de recurso natural.

	Recurso Natural	Meio de produção 1	Meio de produção 2	Meio de produção 3	Produto
Recurso natural					0,00
Meio de produção 1	0,00		1.760,00	3.300,00	2.200,00
Meio de produção 2		661,46		2.761,54	2.630,04
Meio de produção 3		981,49	654,33		9.814,94
Produto final 1		400,00	200,00	3.132,00	1.000,00
Produto final 2		157,05	15,71	621,39	1.857,39
Total	0,00	2.200,00	2.630,04	9.814,94	17.502,36
Excedente		0,00	0,00	0,00	

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 6 é apresentada a reprodução do sistema econômico em valores monetários, com escassez de recurso natural.

Tabela 1 6: Reprodução do sistema econômico em valores monetários, com escassez de recurso natural.

	Recurso Natural	Meio de produção 1	Meio de produção 2	Meio de produção 3	Produto	Valor agregado
Recurso natural					2.976,67	
Meio de produção 1	2.976,67	0,00	11.677,52	8.573,90	25.428,10	2.200,00
Meio de produção 2	0,00	7.645,25	0,00	7.174,91	17.450,21	2.630,04
Meio de produção 3	0,00	11.344,33	4.341,44	0,00	25.500,71	9.814,94
Produto final 1	0,00	4.623,29	1.326,99	8.137,42	15.087,70	1.000,00
Produto final 2	0,00	1.815,23	104,26	1.614,47	5.391,34	1.857,39
Total	2.976,67	25.428,10	17.450,21	25.500,71	88.858,06	17.502,36
Excedente		0,00	0,00	0,00		

Fonte: elaborado pelo autor.

Como mostra a tabela 6, o recurso natural possui agora valor monetário, embora não agregue valor, na medida em que este corresponde aos tempos de trabalho mostrados anteriormente nas tabelas 4 e 5. Por outro lado, o valor monetário do recurso natural deve ser debitado do valor monetário do meio de produção 1, de modo que o valor agregado por este corresponde ao tempo de trabalho exigido para a sua geração. Para que isto ocorra, o preço do meio de produção 1 aumentou. No entanto, como o meio de produção 1 é necessário para a geração dos demais meios de produção e para os produtos de consumo, o aumento do seu preço se repercute sobre todos os demais produtos, mesmo para o de consumo final 1, embora tempo de trabalho diretamente aplicado para a sua produção e, portanto, o valor agregado, não tenha se alterado. É por este processo que, diante da escassez do recurso natural, a adoção de uma técnica alternativa em apenas uma atividade tem efeitos sobre os preços de todos os produtos. Este processo mostra com clareza que os efeitos das rendas geradas pela escassez não se resumem às atividades que dependem diretamente de recursos naturais, mas ocorre de uma forma generalizada na economia.

A discussão realizada nos parágrafos anteriores indica que a escassez de recursos naturais e, portanto, a degradação ambiental e os níveis de consumo que a provoca, possui efeitos sobre o sistema econômico mais importantes do que normalmente é considerado pela teoria econômica, como atestam os esquemas de reprodução por ela formulados. Isto ocorre em boa parte porque os pressupostos adotados pela teoria econômica em geral sobre a natureza e a dinâmica do sistema econômico estão profundamente equivocados. No entanto, é muito importante alertar que este processo de forma alguma faz com que a formação dos preços por meio do mercado possa contribuir significativamente para promover a sustentabilidade. Algumas considerações sobre esta questão são realizadas no parágrafo seguinte.

As características do sistema econômico representado nos esquemas de reprodução apresentados neste ensaio indicam claramente que tais sistemas são abertos, na medida em que riquezas são introduzidas do seu exterior, transformadas no seu interior e destruídas ao longo dos processos produtivos ou pelo seu consumo como produtos finais. É importante salientar que, neste processo, as riquezas introduzidas no sistema, assim como as destruídas, sempre provocam algum impacto sobre os sistemas naturais (que lhe são exteriores). Ocorre que tais impactos nem sempre mostram seus efeitos negativos sobre o sistema econômico de forma imediata. Estes efeitos negativos se manifestam pela escassez das riquezas naturais ou

pela degradação do ambiente. No entanto, uma riqueza natural pode estar sendo utilizada acima da capacidade dos sistemas naturais em renová-la ou, no caso de riquezas não renováveis, de forma a acelerar o seu esgotamento, sem que isto tenha efeitos imediatos sobre o sistema econômico. Além disto, vários impactos negativos sobre o ambiente podem ocorrer, como a erosão dos solos empregados para a agricultura e a diminuição da biodiversidade, sem que durante um longo período os seus efeitos se façam sentir de forma significativa. No entanto, na medida em que estes efeitos se acumulam eles podem ter um impacto traumático sobre as sociedades. O problema é que os processos que geram tais efeitos podem ser irreversíveis, ou de difícil reversão diante das técnicas e dos padrões de consumo responsáveis pelo funcionamento do sistema econômico. Este fenômeno ocorre porque o valor monetário das riquezas não se constitui em uma medida das mesmas, mas apenas em uma medida do tempo de trabalho humano necessário para a realização das transformações da matéria (que sempre requer energia) que as constituem. O esquema proposto, portanto, permite explicitar de forma clara as contradições entre reprodução econômica e sustentabilidade ecológica que se colocam com crescente gravidade nas sociedades contemporâneas.

#### 1.4 Modelagem das relações entre riquezas, valores e preços

Como é possível perceber nas discussões realizadas nas seções precedentes, a teoria dos preços de Marx centra-se nas condições de produção, consideradas proeminentes em relação à demanda. Isto não significa, porém, que Marx tenha desconsiderado a influência da demanda sobre os preços. Para Marx, no entanto, longe de significar uma simples agregação de preferências individuais subjetivas,

“a ‘demanda social’, i.e., o fator que regula o princípio da demanda, é essencialmente sujeito às relações mútuas entre as diferentes classes e suas respectivas posições econômicas, notadamente, em primeiro lugar, a relação entre a mais-valia total e os salários e, em segundo lugar, a relação das várias partes em que a mais-valia é distribuída (lucro, juros, renda fundiária, taxas, etc.). E isto mostra novamente como absolutamente nada pode ser explicado pela relação entre oferta e demanda antes de precisar as bases sobre as quais estas relações se assentam.”<sup>23</sup>

E para Marx as bases sobre as quais se estabelecem a relação entre oferta e demanda são as condições de produção, relacionadas às formas como os seres humanos utilizam e transformam as riquezas. Isto implica que estas condições, que definem a oferta, é que devem

23 MARX, K., **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999. p. 131.

ser consideradas como ponto de partida para formalizar as relações entre riquezas, valores e preços.

Um forma de estudar tais condições é por meio de uma análise marxista das curvas de oferta, tal como elas são comumente apresentadas em estudos econômicos. Logo no início do volume III d'O Capital, Marx explica que,

“Se supomos que o valor produzido por um trabalhador numa jornada de trabalho social média pode ser representado numa soma de 6s. = 6M, então o capital adiantado de £500 = 400c + 100v, isto é, ao produto de valor de 1.666 2/3 jornadas de trabalho de 10 horas, das quais 1.333 1/3 jornadas de trabalho estão cristalizadas no valor dos meios de produção = 400c, e 333 1/3 estão cristalizadas no valor da força de trabalho = 100v. Tendo assumido uma taxa de mais valia de 100%, a produção da nova mercadoria a ser formada envolve um dispêndio de trabalho = 100v + 100s = 666 2/3 jornadas de trabalho de 10 dias.”<sup>24</sup>

Assim, neste ensaio, de acordo com a teoria do valor de Marx, consideramos que os pontos que formam a curva de oferta correspondem aos custos de produção totais em tempo de trabalho de um produto, o qual inclui lucros e salários, mas não as rendas. A curva representa custos não cumulativos, começando pelos mais baixos. Assim, de maneira geral, quanto maior a quantidade torna-se necessário produzir a custos mais altos. A curva de oferta pode ser apresentada, assim, como uma função crescente em que,

$$p = f(q) \quad (1.33)$$

onde,

$p$  = preço

$q$  = quantidade ofertada

Considerando esta função como contínua e derivável, pode-se calcular o custo de produção total ( $c_t$ ) de certa quantidade ( $q_p$ ) como,

$$c_t = \int_0^{q_p} p \, dq \quad (1.34)$$

sendo, portanto, o preço ( $p$ ) obtido por,

$$p = \frac{dc_t}{dq} \quad (1.35)$$

o que demonstra que o preço é o custo marginal de produção.

---

24 MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 20.

É importante desde já esclarecer com exatidão o significado da expressão 35. Ela expressa que, para “transformar” os valores em tempo de trabalho em preços, deve-se derivá-los em relação à quantidade produzida. Tal transformação implica em uma mudança de unidade entre cada lado da expressão, a qual, em um lado a quantidade é expressa em moeda e no outro lado em tempo de trabalho. Um exemplo pode contribuir para esclarecer este ponto. A expressão do comprimento de um objeto em centímetros, o qual foi medido em polegadas, deve ser feita pela multiplicação por 2,54 (ou seja, uma polegada = 2,54 centímetros). Assim, a multiplicação por 2,54 é a operação matemática que permite “transformar” polegadas em centímetros, os quais constituem-se em unidades de medida diferentes. O mesmo ocorre na expressão 35 em que o preço é obtido pela operação matemática de derivação do custo total em tempo de trabalho em relação à quantidade produzida<sup>25</sup>. Como veremos, o custo total em tempo de trabalho pode ser obtido por um problema primal, e os preços por um problema dual, de um modelo baseado na programação linear, do qual o exemplo numérico discutido na seção anterior é um caso. Assim, no caso em que o modelo foi solucionado considerando o recurso natural como escasso, o valor em tempo de trabalho obtido foi de 17.502,36 e o valor monetário total (excetuando as rendas) foi de,  $17.502,36 + 2.200 = 19.702,36$ . A razão de considerarmos apenas os preços dos produtos finais é que o valor monetário obtido pela solução do problema dual corresponde apenas ao tempo de trabalho “vivo” obtido pela solução do problema primal. Além disto, apenas estes preços estão diretamente relacionados com o tempo de trabalho (ou seja, ao seu valor marginal, como indica a expressão 35), na medida em que as rendas correspondem apenas à transferências de valor. Assim, a “transformação” de valores em preços calculada a partir da solução do exemplo numérico apresentado na seção anterior pode ser realizada por,

$$17.502,36 \text{ unidades em tempo de trabalho} = 19.702,36 \text{ unidades monetárias,}$$

do que resulta,

$$\text{valores} = 1,126 \text{ preços}$$

Evidentemente, a equação mostrada acima é apenas um resultado global, sendo que cada produto de consumo final corresponde a certo valor. De qualquer forma, porém, o resultado obtido da “transformação” de valores em preços discutido acima mostra claramente que não há contradição alguma em colocar valores e preços em uma mesma expressão, como

<sup>25</sup> Pode parecer estranho, mas a incompreensão deste simples raciocínio provoca uma enorme confusão. Ele implica que o fundamento da teoria da formação dos preços de Marx (quer este tenha pretendido ou não formular tal teoria) é a consideração dos preços como valores médios, e não a equalização das taxas de lucro, como expressa o problema da transformação de valores em preços.

alegam os detratores do modelo básico de Marx (segundo o qual  $p = v + c$ , onde  $p$  = preço;  $v$  = trabalho diretamente aplicado e  $c$  = trabalho aplicado para a geração dos meios de produção). Como no caso da “transformação” de centímetros em polegadas, o modelo básico de Marx é apenas uma operação que envolve uma banal mudança de unidade. De um ponto de vista econômico, esta mudança de unidade é necessária pela óbvia razão de que a massa monetária deve necessariamente ser maior do que total do valor em tempo de trabalho para que produtos não gerados pelo trabalho (ou gerados em diferentes condições de produção) possam ser precificados e, assim, se integrar ao circuito econômico. Portanto, os valores agregados mostrados na tabela 6, embora numericamente iguais aos valores em tempo de trabalho mostrados nas tabelas 4 e 5, não correspondem a tempos de trabalho, pois parte do valor em tempo de trabalho é redistribuído por meio das rendas (no caso de 2.976,36 unidades monetárias). Isto mostra que a solução do problema dual do modelo efetivamente fornece preços e não valores, como os fantasmagóricos “valores sombra”, (também denominados “valores verdadeiros”) propostos por certos neoricardianos.<sup>26</sup> É interessante observar que a “teoria marginalista do valor trabalho” (e não dos preços, como proposta neste ensaio) exposta por estes autores neoricardianos, se analisada com rigor, leva às mesmas vacuidades observadas na teoria neoclássica. Nesta última, diante da impossibilidade de mensurar objetivamente a utilidade e, assim, demonstrar de forma precisa sua relação com o valor, os neoclássicos sustentam que é a utilidade marginal que expressa esta relação, e não a utilidade em si<sup>27</sup>. Mas isto os torna incapazes de estabelecer uma clara distinção entre valor e preço, o que, finalmente, os faz abandonar qualquer teoria do valor.<sup>28</sup>

Voltando à análise da formação dos preços, é interessante especificarmos sua relação com o valor monetário total e o total das rendas diferenciais. No caso em que todos os produtores recebem um mesmo preço como, por exemplo, quando participam de um mercado em concorrência perfeita<sup>29</sup>, denominando o preço obtido a partir de  $(q_p)$  de  $(p_p)$ , o valor monetário total da produção  $(m_i)$  é definido por,

26 Como, por exemplo, em MORISHIMA, M.; CATEPHORES, G. **Valor, exploração e crescimento: Marx à Luz da Teoria Econômica Moderna**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980. Para uma discussão do modelo de formação de preços de Morishima, que forneceria “valores sombra” segundo o autor, ver o apêndice 3.

27 Como, por exemplo, em GUERRIEN, B. **La théorie neo-classique. Bilan et perspectives**. Paris: Économica, 1989.

28 Sobre a inconsistência da teoria neoclássica, ver apêndice 5.

29 Como o faz MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], ao formular o problema da transformação de valores em preços.



$$m_t = p_p q_p \Rightarrow m_t = \int_0^{q_p} p_p dq \quad (1.36)$$

Neste caso, o produtor que possui custo mais alto provoca o surgimento de rendas diferenciais, cujo total ( $r_d$ ) é definido por,

$$r_d = \int_0^{q_p} (p_p - p) dq \quad (1.37)$$

ou seja,

$$r_d = m_t - c_t$$

sendo então o valor monetário total da produção ( $m_t$ ),

$$m_t = c_t + r_d$$

e o custo de produção total,

$$c_t = m_t - r_d \quad (1.38)$$

Assim, a expressão 38 mostra que a consideração dos preços como valores marginais, mostrada na expressão 35, implica que a diferença entre valores e preços encontra-se na existência de rendas diferenciais. Tal ocorre sempre que a curva de oferta for uma função crescente dos custos em tempo de trabalho em relação às quantidades produzidas.

As relações descritas de forma simbólica nos parágrafos anteriores são ilustradas na figura 2, considerando uma quantidade ( $q$ ) demandada de 7 unidades físicas, a qual, para ser produzida deve ter o preço ( $p$ ) de 9 unidades monetárias a ser pago aos produtores. Estas relações são

descritas pela seguinte função (ou “curva”) de oferta:

$$p = q + 2 \quad (1.39)$$

De acordo com a figura 2 o valor monetário total é de  $9 * 7 = 63$  unidades monetárias.

O custo de produção total, obtido a partir das expressão 34, é de

$$c_t = \int_0^7 (q + 1) dq = \frac{7^2}{2} + 14 = 38,5$$

sendo a renda diferencial, obtida a partir do rearranjo da expressão 38,

$$m_t - c_t \Rightarrow 63 - 38,5 = 24,5 \text{ unidades monetárias.}$$

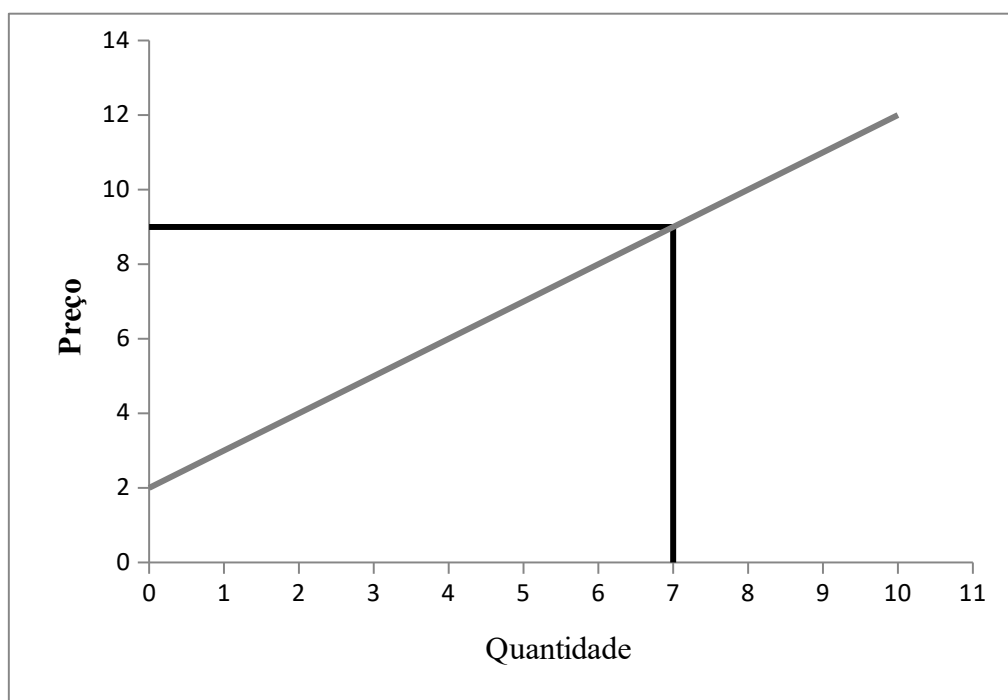


Figura 1.2: Exemplo de curva de oferta com o valor monetário total, o custo total em trabalho e a renda diferencial.

Fonte: elaborado pelo autor.

As relações discutidas nos parágrafos anteriores demonstram que, tal como as curvas de oferta são normalmente consideradas (como funções crescentes), em uma economia em concorrência perfeita<sup>30</sup> a formação dos preços implica necessariamente no surgimento de rendas diferenciais. Nestas condições o preço corresponde ao custo marginal, conforme a expressão 35, o que é uma condição necessária para que o mesmo seja “eficiente”, isto é, que induza o conjunto dos produtores a gerar uma quantidade ofertada que corresponda exatamente à demanda social. Uma propriedade importante dos preços eficientes é que eles implicam na minimização do custo e na maximização da produção econômica (receita líquida). No que diz respeito à minimização do custo, a simples observação da forma como o preço é determinado em uma curva de oferta crescente permite que esta propriedade seja apreendida. Por exemplo, na figura 2 é fácil perceber que qualquer preço acima de 9 unidades monetárias por unidade física corresponde a inclusão de uma quantidade de produto com custo superior ao mínimo necessário para satisfazer a demanda. E qualquer preço abaixo de 9

<sup>30</sup> Como MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 114, considera ao discutir a transformação de valores em preços.

unidades implica em uma produção com um custo correspondente a uma quantidade insuficiente para satisfazer a demanda. O preço de 9 unidades monetárias por unidade física, portanto, só pode ser determinado pela produção que apresenta o menor custo máximo necessário para satisfazer a demanda. Isto faz com que o custo total, obtido pela somatória dos custos das unidades de produção necessárias para satisfazer a demanda, seja o mínimo possível.

De um ponto de vista formal, incluindo agora a maximização da produção econômica (receita líquida), isto é demonstrado considerando que a taxa de aumento do custo total (CT) por unidade de produto (P) é seu custo marginal, ou seja,

$$dCT/dP = CMg \quad (1.40)$$

Dado que o preço do produto é constante, a receita total cresce linearmente com a quantidade de produto. Assim, o preço corresponde à receita marginal ( $RMg$ ) que neste caso é obtida pelo coeficiente angular da função afim (declividade da reta) que descreve o crescimento da receita total ( $RT$ ). Enquanto  $CMg < RMg$ , ou seja,  $CMg < \text{preço do produto}$ , a renda líquida ( $RT - CT$ ) cresce. Quando  $CMg > \text{preço do produto}$ , a renda líquida decresce. O ponto ótimo, portanto, é quando  $CMg = \text{preço do produto}$ .

A observação das relações entre o valor monetário total, o custo em tempo de trabalho e as rendas diferenciais mostradas na figura 2 evidencia que o surgimento de rendas diferenciais está relacionado à formação de preços eficientes, isto é, preços que induzem a uma produção correspondente à demanda, com a minimização do custo em trabalho e a maximização da produção em termos monetários nas condições técnicas vigentes. Nos próximos parágrafos procuramos demonstrar que essa relação pode ser formalizada por meio de um modelo baseado na teoria da renda diferencial de Marx elaborado por meio da programação linear.

O modelo que será apresentado procura abranger os processos de formação de preços e, até certo ponto, de acumulação de capital a partir de uma generalização da teoria marxista da renda diferencial, formalizada por meio da programação linear. O uso desta aplicação da álgebra linear, desenvolvida mais de 50 anos após a morte de Marx, se justifica porque a teoria da renda diferencial de Ricardo, adotada e aperfeiçoada por Marx, é baseada em um cálculo à margem, isto é, considerando que não é a produtividade média do trabalho, mas a produtividade marginal, decorrente do diferencial de produtividade provocado pela heterogeneidade das condições técnicas ou naturais de produção, que é importante para a

definição dos preços. É interessante salientar que na modelagem da teoria da renda diferencial de Marx aqui proposta o trabalho não é considerado como um simples recurso disponível (pois figura em uma função a ser minimizada) e os meios de produção gerados pelo trabalho são variáveis endógenas, cujas quantidades não são “dadas” e, portanto, não são passíveis de, por si só, gerar rendas diferenciais, pois sua quantidade será sempre determinada de forma a satisfazer a sua demanda provocada pela geração de produtos de consumo final. Por isto, o modelo não fornece resultados referentes à produtividade marginal em produto do trabalho e do capital (meios de produção em propriedade dos capitalistas) tal como na teoria neoclássica da repartição da produção<sup>31</sup>. Ao contrário, o modelo proposto não traz implicitamente qualquer mecanismo de distribuição da produção entre trabalhadores e capitalistas, o que, aliás, não prejudica sua coerência com a teoria marxista na medida em que, segundo esta, o processo fundamental que preside tal repartição é a luta de classes. De acordo com a teoria marxista, é o resultado dos conflitos entre as classes sociais, notadamente entre proprietários (capitalistas) e não proprietários (assalariados) dos meios de produção, que determina a repartição da produção, condicionando, assim, os processos econômicos, e não o contrário, o que é plenamente compatível com o modelo proposto. Neste sentido, fica claro que a rejeição generalizada da aplicação do cálculo à margem pelos marxistas é totalmente contraditória com a forma como o próprio Marx o utilizou, embora sem formalizá-lo matematicamente e, provavelmente, de maneira inconsciente.<sup>32</sup>

O modelo proposto neste ensaio foi elaborado a partir de uma formulação desenvolvida originalmente por Victor Vasselievich Novozhilov.<sup>33</sup> Como um dos representantes da escola marginalista dos economistas matemáticos soviéticos, Novozhilov participou intensamente dos debates que ocorreram após a morte de Stálin sobre a aplicação da teoria marxista do valor na reforma do sistema de planificação da URSS.<sup>34</sup>

Uma das principais questões que se colocava no quadro desses debates era a eficiência dos investimentos, cuja rápida diminuição era um dos mais graves problemas da economia soviética. O modelo de Novozhilov, centrado nessa questão, não distingue os meios de

31 GUERRIEN, B. *La théorie néo-classique. Bilan et perspectives du modèle d'équilibre général*. Paris : Économica, 1989, 1983, p. 275.

32 Apesar de que, curiosamente, Marx conhecia em profundidade o cálculo diferencial, com o qual o cálculo à margem está diretamente relacionado. Sobre os conhecimentos de matemática de Marx ver os seus manuscritos dedicados a este campo reunidos por Alain Alcouffe em MARX, K.; ALCOUFFE A. *Les manuscrits mathématiques de Karl Marx*. Paris: Economica, 1985.

33 NOVOZHILOV, V. V. *Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning*. New York, White Plans (NY): International Arts and Sciences Press, 1970, p. 310-312.

34 LAVIGNE, M. *Les économies socialistes soviétiques et européennes*. Paris: Armand Colin, 1979, p. 284.

produção gerados pelo trabalho em relação aos recursos naturais, embora o autor reconheça que os preços atribuídos aos meios de produção quando estes são recursos naturais estão relacionados a rendas diferenciais.<sup>35</sup> No modelo apresentado neste ensaio os meios de produção gerados pelo trabalho e os recursos naturais são representados de forma distinta, sendo os primeiros por variáveis endógenas, e os segundos por variáveis exógenas.

Neste modelo, o problema primal é formulado a partir das riquezas e dos processos produtivos empregados para transformá-las. A partir dele são definidas as técnicas e as quantidades de produto que minimizam o trabalho, de forma a satisfazer a demanda de produtos de consumo final considerando os meios de produção necessários gerados pelo trabalho e a disponibilidade de recursos naturais. Este problema primal é formalizado como,

$$\text{Função objetivo: minimizar } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x \quad (1.41)$$

Sujeito às restrições

$$\sum q_i^l \geq D_i \quad (1.42)$$

$$\sum k_z^x - \sum a_{iz}^l q_i^l \geq K_z \quad (1.43)$$

$$\sum \sigma_{jz}^x k_z^x \leq R_j \quad (1.44)$$

onde temos,

$c_i^l$  = quantidade (c) de trabalho necessária por unidade do produto (i) com a técnica (l).

$q_i^l$  = quantidade (q) do produto (i) fabricado com a técnica (l).

$c_z^x$  = quantidade (c) de trabalho por unidade de meio de produção (z) gerado com a técnica (x).

$k_z^x$  = quantidade (k) do meio de produção (z) gerado com a técnica (x).

$D_i$  = quantidade demandada (D) de produto (i).

$K_z$  = quantidade (K) do meio de produção (z) excedente para reprodução ampliada (reprodução simples  $K = 0$ )

$a_{iz}^l$  = quantidade (a) do meio de produção (z) necessária para produzir uma unidade do produto (i) com a técnica (l).

$\sigma_{jz}^x$  = quantidade ( $\sigma$ ) de recurso natural (j) necessário para a produção do meio de produção (z) com a técnica (x).

$R_j$  = quantidade máxima (R) a ser utilizada do recurso natural (j).

35 NOVOZHILOV, V. V. **Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning**. New York, White Plains (NY): International Arts and Sciences Press, 1970, p. 322.

O problema dual é formulado de maneira a obter, a partir do problema primal, as condições monetárias que lhe são correspondentes. Assim, a partir do problema dual são definidos os preços dos produtos de consumo final, dos meios de produção gerados pelo trabalho e dos recursos naturais, que maximizam o valor agregado monetário, considerando a demanda de produtos, a disponibilidade de recursos e as condições técnicas de produção. Ele é formulado como,

$$\text{Função objetivo: maximizar } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (1.45)$$

Sujeito às restrições

$$p_i - \sum a_{iz}^l \beta_z \leq c_i^l \quad (1.46)$$

$$\beta_z - \sum \sigma_{jz}^x r_j \leq c_z^x \quad (1.47)$$

onde, além das variáveis do problema primal, já descritas, temos,

$p_i$  = preço do produto ( $i$ ).

$\beta_z$  = preço do meio de produção ( $z$  - gerado pelo trabalho).

$r_j$  = preço do recurso natural ( $j$ ).

É interessante precisar que, rigorosamente, ( $r_j$ ) corresponde a renda por unidade de produto e não a um preço propriamente dito. Isto porque ( $r_j$ ) só pode intermediar trocas no circuito econômico de forma indireta, por meio da sua incorporação ao preço do recurso ao qual já foi aplicado trabalho para a sua extração ou utilização a partir da natureza. Em outras palavras, a renda originada do diferencial de trabalho provocado pela escassez do recurso integra-se ao circuito econômico por meio da sua adição ao trabalho diretamente aplicado para a sua extração (ou ao produto da atividade que o utiliza, como no caso da agricultura). Neste sentido, apenas o recurso já extraído da natureza possui um preço propriamente dito, o qual se compõe do trabalho aplicado e de rendas.

De acordo com o teorema da dualidade, com as soluções ótimas temos,

$$\text{mínimo } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x = \text{máximo } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (1.48)$$

Esta expressão é equivalente à equação mostrada na expressão 38, descrita novamente abaixo,

$$c_t = m_t - r_d$$

onde,

$$m_t = \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z$$

$$r_d = \sum R_j r_j$$

e, considerando a expressão 41, reproduzida abaixo,

$$c_t = \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x$$

fica demonstrado que a expressão 38, segundo à qual, o custo total de um produto corresponde ao trabalho socialmente necessário à sua produção corresponde à expressão 41. Estes resultados são coerentes com a afirmativa de que o valor de uma mercadoria, baseado no trabalho socialmente necessário para produzi-la, é quantitativamente equivalente ao seu custo total de produção. É importante salientar a distinção entre o custo total de produção, mostrado na expressão 41, e o valor monetário total, mostrado na expressão 45, calculado a partir dos preços correspondentes ao custo marginal de produção, indicado nas expressões 46 e 47. A diferença, conforme a expressão 48, são as rendas diferenciais. No entanto, tais rendas se originam pelo acréscimo de trabalho provocado pela necessidade de produzir em condições em que a produtividade do trabalho é menor, dada a impossibilidade da produção nas condições de maior produtividade satisfazer à demanda. A origem da renda diferencial, portanto, é o trabalho que, assim, é a única fonte do valor e o único elemento para a definição dos preços.

É interessante ressaltar que o tempo de trabalho expresso no modelo corresponde ao trabalho diretamente aplicado na produção, ou seja, o trabalho “vivo”, na medida em que o modelo abarca toda a cadeia de produção e as suas ramificações, incluindo, portanto, os meios de produção e os recursos naturais empregados para a sua geração. Em outras palavras, o modelo possui um caráter macroeconômico, na medida em que o tempo de trabalho total da expressão 41 abrange a soma de todos os valores em tempo de trabalho agregados pelos processos produtivos. Outro aspecto do modelo interessante de ser salientado é que os preços calculados para cada produto de consumo final ou meio de produção correspondem ao trabalho diretamente aplicado somado ao valor monetário dos meios de produção (ou seja, ao preço multiplicado pela sua quantidade), conforme pode ser observado pelas expressões 46 e 47. No caso dos recursos naturais, estes adquirem preços sem a aplicação de trabalho para a sua produção, na medida em que eles são obtidos dos sistemas naturais. Neste caso trata-se do recurso natural antes de sofrer qualquer manipulação por um ser humano, inclusive da sua retirada por meio do trabalho do sistema natural que o fornece, pois isto já significaria a

aplicação de trabalho. É importante salientar que o tempo de trabalho considerado na expressão 41 corresponde ao trabalho que seria necessário para a produção nas condições vigentes no presente. Este ponto é importante de ser salientado. Em muitos modelos de formação de preços se considera que os meios de produção incluídos no seu cálculo foram gerados no passado (enquanto trabalho “morto”). Isto gera complicados cálculos para determinar tais preços, procurando para tanto levar em conta as diferenças geradas ao longo do tempo entre valores e preços provocadas pela equalização das taxas de lucro.<sup>36</sup> Este procedimento nos parece inadequado. São as necessidades de trabalho, dadas as condições de produção (técnicas e a disponibilidade de recursos, por exemplo), atuais, e não as do passado, que determinam os preços. Enfim, é interessante observar que o modelo permite a obtenção dos preços a partir da geração de excedentes de meios de produção, os quais são necessários para, nos ciclos de produção seguintes, assegurar o aumento da quantidade de produtos de consumo, conforme indica a expressão 43. Isto proporciona um caráter, até certo ponto, dinâmico ao modelo, pois o mesmo permite considerar que os meios de produção devem ser gerados antes que eles possam ser empregados para aumentar a quantidade dos produtos de consumo. No caso em que o sistema econômico modelado encontra-se em reprodução simples (estado estacionário) as variáveis exógenas do vetor ( $K$ ) que figuram nas expressões 43 e 45 assumem valor nulo, indicando que os meios de produção gerados pelo trabalho apenas repõem os que são consumidos nos processos de produção, sem aumento da sua acumulação.

Neste ponto é importante salientar a diferença fundamental existente entre o processo de otimização global, macroeconômico, descrito pelo modelo, e os processos microeconômicos de otimização, observados nas unidades de produção capitalistas. A diferença é que o lucro apropriado pelo capitalista corresponde a uma parte do valor agregado na unidade de produção, o qual só pode ser definido a partir dos salários pagos aos trabalhadores e dos preços dos meios de produção. Como discutido no parágrafo anterior, globalmente, considerando o conjunto das atividades, a função objetivo do problema primal do modelo não exprime um valor “agregado” a um valor preexistente, mas o valor total em tempo de trabalho requerido para a reprodução do sistema em determinada unidade de tempo, ao qual, como expressa a função objetivo do problema dual, corresponde o valor monetário total obtido a partir dos preços de todos os produtos e recursos naturais determinados simultaneamente. Portanto, mais uma vez salientamos que é apenas a partir do processo

---

36 Como propõe Sraffa, P. **Production of commodities y means of commodities. Prelude to a critique of economic theory.** Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960], p 40-47.



global de produção que os preços podem ser determinados, o que exclui lucros e salários deste processo. Assim, a reorientação dos investimentos pelos capitalistas realizada no intuito de maximizar o lucro, o que tenderia a levar as taxas de lucro à equalização, só pode ocorrer a partir de preços já formados, dada certa correlação de forças entre capitalistas e trabalhadores que determina a repartição do valor agregado. Neste sentido, a equalização das taxas de lucro não pode ocorrer a partir de um processo global de formação dos preços, na medida em que os lucros, assim como os salários, não podem ser determinados apenas a partir das condições técnicas de produção, possuindo, assim, uma natureza microeconômica, na medida em que só podem ser determinados a partir de preços já formados. É interessante observar que o próprio Marx faz referência a este problema no que ele denominava de “economia vulgar”, afirmando que, nesta última,

“consiste igualmente numa contradição, um círculo vicioso, do movimento efetivo, o fato que, de um lado, o preço das mercadorias determina o salário, a renda e os juros, de outro, o preço do juro, da renda e do salário determinam o preço das mercadorias.”<sup>37</sup>

Retornando à análise das curvas de oferta, a discussão do modelo de programação linear demonstra que o custo total de produção, o valor monetário total e as rendas diferenciais fornecidos pelo modelo correspondem aos obtidos a partir de uma curva deste tipo. Para ilustrar este resultado foram elaborados três exemplos numéricos, um relativo à renda diferencial I, outro mais relacionado à renda diferencial II, tal como proposto por Marx e o terceiro modelo mais geral, elaborado para facilitar a análise da relação dos seus resultados com o estudo das condições de reprodução social. Estes modelos são apresentados a seguir.

O primeiro modelo foi elaborado a partir de um modelo semelhante ao descrito pela expressão 39, mas considerando técnicas discretas, com o coeficiente ( $b$ ) igual à unidade. Considera-se que um produto de consumo final pode ser produzido a partir de dez técnicas, cada qual podendo gerar até uma unidade de produto. As técnicas aplicadas diretamente para a fabricação do produto de consumo final exigem quantidades crescentes de trabalho, sendo que a fabricação de uma unidade de produto final exige uma unidade do meio de produção, cuja geração requer duas unidades de trabalho.

O problema primal do modelo é descrito como,

---

37 MARX, K. O rendimento e suas fontes – A economia vulgar. In: MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos**. (Coleção Os Pensadores, seleção de textos de José Arthur Giannotti), São Paulo: Abril Cultural, 1978 [1862], p. 296.

$$\text{Minimizar } q_1 + 2 q_2 + 3 q_3 + 4 q_4 + 5 q_5 + 6 q_6 + 7 q_7 + 8 q_8 + 9 q_9 + 10 q_{10} + 2 k \quad (1.49)$$

Sujeito às restrições

$$dpc) \quad q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} \geq D \quad (1.50)$$

$$dmp) \quad q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} - k \leq 0 \quad (1.51)$$

$$c1) \quad q_1 \leq 1 \quad (1.52)$$

$$c2) \quad q_2 \leq 1 \quad (1.53)$$

$$c3) \quad q_3 \leq 1 \quad (1.54)$$

$$c4) \quad q_4 \leq 1 \quad (1.55)$$

$$c5) \quad q_5 \leq 1 \quad (1.56)$$

$$c6) \quad q_6 \leq 1 \quad (1.57)$$

$$c7) \quad q_7 \leq 1 \quad (1.58)$$

$$c8) \quad q_8 \leq 1 \quad (1.59)$$

$$c9) \quad q_9 \leq 1 \quad (1.60)$$

$$c10) \quad q_{10} \leq 1 \quad (1.61)$$

onde as variáveis são,

$q_i$  = quantidade ( $q$ ) do produto de consumo fabricado com a técnica ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a  $10$ ;

$k$  = quantidade ( $k$ ) do meio de produção necessário para fabricar o produto de consumo;

$D$  = variável exógena que exprime a demanda total do produto de consumo.

E quanto às restrições,

$dpc$  = quantidade a ser produzida por meio cada técnica para satisfazer a demanda ( $D$ ) do produto de consumo;

$dpm$  = definição da quantidade do meio de produção;

$c_i$  = condição de produção que limita a quantidade de produto de consumo fabricado com a técnica ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a  $10$ .

A partir do problema primal obtém-se o problema dual que fornece os preços e as rendas diferenciais que maximizam o valor monetário. O problema dual é descrito como,

$$\text{Maximizar } D pq - 0 pk - rc_1 - rc_2 - rc_3 - rc_4 - rc_5 - rc_6 - rc_7 - rc_8 - rc_9 - rc_{10} \quad (1.62)$$

sujeito às restrições

$$pqkrc_1) \quad pq - pk - rc_1 \leq 1 \quad (1.63)$$

$$pqkrc_2) \quad pq - pk - rc_2 \leq 2 \quad (1.64)$$

$$pqkrc_3) \quad pq - pk - rc_3 \leq 3 \quad (1.65)$$

$$pqkrc_4) \quad pq - pk - rc_4 \leq 4 \quad (1.66)$$

$$pqkrc_5) \quad pq - pk - rc_5 \leq 5 \quad (1.67)$$

$$pqkrc_6) \quad pq - pk - rc_6 \leq 6 \quad (1.68)$$

$$pqkrc_7) \quad pq - pk - rc_7 \leq 7 \quad (1.69)$$

$$pqkrc_8) \quad pq - pk - rc_8 \leq 8 \quad (1.70)$$

$$pqkrc_9) \quad pq - pk - rc_9 \leq 9 \quad (1.71)$$

$$paker10) \quad pq - pk - rc_{10} \leq 10 \quad (1.72)$$

$$lpk) \quad pk \leq 2 \quad (1.73)$$

onde as variáveis são,

$pq$  = preço do produto de consumo;

$pk$  = preço do meio de produção;

$rc_i$  = renda diferencial proporcionada pela limitação da quantidade do produto de consumo gerada com a técnica ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a 10.

E quanto às restrições,

$pqkrc_i$  = ligação entre o preço do produto de consumo, o preço do meio de produção e a técnica ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a 10;

$lpk$  = limitação do preço do meio de produção ao trabalho necessário para a sua fabricação.

O modelo foi formulado de maneira a fornecer soluções triviais. No problema primal o número de técnicas na base ótima corresponde ao montante da demanda, na medida em que cada técnica pode gerar no máximo uma unidade de produto. No problema dual o preço do produto de consumo final corresponde à demanda em números inteiros, acrescida do preço do meio de produção. Como as técnicas são discretas, a curva de oferta possui a forma de uma “escada”, o que indica que, se a quantidade a ser ofertada for um número fracionário, o preço será o número inteiro subsequente ao da quantidade demandada acrescido de 2 unidades, correspondentes ao preço do meio de produção.

Foi considerada uma demanda de 6,4 unidades físicas de produto de consumo final, sendo obtido o preço de 9 unidades monetárias pela solução do problema dual. Cada uma das técnicas de 1 a 6 produz uma unidade de produto de consumo final, com a técnica 7 produzindo 0,4 unidades, requerendo um total de 6,4 unidades do meio de produção. O cálculo detalhado do custo total, do valor monetário total e das rendas diferenciais é mostrado na tabela 7. Conforme esta tabela, o custo total de 36,6 unidades de trabalho, fornecido pela solução do problema primal, corresponde ao valor agregado de 36,6 unidades fornecido pela solução do problema dual, obtido a partir do valor monetário total de 57,6 unidades menos as 21 unidades de rendas diferenciais.

Tabela 1 7: Custos em tempo de trabalho, valor monetário total, rendas diferenciais e valor agregado obtidos a partir de uma demanda de 6,4 unidades físicas.

Produto e técnica	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	k	Total
Produção/técnica	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	6,4	
Custo (em trabalho)	1	2	3	4	5	6	2,8	0	0	0	12,8	36,6
Valor monetário total produção (quantidade x preço, exceto k)	9	9	9	9	9	9	3,6	0	0	0	26	57,6
Renda diferencial (diferença de produtividade em relação à técnica menos produtiva)	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0		21
Valor agregado (valor monetário total - rendas diferenciais)	3	4	5	6	7	8	3,6	0	0	0		36,6

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos resultados da tabela 7 foi elaborada a figura 4, que mostra a curva de oferta com o valor monetário total ( $m_t$ ), o custo total ( $c_t$ ) e as rendas diferenciais ( $r_d$ ). Salientamos, mais uma vez, que a renda diferencial origina-se do acréscimo de trabalho provocado pela necessidade de produzir em condições menos favoráveis, devido à impossibilidade da produção na condição mais favorável de satisfazer à demanda. A origem da renda diferencial, portanto, é o trabalho, o qual é a única fonte do valor e o único elemento que, em última instância, define os preços. Assim, a natureza marginal dos preços não implica em qualquer contestação da teoria do valor de Marx.

Na tabela 8 são apresentados os resultados econômicos proporcionados por uma jornada de trabalho de 8 horas utilizando cada uma das técnicas disponíveis, a partir do exemplo de aplicação do modelo. Como pode ser observado na penúltima linha da tabela 8, o emprego das técnicas (1 a 7), relacionadas a determinação de preços eficientes (doravante denominadas simplesmente de técnicas eficientes) agrega um valor monetário equivalente ao trabalho aplicado, enquanto que as técnicas não eficientes proporcionam um valor monetário inferior à quantidade de trabalho aplicada. Neste caso, portanto, os preços levariam os produtores a adotar técnicas eficientes, de forma equilibrada.

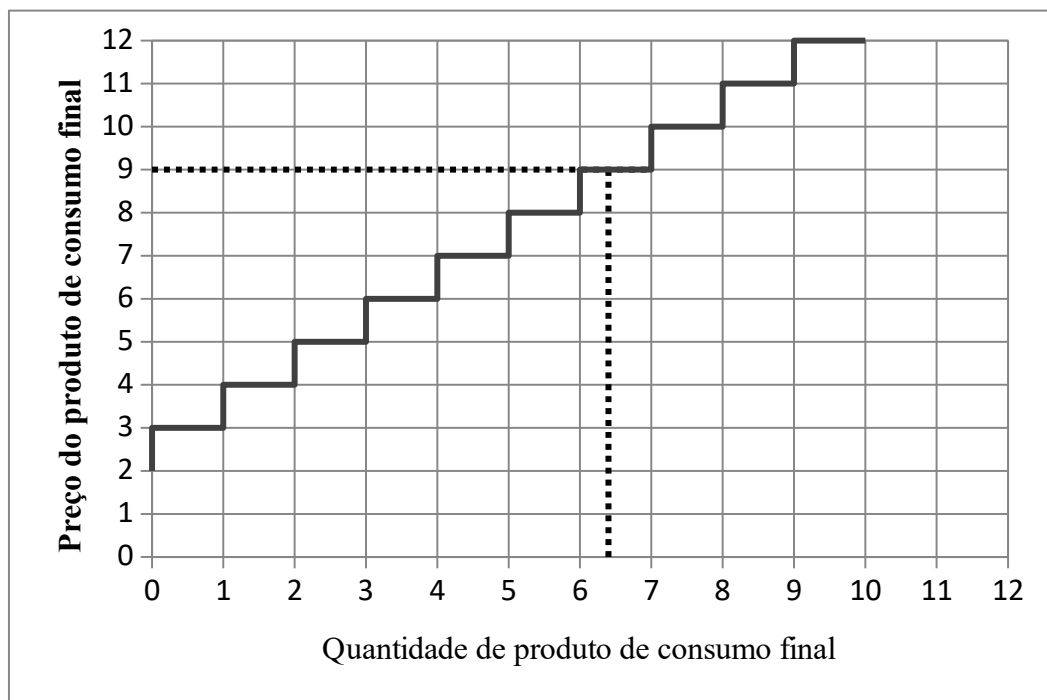


Figura 1.3: Curva de oferta, com o valor monetário total ( $m_t$ ), o custo total de produção ( $c_t$ ) e as rendas diferenciais ( $r_d$ ) obtidos a partir do exemplo da aplicação do modelo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Por outro lado, como neste modelo as rendas surgem diretamente em função das condições técnicas em que o produto de consumo final é gerado (e não devido às do meio de produção) os agentes econômicos que empregam técnicas eficientes, dependendo das relações de propriedade vigentes, podem se apropriar das rendas diferenciais auferindo um valor monetário superior à quantidade de trabalho aplicada, como mostra a última linha da tabela 8.

Tabela 1 8: Valor agregado por uma jornada de 8 unidades de tempo de trabalho, com os preços sendo definidos a partir de uma demanda de 6,4 unidades físicas.

Produto e técnica	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	k
Produção	8	4	2,667	2	1,6	1,333	1,143	1	0,889	0,8	4
Valor da produção	72	36	24	18	14,4	12	10,29	9	8	7,2	8
Valor meio de produção aplicado	16	8	5,333	4	3,2	2,667	2,286	2	1,778	1,6	
Renda diferencial	48	20	10,67	6	3,2	1,333	0	0	0	0	0
Valor agregado	8	8	8	8	8	8	8	7	6,222	5,6	8
Valor agregado + renda	56	28	18,67	14	11,2	9,333	8	7	6,222	5,6	8

Fonte: elaborado pelo autor.

O segundo exemplo numérico apresentado, algo mais complexo, é baseado na renda diferencial II de Marx. Neste modelo, 9 técnicas podem ser empregadas para a fabricação de um produto de consumo final, proporcionando diferentes produtividades do trabalho. Cada técnica exige uma quantidade específica de um meio de produção obtido a partir da extração de um recurso natural. O problema primal, que fornece as quantidades a serem produzidas pelas técnicas eficientes, foi formalizado como,

$$\text{Minimizar } q_1 + 2 q_2 + 3 q_3 + 4 q_4 + 5 q_5 + 6 q_6 + 8 q_7 + 9 q_8 + 10 q_9 + 0.001 k \quad (1.74)$$

Sujeito às restrições

$$dpf) \quad q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 \geq D \quad (1.75)$$

$$dmdp) - 200 q_1 - 95 q_2 - 60 q_3 - 40 q_4 - 30 q_5 - 20 q_6 - 10 q_7 - 7 q_8 - 5 q_9 + k \geq K \quad (1.76)$$

$$drn) \quad k \leq 2000 \quad (1.77)$$

onde

$q_i$  = produtos de consumo final fabricado com a técnica ( $i$ ); sendo  $i = 1$  a  $9$

$D$  = variável exógena que exprime a demanda total do produto de consumo.

$k$  = meio de produção

$K$  = variável exógena que exprime o excedente do meio de produção para o crescimento.

Quanto às restrições,

$dpf$  = demanda de produtos finais

$dmdp$  = demanda do meio de produção

$drn$  = demanda do recurso natural

O problema dual, que fornece os preços, é definido como,

$$\text{Maximizar } D pq + K pk - 2000 rn \quad (1.78)$$

Sujeito às restrições

$$q1) pq - 200 pk \leq 1 \quad (1.79)$$

$$q2) pq - 95 pk \leq 2 \quad (1.80)$$

$$q3) pq - 60 pk \leq 3 \quad (1.81)$$

$$q4) pq - 40 pk \leq 4 \quad (1.82)$$

$$q5) pq - 30 pk \leq 5 \quad (1.83)$$

$$q6) pq - 20 pk \leq 6 \quad (1.84)$$

$$q7) pq - 10 pk \leq 8 \quad (1.85)$$

$$q8) pq - 7 pk \leq 9 \quad (1.86)$$

$$q9) pq - 5 pk \leq 10 \quad (1.87)$$

$$k) \quad pk - rn \leq 0.001 \quad (1.88)$$

onde  $(pq)$ ,  $(pk)$  e  $(rn)$ , são, respectivamente, o preço do produto de consumo final, do meio de produção e do recurso natural.

Não foi considerada a necessidade de alteração antecipada da quantidade do meio de produção (ou seja,  $K = 0$ ). Como o meio de produção se constitui apenas em uma transformação do recurso natural, cuja quantidade é fixa, a quantidade produzida de meio de produção não se altera. Isto pode ser constatado por meio dos resultados obtidos com a solução do modelo, como mostrado na figura 5. É interessante observar que, de acordo com a curva de oferta mostrada na figura 5, o custo em tempo de trabalho do recurso natural é nulo, na medida em que o seu preço aumenta sem aumentos da quantidade ofertada. Assim, o seu preço é formado exclusivamente pelas rendas diferenciais. Quanto ao meio de produção, como mostra a expressão 77, o seu custo em tempo de trabalho é de 0,001 unidades de trabalho, sendo o seu preço formado pelo preço do recurso natural acrescido do tempo de trabalho para a sua produção, o que o torna indistinguível visualmente do preço do recurso natural na figura 5. Como o meio de produção é formado apenas a partir do recurso natural, a sua oferta também não se altera com o aumento do seu preço.

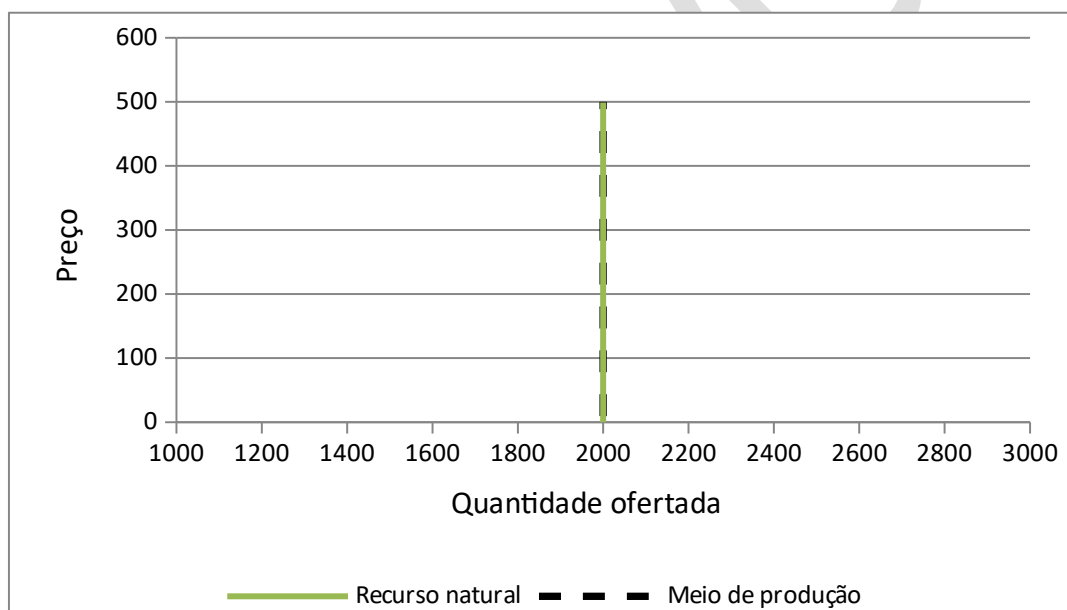


Figura 1.4: Curva de oferta do recurso natural e do meio de produção gerado a partir dele.  
Fonte: elaborado pelo autor.

A curva de oferta do produto de consumo final obtida a partir da solução do modelo é apresentada na figura 6. O valor monetário total, o custo total em trabalho e o total das rendas diferenciais, correspondentes à curva de oferta mostrada na figura 6 são respectivamente de 5.000, 4.002 e 998 unidades monetárias. É interessante salientar que, como no exemplo anterior, a oferta mostrada na figura 6 aumenta por degraus devido ao caráter discreto das

técnicas. É interessante observar, também, que cada aumento de um desses “degraus” corresponde a uma mudança da base ótima, o que implica que os preços só se alteraram quando houve uma mudança qualitativa na combinação das técnicas, permanecendo inalterados diante do simples aumento da produção.

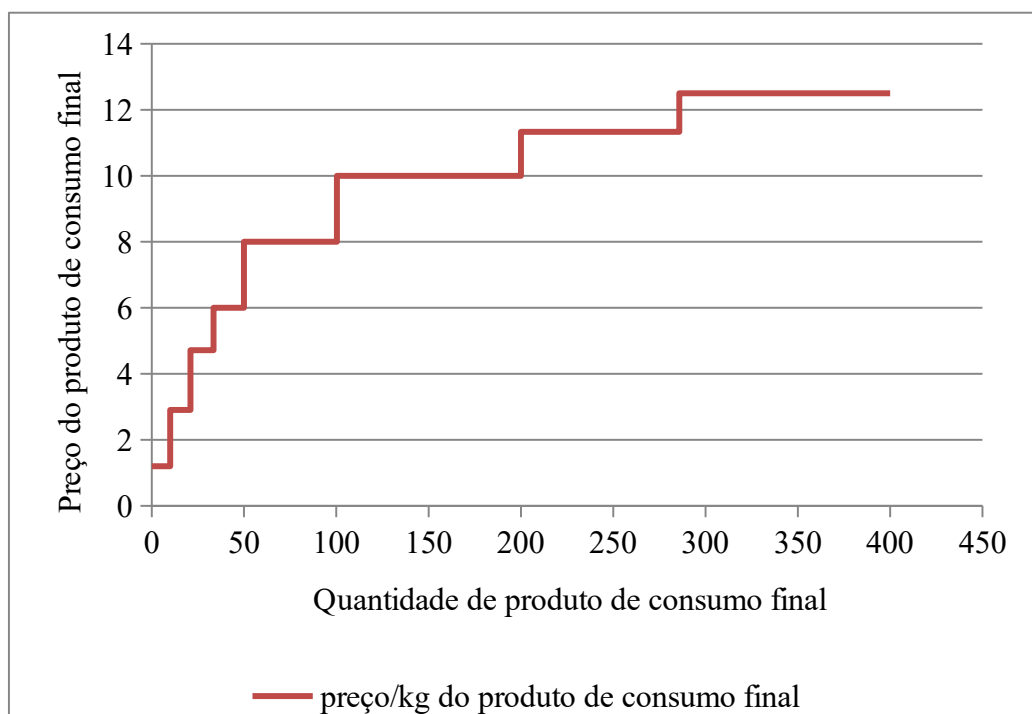


Figura 1.5: Curva de oferta obtida a partir da solução do modelo de renda diferencial II.  
Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos resultados do modelo foi elaborada a tabela 9 que mostra a geração de valor agregado por cada técnica que seria obtido pela aplicação de 8 unidades de tempo de trabalho, independentemente da sua eficiência, a partir dos preços determinados por uma demanda do produto de consumo final de 260 unidades físicas.



Tabela 1 9: Resultados econômicos obtidos a partir da aplicação de 8 unidades de tempo de trabalho, considerando os preços obtidos com uma demanda do produto final de 260 unidades físicas.

Produto e técnica	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	k
Produção	8,00	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,00	0,89	0,80	8.000
Valor da produção	90,67	45,33	30,22	22,67	18,13	15,11	11,33	10,07	9,07	2.666,67
Valor meio de produção aplicado	533,33	126,67	53,33	26,67	16,00	8,89	3,33	2,07	1,33	
Renda diferencial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.658,67
Valor agregado	-442,67	-81,33	-23,11	-4,00	2,13	6,22	8,00	8,00	7,73	8,00
Valor agregado + renda	-442,67	-81,33	-23,11	-4,00	2,13	6,22	8,00	8,00	7,73	2.666,67

Fonte: elaborado pelo autor.

Como pode ser observado na tabela 9 apenas as produções realizadas com as técnicas ( $q_7$ ) e ( $q_8$ ), que compõem a base ótima, assim como as realizadas para a obtenção dos meios de produção, agregam um valor monetário equivalente às 8 unidades de tempo de trabalho. A aplicação das demais técnicas implica em uma agregação de valor menor do que o tempo de trabalho, o que indica que estas são ineficientes. Além disto, quanto mais distante das técnicas eficientes, menor é o valor agregado proporcionado por uma técnica, sendo que algumas chegariam a proporcionar um valor agregado negativo se fossem empregadas.

Um resultado importante mostrado na tabela 9 é que apenas a geração de meios de produção provoca o surgimento de renda, o que, aliás, permitiria aos seus produtores uma alta remuneração caso se apropriassem desta renda. É isto que explica que o preço do meio de produção possa aumentar sem alteração das condições técnicas nas quais são geradas (e, portanto, da produtividade do trabalho a elas relacionadas). A mesma explicação aplica-se aos recursos naturais.

É este fenômeno, aliado ao surgimento das rendas diferenciais de tipo I que surgem apenas quando há restrições diretas exercidas sobre as condições técnicas, que provavelmente deu origem a crença de que as rendas diferenciais não influenciam a formação dos preços de produtos que não dependem diretamente de recursos naturais. No entanto, a curva de oferta mostrada na figura 6 mostra claramente que o preço do produto de consumo final não pode ser dissociado da geração de rendas, mesmo que para produzi-lo não sejam utilizados recursos naturais não transformados anteriormente por meio de outras atividades econômicas.

Estes resultados proporcionam uma percepção diversa da formação de preços. Basta olharmos a nossa volta para constataremos que é muito difícil encontrar um produto que não

dependa de um recurso natural. Em outras palavras, como analisado anteriormente, o processo de trabalho, como relação dos seres humanos com a natureza, não pode ser dissociado dos recursos produzidos pelos sistemas naturais.

O terceiro exemplo numérico foi elaborado considerando três meios de produção para permitir uma análise mais clara das relações que ocorrem entre o processo de formação de preços e as condições de reprodução do sistema econômico. O modelo compreende dois produtos de consumo final e três meios de produção, sendo que apenas um destes últimos utiliza-se diretamente de um recurso natural. A mesma quantidade de um dos meios de produção pode ser utilizada indistintamente para a produção de qualquer um dos dois produtos de consumo final, o que caracteriza uma forma de produção conjunta. Exceto para este meio de produção, cada produto de consumo final ou meio de produção pode ser gerado por duas técnicas distintas. O problema primal do modelo foi formulado como,

$$\text{Minimizar } 2 a_1 + 15 a_2 + 10 b_1 + 40 b_2 + k_1 + 3 k_2 + z_1 + 2 z_2 + f \quad (1.89)$$

Sujeito às restrições

$$da) \quad a_1 + a_2 \quad \geq D_a \quad (1.90)$$

$$db) \quad b_1 + b_2 \quad \geq D_b \quad (1.91)$$

$$dk) \quad -5 a_1 - 2 a_2 - 10 b_1 - 3 b_2 + k_1 + k_2 - 0,04 z_1 - 0,04 z_2 - 0,02 f \geq K \quad (1.92)$$

$$dz) \quad -a_1 - a_2 - b_1 - b_2 - 2 k_1 - k_2 + z_1 + z_2 \geq Z \quad (1.93)$$

$$dfa) \quad -a_1 - a_2 + f \geq F \quad (1.94)$$

$$dfb) \quad -b_1 - b_2 + f \geq F \quad (1.95)$$

$$drn) \quad 4 z_1 + z_2 \leq R \quad (1.96)$$

onde, (a) e (b) são produtos de consumo final que, cada um, podem ser produzidos a partir de duas técnicas. O mesmo ocorre para os meios de produção (k) e (z), sendo que (z) é uma atividade que utiliza diretamente um recurso natural, cuja disponibilidade é representada pela variável exógena (R). O meio de produção (f) é produzido por meio de apenas uma técnica, gerando os produtos de consumo final como uma produção conjunta. As variáveis (K), (Z) e (F) também são exógenas, mas apresentam valores não nulos apenas no caso em que o modelo for utilizado para analisar as condições para o crescimento econômico, isto é, em que o sistema encontra-se em reprodução ampliada. No caso de reprodução simples, como no analisado aqui, as quantidades de meios de produção geradas e consumidas por ciclo de produção se anulam. Os valores das variáveis exógenas relativas ao recurso natural e aos meios de produção foram mantidos constantes. Já as quantidades das variáveis exógenas ( $D_a$ ) e ( $D_b$ ) foram progressivamente elevadas para que a análise do efeito desta elevação pudesse ser analisada. No que diz respeito às restrições, estas exprimem as demandas de produtos

finais, meios de produção e do recurso natural, com esta última exprimindo, no seu lado direito, a disponibilidade do mesmo.

O problema dual do modelo foi formulado como,

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } D_a pa + D_b pb - K pk - F pfa - F pfb - Z pz - R pr \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned} \quad (1.97)$$

$$a_1) \quad pa \quad - 5 pk - pfa \quad - pz \quad \leq 2 \quad (1.98)$$

$$a_2) \quad pa \quad - 2 pk - pfa \quad - pz \quad \leq 15 \quad (1.99)$$

$$b_1) \quad pb - 10 pk \quad - pfb - pz \quad \leq 10 \quad (1.100)$$

$$b_2) \quad pb - 3 pk \quad - pfb - pz \quad \leq 40 \quad (1.101)$$

$$k_1) \quad pk \quad - 2 pz \quad \leq 1 \quad (1.102)$$

$$k_2) \quad pk \quad - pz \quad \leq 3 \quad (1.103)$$

$$z_1) \quad - 0.04 pk \quad + pz \quad - 4 pr \leq 1 \quad (1.104)$$

$$z_2) \quad - 0.04 pk \quad + pz \quad - pr \leq 2 \quad (1.105)$$

$$f) \quad - 0.02 pk + pfa + pfb \quad \leq 1 \quad (1.106)$$

onde  $(pa)$ ,  $(pb)$ ,  $(pk)$ ,  $(pz)$  e  $(pr)$  são, respectivamente, os preços dos produtos de consumo final  $(a)$  e  $(b)$ ; dos meios de produção  $(z)$ ,  $(k)$ ,  $(pfa)$  e  $(pfb)$ ; e do recurso natural  $(rn)$ . É interessante observar que o preço do meio de produção  $(f)$  é determinado pelo produto de consumo final que o demanda em maior quantidade. Assim, um dos preços  $(pfa)$  ou  $(pfb)$  é nulo.

As curvas de oferta dos produtos de consumo final obtidas a partir de um aumento progressivo das quantidades demandadas é mostrada na figura 6. A demanda inicial do produto  $(a)$  foi de 70 unidades físicas e do produto  $(b)$  de 30 unidades físicas.

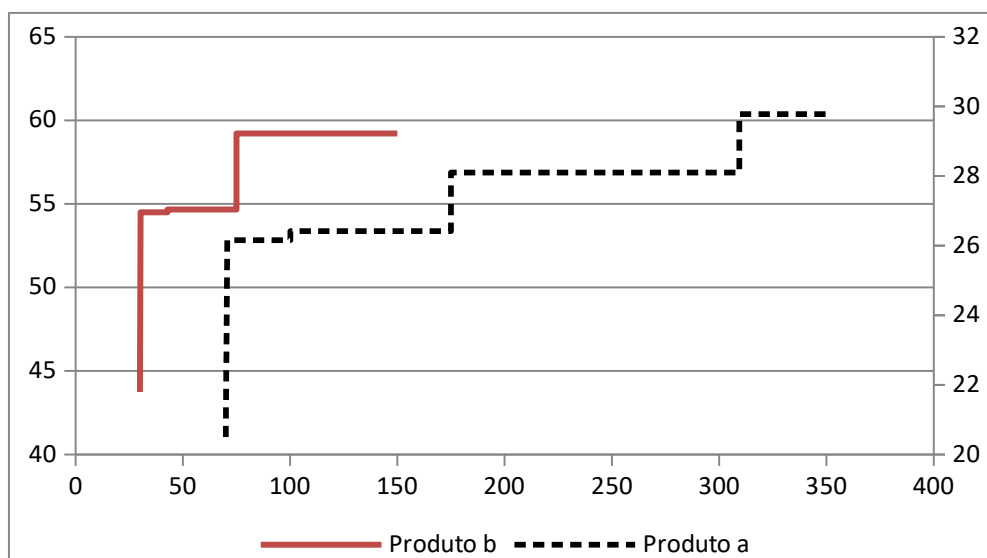


Figura 1.6: Curva de oferta dos produtos finais.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como são consideradas apenas duas alternativas técnicas para cada produto, as curvas de oferta são bastante simples. Elas mostram, porém, com clareza a presença de rendas diferenciais na formação dos preços, as quais representam as áreas acima das curvas limitadas pelas quantidades mínima e máxima.

Já em relação aos meios de produção gerados pelo trabalho, as curvas de oferta são mais complexas, como mostra a figura 7.

Como mostram as expressões 98 e 99 do problema primal, os coeficientes que definem a demanda de ( $f$ ) por unidade das variáveis ( $a_1$ ) e ( $a_2$ ) são iguais à unidade. O mesmo ocorre com as variáveis ( $b_1$ ) e ( $b_2$ ). Assim, as mudanças de base relativas às mudanças de técnica dos produtos de consumo final não alteram a proporção da demanda de ( $f$ ) em relação a essas variáveis. Por esta razão os preços do meio de produção ( $f$ ) aumentam de forma crescente com a quantidade ofertada, indicando a influência de rendas diferenciais, como esperado. Esta influência pode ser observada na figura 7.

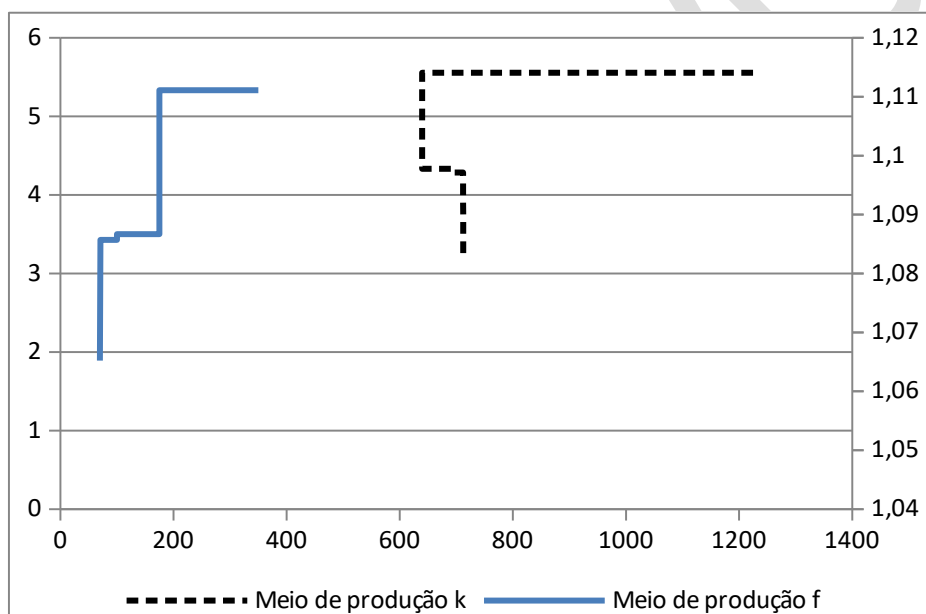


Figura 1.7: Curvas de oferta dos meios de produção gerados pelo trabalho.  
Fonte: elaborado pelo autor.

No entanto, no que diz respeito ao meio de produção ( $k$ ), o comportamento da sua curva de oferta é bastante atípico, sendo que a sua quantidade diminui com o aumento da demanda dos produtos ( $a$ ) e ( $b$ ), quando estas são inferiores a 175 unidades do produto ( $a$ ) e a 75 unidades do produto ( $b$ ). Ocorre que é neste intervalo que as técnicas 1, que exigem maiores quantidades do meio de produção ( $k$ ) empregados para a geração dos produtos de

consumo, são substituídas pelas técnicas 2. Por isto, com o aumento da demanda dos produtos de consumo final ( $a$ ), a demanda do meio de produção ( $k$ ) diminui, diminuindo a sua produção. É isto que provoca o comportamento pouco usual da curva de oferta do meio de produção ( $k$ ).

A partir das soluções obtidas do modelo apresentado nas expressões 89 a 106 pode ser elaborado um esquema de reprodução que representa a economia como um sistema social dissipativo, de acordo com a discussão realizada na seção anterior. Assim, a partir das riquezas (quantidades físicas) representadas pelos produtos finais e meios de produção gerados pelo trabalho por meio de técnicas cujas alternativas são explicitadas no modelo, assim como as riquezas representadas pelos recursos naturais, são definidos tanto o valor em tempo de trabalho como o valor monetário, sendo este último determinado pelos preços. O modelo representa, portanto, um esquema de reprodução do sistema econômico muito mais completo do que os adotados pelos marxistas a partir d'O Capital e pelos esquemas neoricardianos inspirados no estudo de Sraffa. Além disto, o modelo não apenas ajusta os preços de acordo com os valores (em trabalho), mas, dadas as quantidades de recursos naturais disponíveis, ele fornece os preços que minimizam o trabalho (isto é, maximizam a sua produtividade) e maximizam o valor monetário. Em suma, o modelo fornece preços eficientes diante das limitações técnicas e de recursos naturais que se colocam ao processo de reprodução social. Enfim, vale salientar também que o modelo representa um processo de reprodução aberto, na medida em que os recursos naturais são riquezas que são introduzidas no sistema do seu exterior para serem transformadas em meios de produção e produtos de consumo final e, após este processo, saírem do sistema econômico. Além disto, é necessário considerar este processo de reprodução como o de um sistema dinâmico, na medida em que as técnicas disponíveis, a demanda de produtos finais e, conseqüentemente, de meios de produção, assim como a disponibilidade de recursos naturais, podem mudar constantemente. Dai a importância de empregar o modelo não para determinar com exatidão o nível das suas variáveis, mas para compreender quais são as suas influências recíprocas de acordo com a variação do nível das variáveis que representam as riquezas e as técnicas disponíveis, e como estas relações podem induzir mudanças nestas variáveis exógenas. Por exemplo, o surgimento de novas técnicas (progresso técnico) de características muito diferentes pode ser induzido dependendo da disponibilidade de recursos naturais. Novas fontes de recursos naturais podem ser descobertas ou viabilizadas economicamente pelo aumento dos preços induzido pela sua

escassez. Excedentes de meios de produção permitem maior consumo de produtos finais, e assim por diante.

Uma solução do modelo será analisada nos próximos parágrafos para mostrar a coerência dos resultados obtidos com as condições de reprodução do sistema econômico. Na tabela 10 é mostrada a reprodução do sistema modelado em termos de riquezas, definidas a partir de uma solução considerando uma demanda de 84 unidades do produto de consumo (*a*) e de 36 unidades do produto de consumo (*b*).

Tabela 10: Reprodução do sistema em termos de riquezas definidas a partir de uma demanda de 84 unidades do produto de consumo (*a*) e 36 unidades do produto de consumo (*b*).

	Recurso natural	Meio de produção <i>z</i>	Meio de produção <i>k</i>	Meio de produção <i>f</i>	Produto total	Tempo de trabalho total
Recurso natural					6099,13	
Meios para a produção de <i>z</i>	6099,13		60,99		1524,78	1524,78
Meios para a produção de <i>k</i>		1404,78			702,39	702,39
Meios para a produção de <i>f</i>			1,68		84	84
Meios para a produção de <i>a</i>		84	420	84	84	168
Meios para a produção de <i>b</i>		36	219,72	0	36	961,2
Totais	6099,13	1524,78	702,39	84		3440,37

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 10, a demanda total de cada meio de produção corresponde à sua produção, mostrada na coluna do produto total, o que indica que o sistema encontra-se em reprodução simples. Na última coluna da direita são mostrados os tempos de trabalho necessários para a obtenção de cada produto. Salientamos que as quantidades que constam nas linhas dos meios de produção necessários para a geração de outros meios de produção ou para a geração de produtos de consumo não podem ser somadas, pois, como riquezas, são qualitativamente diferentes entre si. Já na coluna de cada meio de produção esta limitação não ocorre, pois se trata do mesmo produto. É interessante observar na tabela 10 que o consumo do meio de produção (*f*) para a geração do produto de consumo (*b*) é considerado nulo. Na verdade, a mesma quantidade do meio de produção é utilizada indistintamente para a geração dos produtos de consumo (*a*) e (*b*), o que caracteriza uma produção conjunta. Como o

produto de consumo ( $a$ ) é produzido em maior quantidade, foi atribuído a ele o consumo do meio de produção ( $f$ ), o que implica em uma renda atribuída ao produto ( $b$ ).

Na tabela 11 são apresentados os tempos de trabalho necessários para assegurar a produção das riquezas mostradas na tabela 10. Exceto para o recurso natural, que não exige trabalho para ser produzido, os resultados das tabelas 10 e 11 das alternativas técnicas empregadas para a produção dos meio de produção é de uma unidade de tempo de trabalho por unidade de produto, como mostrado na descrição da função objetivo do modelo primal e nos coeficientes do lado direito das restrições do modelo dual.

Tabela 1 11: Reprodução do sistema econômico em tempo de trabalho.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Meio de produção f	Produtos
Recurso natural					0
Meios para a produção de z	0		60,99		1524,78
Meios para a produção de k		1404,78			702,39125
Meios para a produção de f			1,68		84
Meios para a produção de a		84	420	84	168
Meios para a produção de b		36	219,72	0	961,2
Total	0	1524,78	702,39	84	3.440,37

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 12 são apresentadas as condições de reprodução do sistema em termos monetários, obtidas a partir das mesmas quantidades demandadas de produtos de consumo final consideradas para a elaboração da tabela 10. É interessante ressaltar que os tempos de trabalho exigidos para a geração de cada produto, mostrados nas tabelas 10 e 11, correspondem aos valores agregados por tais produtos, mostrados na tabela 12. Além disto, como o recurso natural não exige trabalho para ser produzido, como mostrado nas tabelas 10 e 11, ele não agrega valor, apesar de possuir um valor monetário (definido pelo seu preço multiplicado pela quantidade), conforme mostrado na tabela 12.

Tabela 1 12: Reprodução do sistema em termos monetários, definidas a partir de uma demanda de 84 unidades do produto de consumo (a) e 36 unidades do produto de consumo (b).

	Recurso natural	Meio de produção $z$	Meio de produção $k$	Meio de produção $f$	Valor monetário (quantidades x preços)	Valor monetário (solução do modelo)	Valor agregado
Recurso natural					718,83	718,83	
Meios para a produção de $z$	718,83		261,39		2505	0	1524,78
Meios para a produção de $k$		2307,86			3010,25	0	702,39
Meios para a produção de $f$			7,2		91,2	0	84
Meios para a produção de $a$		138	1800	91,2	2197,2	2197,2	168
Meios para a produção de $b$		59,14	941,66	0	1962	1962	961,2
Totais	718,83	2505	3010,25	91,2	3440,37	3440,37	3440,37

Fonte: elaborado pelo autor.

Como os valores relativos ao montante monetário que constam nas três últimas colunas da tabela 12 são diferentes, embora o total seja o mesmo, é interessante esclarecer como este total foi calculado. Na coluna em que o valor monetário foi obtido pela multiplicação das quantidades físicas pelos preços, o valor monetário total foi obtido por,

$$vm = vt - vmmp - vmrn \quad (1.107)$$

onde

$vm$  = valor monetário

$vt$  = valor monetário total

$vmmp$  = valor monetário dos meios de produção

$vmrn$  = valor monetário do recursos natural

Como,

$$vt = vmpcf + vmmp \quad (1.108)$$

onde

$vmpcf$  = valor monetário dos produtos de consumo final, que é obtido por,

$$vmpcf = vt - vmmp \quad (1.109)$$

que, substituindo em 108, esta expressão fica,

$$vm = vmpcf - vmrn \quad (1.110)$$

o que corresponde ao cálculo efetuado para a obtenção do valor monetário fornecido pela função objetivo do problema dual, correspondente à penúltima coluna à direita da tabela 12. Quanto à última coluna desta tabela, ela corresponde à soma dos valores agregados por cada



atividade, sendo que o recurso natural, por não exigir tempo de trabalho para ser produzido, não agrega valor.

Como podemos observar na tabela 12, também neste caso a demanda e a oferta de meios de produção se encontram em equilíbrio. A diferença entre a reprodução em termos de riqueza e em termos monetários está na exigência de que os preços permitam que a soma do valor monetário das demandas de meios de produção seja equivalente à soma do valor monetário dos meios de produção somada ao valor monetário dos excedentes. É importante salientar que na solução do modelo, os valores correspondentes aos meios de produção gerados pelo trabalho ( $K$ ), ( $Z$ ) e ( $F$ ), que constam na expressão 98, são nulos devido ao fato da reprodução estar em estado estacionário (reprodução simples). Assim, o valor monetário total é calculado pelo valor monetário dos produtos de consumo final menos o valor monetário das rendas. Já na coluna em que os valores monetários são obtidos por meio da multiplicação das quantidades físicas mostradas na tabela 10 e os preços obtidos pela solução do modelo, o valor monetário total é obtido pelo valor de todos os produtos e meios de produção gerados pelo trabalho menos o valor dos meios de produção e do recurso natural. Conforme já descrito em detalhes anteriormente, como o valor dos meios de produção são produzidos e consumidos, anulando-se, este cálculo é o mesmo do efetuado por meio da expressão 98 do modelo.

Comparando os resultados mostrados nas tabelas 10, 11 e 12, observa-se que, como já indicado, o tempo de trabalho dispendido para a geração de cada meio de produção e produto de consumo final corresponde aos seus respectivos valores agregados, o que mostra a conformidade da solução do modelo com a teoria do valor de Marx. Além disto, observa-se que o total do tempo de trabalho expresso na última coluna da tabela 10 é o mesmo do expresso nos totais das colunas relativas ao valor agregado, quer este tenha sido calculado a partir da multiplicação dos preços pelas quantidades físicas, pela solução do modelo ou por meio da soma do valor agregado por cada atividade.

Como pode ser observado na tabela 10, a linha dos coeficientes técnicos correspondentes a demanda de meios de produção para a geração do recurso natural possui valores nulos, na medida em que este não é produzido a partir de meios de produção gerados pelo trabalho, sendo extraído diretamente da natureza. Pode-se observar, também, que não há colunas de coeficientes técnicos correspondentes aos produtos de consumo final, pois estes não são utilizados como meios de produção. Estas características da matriz dos coeficientes

técnicos expressadas pelo modelo de programação linear impossibilita o cálculo dos preços a partir das riquezas por meio da definição de autovalores, na medida em que estes exigem matrizes quadradas e sem vetores de valores nulos. Conforme já mencionado, para viabilizar este cálculo seria preciso eliminar da matriz o recurso natural e os produtos de consumo e encontrar uma forma de calcular os seus preços a partir dos preços obtidos para os meios de produção. No entanto, este cálculo só é possível para os produtos de consumo por meio da sua inclusão na matriz de coeficientes técnicos como meios de produção que representam o trabalho, identificando este último a uma cesta de mercadorias e ao excedente apropriado pelos capitalistas. Para os recursos naturais não há forma de incluí-los em uma matriz de coeficientes técnicos quadrada (isto é, com o mesmo número de linhas e de colunas). Por isto, nos cálculos para a determinação de preços efetuados por meio de procedimentos neoricardianos, os recursos naturais são simplesmente eliminados do cálculo dos autovalores, o que implica desconsiderar a influência das rendas diferenciais sobre os preços.

Isto ajuda a explicar porque toda uma série de subterfúgios matemáticos para o cálculo dos autovalores, que implicam em modelos bastante irrealistas, torna-se imprescindível para a determinação dos preços por meio dos métodos neoricardianos. Como exemplos de tais subterfúgios temos, a incorporação dos produtos de consumo final na matriz como trabalho transformado em meios de produção e como excedente apropriado pelos capitalistas; a estrita exigência de coeficientes técnicos com valores fixos, que impede a consideração de alternativas técnicas, as quais, aliás, só adquiririam pleno significado se as suas exigências em recursos naturais, eliminados da matriz, pudessem ser consideradas.

A exigência da equalização dos lucros traz complicações ainda maiores ao cálculo dos preços, as quais os neoricardianos procuram resolver pelo cálculo dos autovalores, transformando os preços em simples variáveis de ajuste. Isto torna muito difícil identificar como a concorrência capitalista pode efetivamente levar a equalização dos lucros.

O modelo apresentado pode servir para ilustrar tais dificuldades. Na tabela 13 é mostrado o valor agregado, o lucro e as taxas de lucro gerados por uma jornada de trabalho de 8 unidades de tempo de acordo com cada técnica, considerando que todas estas seriam empregadas. Salientamos que nos cálculos realizados para a elaboração da tabela 13, o lucro foi fixado em 20% do valor agregado (o que corresponde a uma mais valia de 25%), sendo esta proporção uniforme para todas as atividades. Assim, os lucros mais elevados são

proporcionados pelas atividades que agregam mais valor, sendo proporcionais à composição orgânica do capital, conforme mostrado na figura 8.

Tabela 1 13: Valor agregado, lucro e taxa de lucro gerados pela aplicação de 8 unidades de tempo de trabalho, determinados pela solução do modelo considerando uma demanda de 84 e 36 unidades dos produtos (a) e (b), respectivamente.

Produto	a		b		k		z		f
	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	f
Técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	f
Prod. física	4	0,53	0,8	0,2	8	2,67	8	4	8
Valor monetário	104,63	13,95	43,6	10,9	34,29	11,43	13,14	6,57	8,69
V. monetário dos meios de produção	96,63	6,03	35,6	2,9	26,29	4,38	1,37	0,69	0,69
Valor monet. rec. naturais	0	0	0	0	0	0	3,77	0,47	0
Valor agregado	8	7,92	8	8	8	7,05	8	5,41	8
Comp. orgânica do capital	15,1	0,95	5,56	0,45	4,11	0,78	0,8	0,27	0,11
Lucro	1,6	1,58	1,6	1,6	1,6	1,41	1,6	1,08	1,6
Taxa de lucro	1,55%	12,82%	3,81%	17,20%	4,90%	14,07%	13,86%	19,73%	22,58%

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 13, o valor agregado é equivalente ao tempo de trabalho para algumas técnicas, o que significa que estas são eficientes, estando em conformidade com a teoria marxista do valor. No entanto, nem sempre as atividades eficientes são as que proporcionam as maiores taxas de lucro. Isto pode ser explicado pelo fato de que as atividades eficientes foram obtidas a partir de uma demanda relativamente baixa de produtos de consumo final, a qual pode ser satisfeita por meio de técnicas que exigem maiores quantidades de meios de produção e do recurso natural, dada uma disponibilidade relativamente elevada deste último. A alta quantidade de meios de produção e recurso natural empregada pelas técnicas eficientes, no entanto, eleva o valor dos meios de produção em relação aos valores obtidos com as técnicas que exigem menos meios de produção e recurso natural, as quais, no entanto não se mostraram eficientes devido à baixa produtividade do trabalho diretamente aplicado para produzi-las e aos baixos preços dos meios de produção e do recurso natural. Conforme se pode observar na tabela 13, a atividade e técnica (z2), que proporciona o menor retorno em relação ao trabalho aplicado sendo, portanto, a mais distante

da eficiência econômica, é a que proporciona uma das maiores taxas de lucro (19,73%), inferior apenas à atividade (f) (22,58%). É interessante observar que o valor agregado da atividade e técnica (z2) continuaria inferior ao trabalho aplicado mesmo que a ele fosse adicionada a renda proporcionada pelo recurso natural de 0,47 unidades monetárias, mostrada na tabela 13. Neste caso a taxa de lucro proporcionada por esta atividade e técnica se elevaria a 21,82%.

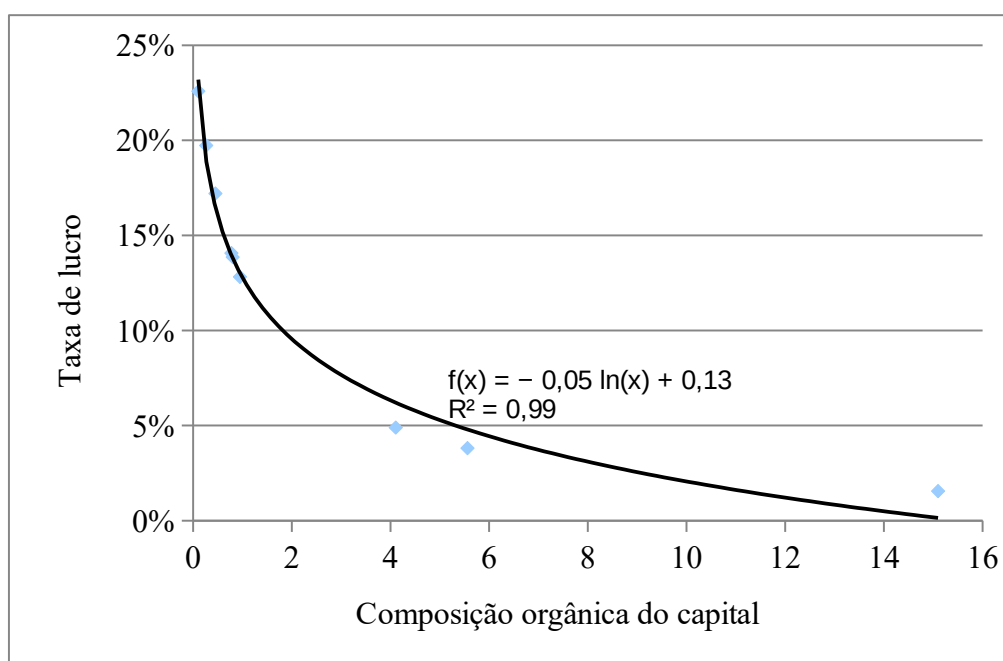


Figura 1.8: Taxas de lucro em função da composição orgânica do capital obtidas pela solução do modelo considerando uma demanda de 84 e 36 unidades dos produtos (a) e (b), respectivamente.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como já mencionado, os resultados mostrados na tabela 13 foram obtidos a partir de um baixo nível de escassez do recurso natural. Como as técnicas que exigem menos meios de produção são também as que exigem menos recursos naturais (os quais são necessários, direta ou indiretamente, para a geração dos meios de produção), se pode argumentar que a maximização das taxas de lucro levariam a uma economia de recursos naturais, na medida em que privilegiariam as técnicas que exigem menos meios de produção (mais baixa composição orgânica do capital). No entanto, as relações entre as taxas de lucro e a exploração de recursos naturais apresentam certo paradoxo. Por um lado, como mencionado, a procura de taxas de lucro mais altas tende a privilegiar atividades que exigem menos recursos naturais, mesmo

que indiretamente. Por outro lado, porém, é importante salientar que são justamente as atividades extrativas de recursos naturais (mineradoras e extrativas de recursos florestais, por exemplo) que tendem a exigir menos meios de produção por unidade de produto auferindo, em geral, rendas importantes. Tais atividades, assim, são as que tendem a proporcionar as maiores taxas de lucro (como a atividade (z) no exemplo; excetuando as atividades relacionadas a serviços essencialmente manuais, como a atividade (f) no exemplo). Obviamente, o investimento nas atividades extrativas, no curto prazo, tende a aumentar a disponibilidade de recursos naturais. Isto porque tal disponibilidade não é um dado puramente físico, mas depende também do estímulo a exploração dos recursos. Por exemplo, no caso de recursos naturais não renováveis, altas taxas de lucro podem estimular a descoberta de novas jazidas ou a aplicação de métodos de extração que, embora aumentem de imediato a disponibilidade de recursos naturais, podem levar a um esgotamento mais rápido das suas jazidas. No caso dos recursos naturais renováveis a intensificação da sua exploração estimulada por altas taxas de lucro pode impossibilitar que a sua renovação seja assegurada pelos sistemas naturais.

Assim, no médio e longo prazo, a intensificação da extração dos recursos naturais estimulada pelas maiores taxas de lucro aumentaria a escassez de tais recursos, o que manteria os seus preços elevados e, conseqüentemente, manteria as taxas de lucro das atividades de extração também elevadas, o que, por sua vez, estimularia a intensificação da sua exploração. Pela observação da dinâmica recente do capitalismo, é provável que este processo de intensificação crescente da exploração dos recursos naturais se sobreponha largamente sobre a tendência das decisões sobre os investimentos baseadas na maximização das taxas de lucro em geral privilegiar técnicas que economizam meios de produção.

Evidentemente, as jazidas exploradas em primeiro lugar tendem a ser as de mais fácil localização e menores custos de extração. Com o tempo, assim, a prospecção de jazidas cada vez mais raras e mais difíceis de serem exploradas tenderia a exigir uma quantidade crescente de meios de produção, provocando a queda das taxas de lucro. Mas, tal processo tende a ser compensado pelo aumento da demanda, que, assim, se torna a variável chave do problema da escassez de recursos naturais. Em todo caso, a simulação mostrada na tabela 13 e a discussão dos seus possíveis desdobramentos deixa claro que o cálculo microeconômico das taxas de lucro consiste em um critério de decisão contraditório com o critério baseado no cálculo, de natureza global, que determina as atividades eficientes.

Por outro lado, é evidente que os capitalistas procuram maximizar suas taxas de lucro. Considerando os resultados mostrados na tabela 13, é interessante analisar o que poderia decorrer deste processo. Como já sublinhado, de imediato o investimento na aplicação das técnicas não eficientes seriam um fator de perturbação do sistema econômico. No entanto, as altas taxas de lucro proporcionadas por estas técnicas seriam um poderoso estímulo para o desenvolvimento de inovações que poderiam proporcionar uma elevação da (baixa) produtividade do trabalho proporcionada por estas técnicas. Isto traria uma vantagem imediata aos capitalistas que introduzissem tais inovações. Isto pode ser ilustrado considerando uma queda da exigência de trabalho para a execução das técnicas e atividades (*a2*) e (*b2*), de 15 para 10, e de 40 para 30 unidades de trabalho por unidade de produto, respectivamente. Os resultados são mostrados na tabela 14.

Tabela 1 14: Valor agregado, lucro e taxa de lucro gerados pela aplicação de 8 unidades de tempo de trabalho, determinados pela solução do modelo a partir de uma demanda de 84 e 36 unidades dos produtos (a) e (b), respectivamente, considerando uma diminuição de 5 e de 10 unidades de trabalho por unidade de produto para as atividades (*a2*) e (*b2*), respectivamente, sem ajuste dos preços.

Produto	a		b		k		z		f
Técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	f
Produção física	4	0,8	0,8	0,27	8	2,67	8	4	8
Valor monetário	104,63	20,93	43,6	14,53	34,29	11,43	13,14	6,57	8,69
Valor monetário do meio de produção	96,63	9,04	35,6	3,87	26,29	4,38	1,37	0,69	0,69
Valor monetário do recurso natural	0	0	0	0	0	0	3,77	0,47	0
Valor agregado	8	11,89	8	10,67	8	7,05	8	5,41	8
Composição orgânica do capital	15,1	0,95	5,56	0,45	4,11	0,78	0,8	0,27	0,11
Lucro	1,6	2,38	1,6	2,13	1,6	1,41	1,6	1,08	1,6
Taxa de lucro	1,55%	12,82%	3,81%	17,20%	4,90%	14,07%	13,86%	19,73%	22,58%

Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se na tabela 14 que as atividades (*a2*) e (*b2*), que antes proporcionavam menos de uma unidade monetária de valor agregado por unidade de trabalho, agora proporcionam uma relação mais elevada (11,89 e 10,67 unidades de valor agregado por 8 unidades de trabalho contra 8 anteriormente, para as atividades (*a2*) e (*b2*), respectivamente). No entanto, com a generalização da aplicação destas inovações, os preços seriam reajustados

devido às mudanças na produção que elas causariam. Estes resultados são mostrados na tabela 15. Observa-se nesta tabela que, com o ajuste dos preços devido à generalização das novas técnicas, a atividade (*a2*) e (*b2*) agora proporcionam o mesmo valor agregado monetário por unidade de trabalho aplicada. Isto porque as inovações técnicas motivadas pela competição capitalista geram rendas temporárias, cuja persistência depende da velocidade com que as inovações são adotadas pelos demais capitalistas. Isto, aliás, explica o forte interesse dos capitalistas para, por meio de diversos mecanismos, monopolizar as inovações que eles desenvolvem.

Tabela 1 15: Valor agregado, lucro e taxa de lucro gerados pela aplicação de 8 unidades de tempo de trabalho, determinados pela solução do modelo considerando uma demanda de 84 e 36 unidades dos produtos (a) e (b), respectivamente, considerando uma diminuição de 5 e de 10 unidades de trabalho por unidade de produto para as atividades (*a2*) e (*b2*), respectivamente, após ajuste dos preços.

Produto	a		b		k		z		f
Técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	f
Produção física	4	0,8	0,8	0,27	8	2,67	8	4	8
Valor monetário	74,87	14,97	32,73	10,91	26,09	8,7	9,04	4,52	8,52
Valor monetário dos meios de produção	74	6,97	26,99	2,91	18,09	3,01	1,04	0,52	0,52
Valor monetário do recurso natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor agregado	0,87	8	5,74	8	8	5,68	8	4	8
Composição orgânica do capital	106,38	1,09	5,88	0,45	2,83	0,66	0,16	0,16	0,08
Lucro	0,17	1,6	1,15	1,6	1,6	1,14	1,6	0,8	1,6
Taxa de lucro	0,23%	11,96%	3,63%	17,20%	6,53%	15,03%	21,50%	21,00%	23,12%

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 15 se observa também que a atividade (*a2*) agora gera um valor agregado monetário equivalente às unidades de tempo de trabalho aplicadas, o que indica que a atividade e técnica (*a2*) passou a ser eficiente, de acordo com a teoria do valor de Marx. É interessante observar na tabela 15 que houve queda da taxa de lucro da atividade (*a2*), sendo que a da atividade (*b2*) esta taxa permaneceu inalterada, em relação às mostradas na tabela 14. Assim, observa-se que, ao mesmo tempo em que os investimentos nas atividades permitiram o aumento das taxas de lucro, estes mesmos investimentos podem estimular o desenvolvimento de inovações técnicas que podem provocar a queda destas taxas. Portanto, as inovações técnicas podem tornar eficientes as atividades sobre as quais elas são aplicadas, consolidando-

as e, assim, permitindo que o aumento (temporário) das taxas de lucro seja conciliado com um uso eficiente dos recursos. No entanto, as inovações, ao se generalizar, podem provocar a queda das taxas de lucro, a qual deve se intensificar com a introdução de mais inovações provocadas pela concorrência capitalista. É interessante também observar que, comparando os resultados das tabelas 14 e 15, embora a taxa de lucro proporcionada pela atividade ( $a_2$ ), diretamente relacionada com uma inovação técnica, diminua, as taxas de lucro proporcionadas pelos meios de produção e técnicas ( $k_1$ ), ( $k_2$ ), ( $z_1$ ), ( $z_2$ ) e ( $f$ ) aumentam. Estes resultados indicam que não é possível atribuir um efeito único das inovações técnicas sobre as taxas de lucro, não permitindo, portanto, afirmar a existência de uma tendência linear à sua queda.

É interessante salientar que as inovações podem tornar viáveis técnicas que, embora requerendo menos meios de produção e recursos naturais, anteriormente não atingiam uma produtividade do trabalho suficiente para levar a um uso eficiente desses recursos (isto é, sem implicar em mais trabalho). Neste ponto, vale lembrar a discussão realizada anteriormente que apontava que, inequivocamente, é difícil afirmar que a taxa de lucro pode ser um critério eficiente de alocação de recursos. Aliado ao que indica a discussão dos resultados mostrados nas tabelas 13, 14 e 15, é possível inferir que, provavelmente, a racionalidade que a concorrência capitalista pode proporcionar à dinâmica do sistema econômico não esteja na sua capacidade de alocar eficientemente os recursos, como induz a pensar a equalização das taxas de lucro, mas no dinamismo tecnológico por ela provocado, que pode fazê-la aperfeiçoar técnicas antes ineficientes.

## 1.5 Conclusões

Os resultados obtidos neste ensaio mostram que a integração das riquezas, consideradas no seu aspecto qualitativo, na análise econômica a partir da teoria do valor de Marx implica em admitir uma influência generalizada das rendas na formação dos preços. Tal influência, por sua vez, implica em considerar os preços fundamentalmente como valores marginais, e não médios, como supunha Marx. É importante destacar, porém, que o caráter marginal apresentado nestes resultados diz respeito apenas aos preços, e não aos valores em tempo de trabalho. Assim, embora a proposta aqui apresentada de uma integração explícita das riquezas na análise econômica implique em considerar a natureza dos preços de forma distinta da concepção de Marx, isto não afeta a sua coerência com a teoria do valor por ele proposta. Ao contrário, os resultados das análises realizadas neste ensaio indicam que a teoria



do valor de Marx permite integrar a riqueza na análise econômica de maneira lógica e formalmente bastante consistente.

É interessante observar que as concepções sobre o valor adotadas por outras correntes do pensamento econômico se constituem em sérios obstáculos a uma integração explícita das riquezas, notadamente dos recursos naturais, na análise econômica. Por exemplo, a consideração do papel dos valores em tempo de trabalho como redundantes na formação dos preços, adotada pelos neoricardianos, e a concepção de que os preços são formados a partir de avaliações subjetivas da utilidade, adotada pelos neoclássicos<sup>38</sup>, destituem estas correntes de uma base objetiva para relacionar riquezas e preços. A partir da teoria de Marx, esta base pode ser estabelecida objetivamente a partir do trabalho, dada a sua natureza ao mesmo tempo natural e social, na medida em que o processo de trabalho ocorre a partir do complexo das relações que os seres humanos entre si e com a natureza.

38 O que provoca uma confusão generalizada entre esses autores, na medida em que os neoclássicos são incapazes de distinguir objetivamente valores e preços, o que os impede de estabelecer qualquer distinção entre produção e distribuição de riquezas.

## 2 RIQUEZAS, VALORES E PREÇOS NA TEORIA DA RENDA DIFERENCIAL DE MARX

### 2.1 Introdução

Alguns autores consideram que n'O Capital Marx apresenta duas versões da sua teoria do valor, as quais implicam em diferentes relações entre valores e preços<sup>1</sup>. Pode-se, assim, identificar no primeiro volume d'O Capital uma teoria simples do valor, em que os preços são considerados apenas como o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção. Já no terceiro volume, aparentemente partindo de uma constatação que lhe parecia óbvia, Marx afirma que valores e preços se equivalem apenas globalmente, podendo haver diferenças “estruturais” (isto é, que não são simplesmente devidas às flutuações normais da atividade econômica) entre valores e preços para as mercadorias consideradas isoladamente (preços de produção). Isto seria provocado pela equalização das taxas de lucro, a qual manteria, porém, a igualdade entre o total da mais valia e o dos lucros. Para a maior parte dos marxistas, a teoria do valor apresentada no primeiro volume d'O Capital apenas introduz a noção de que o tempo de trabalho socialmente necessário é o único fundamento dos preços, sendo completada após, no terceiro volume, com a noção mais elaborada baseada nos preços de produção. Em todo caso, as duas versões baseiam-se na concepção de que, na inexistência do processo de equalização das taxas de lucro, o preço de cada mercadoria corresponderia ao tempo de trabalho médio socialmente necessário para a sua produção, ou seja, no valor médio.

Neste ensaio procuraremos demonstrar que, além dessas concepções baseadas no tempo de trabalho médio, há também n'O Capital uma teoria baseada na concepção de que os preços correspondem ao tempo de trabalho marginal, ou seja, no valor marginal e não no valor médio. Esta concepção é implícita à teoria da renda diferencial de Marx. É curioso observar que o próprio Marx n'O Capital combate esta concepção marginalista dos preços, atribuindo-a à Ricardo. Para complicar ainda mais, não há n'O Capital qualquer menção explícita ao cálculo à margem, mesmo que para refutá-la, nas discussões realizadas sobre a renda diferencial em particular ou, de uma maneira mais geral, sobre a formação dos preços

1 COCKSHOTT, P.; COTTRELL, A. A note on the organic composition of capital and profit rates. *Cambridge Journal of Economics*, Cambridge, v. 27, 749-754, 2003.

ou, ainda, sobre a concorrência capitalista. A única forma de demonstrar que Marx empregou de forma sistemática o cálculo a margem para explicar a formação dos preços é por meio da análise dos exemplos que ele apresenta n'O Capital para explicar a natureza da renda diferencial e os tipos por meio dos quais ela se manifesta. É, portanto, a partir desses exemplos que procuraremos demonstrar a existência de uma teoria dos preços baseada em valores marginais n'O Capital.

## 2.2 A teoria da renda diferencial de Marx

A teoria da renda diferencial foi proposta originalmente por Ricardo, tendo sido retomada, aprofundada e ampliada por Marx, que a aplica em situações nas quais as diferenças de produtividade do trabalho não são provocadas apenas por diferenças intrínsecas aos recursos naturais. Pode-se mesmo argumentar que, para Marx, quando se trata da formação dos preços, não há recursos simplesmente “naturais”. Como veremos neste ensaio, isto se aplica até mesmo no caso mais simples e frequentemente citado, o da renda fundiária gerada por terras de diferentes fertilidades.

A teoria da renda diferencial desempenhou um papel importante nos debates ocorridos na época de Marx sobre a teoria do valor. Assim, ao responder as críticas realizadas à teoria do valor formulada por Ricardo, Marx afirma que,

“Como é Ricardo que, dando à economia política sua forma mais acabada, formulou e desenvolveu de forma mais clara a lei da determinação do valor pelo tempo de trabalho, é naturalmente sobre ele que se concentra a polêmica levantada pelos economistas.”<sup>2</sup>

E, após enumerar as críticas em vários pontos, no quarto ponto dessa polêmica Marx afirma que,

“A última contradição e a mais peremptória em aparência, quando ela não é, como ordinariamente, apresentada sob a forma de exemplos barrocos, é a seguinte: se o valor de troca não é outro que o tempo de trabalho contido em uma mercadoria, como mercadorias que não contêm trabalho podem possuir um valor de troca, ou, dito de outra forma, de onde vem o valor de troca das simples forças da natureza? Este problema é resolvido na teoria da renda fundiária.”<sup>3</sup>

O que pode ser completado pelo próprio Ricardo, ao afirmar que,

“A razão, pois, que faz aumentar o valor relativo dos produtos primários é a necessidade de se empregar mais trabalho na produção da última porção obtida e não a

2 MARX, K. *Contribution à la critique de l'économie politique*. Paris: Ed. Sociales, 1972, [1859], p. 37.

3 Idem, p. 38

renda que se paga ao senhorio. (...) O trigo não é caro porque se paga renda e, como se acaba de observar, não haveria redução no preço do trigo mesmo que os senhorios renunciassem à totalidade das suas rendas. Tais medidas tornariam possível a alguns agricultores viver como grandes senhores mas não diminuiriam a quantidade de trabalho necessária para obter o produto em terrenos menos férteis.”<sup>4</sup>

Este trecho de Ricardo revela claramente a natureza marginal dos preços quando o mesmo afirma que “é a necessidade de empregar mais trabalho na última porção obtida”. Marx, no entanto, nega a natureza marginal dos preços (em favor da média) em várias passagens d'O Capital em que ele discute os processos econômicos por meio dos quais os preços são ajustados de forma a equalizar as taxas de lucro, como neste trecho em cujo final ele faz uma referência direta a Ricardo,

“Não faz bem algum dizer que a venda de mercadorias produzidas sob as condições menos favoráveis prova que elas são requeridas para satisfazer a demanda. Se no caso assumido o preço estiver mais alto do que a média do valor-de-mercado, a demanda será menor. A um certo preço, uma mercadoria ocupa um certo lugar no mercado. Este lugar permanece o mesmo no caso de uma mudança de preço apenas se o preço mais alto é acompanhado pela queda na oferta da mercadoria, e o preço mais baixo por um aumento da oferta. (...) O que foi dito aqui do valor-de-mercado aplica-se ao preço de produção tão logo este tome o lugar do valor-de-mercado. O preço de produção é regulado em cada esfera de produção, e da mesma forma regulado por circunstâncias especiais. E este preço de produção é, por sua vez, o centro em torno do qual diariamente os preços-de-mercado flutuam e tendem a se equalizar um com o outro dentre de períodos definidos. (Ver Ricardo sobre a determinação do preço de produção por meio do trabalho sob as condições menos favoráveis).”<sup>5</sup>

Neste trecho de O Capital, fica clara a dificuldade de Marx em conceber que os preços de mercado determinados pelas relações entre oferta e demanda possam possuir outro fundamento que não seja os valores médios. Marx, assim, não considera a possibilidade de que a determinação dos preços de produção possa envolver rendas diferenciais. É também por

4 RICARDO, D. **Princípios de economia política e de tributação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983 [1817], p. 81-82.

5 “It does no good to say that the sale of commodities produced under the least favourable conditions proves that they are required to satisfy the demand. If in the assumed case the price were higher than the average market-value, the demand would be smaller. At a certain price, a commodity occupies just so much place on the market. This place remains the same in case of a price change only if the higher price is accompanied by a drop in the supply of the commodity, and a lower price by an increase of supply. (...) What has been said here of market-value applies to the price of production as soon as it takes the place of market-value. The price of production is regulated in each sphere, and likewise regulated by special circumstances. And this price of production is, in its turn, the centre around which the daily market-prices fluctuate and tend to equalise one another within definite periods. (See Ricardo on determining the price of production through those working under the least favourable conditions.)” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999, p. 129.

esta razão que Marx emprega valores médios como preços como ponto de partida para a análise da formação dos preços no problema da transformação.

No entanto, na Parte IV do Volume III d'O Capital, dedicada à análise da renda fundiária, Marx realiza uma análise extremamente detalhada das rendas diferenciais, lhes atribuindo duas principais formas. A primeira, denominada renda diferencial I, tem como casos típicos as rendas provocadas pela diversidade da fertilidade do solo e ou da localização da unidade de produção<sup>6</sup>. É interessante observar que para Marx,

“Fertilidade, embora uma propriedade objetiva do solo, sempre implica uma relação econômica, uma relação ao nível químico e mecânico do desenvolvimento da agricultura e, assim, muda com este nível de desenvolvimento. Se por meios químicos (tais como o uso de certos fertilizantes líquidos em densos solos argilosos e calcinação de solos pesados) ou por meios mecânicos (tais como arações especiais para solos pesados), os obstáculos que faz um solo de igual fertilidade pode ser eliminado (drenagem também pertence a este caso). Ou mesmo a sequência em tipos de solos com certo cultivo pode ser mudada, como foi o caso, com o solo leve e arenoso e o pesado e argiloso em um certo período de desenvolvimento da agricultura inglesa. Isto mostra mais uma vez que historicamente, na sequência de solos considerados sob cultivo, um pode passar do mais fértil para o menos fértil como vice-versa.”<sup>7</sup>

Segundo Marx, portanto, a fertilidade do solo, considerada muitas vezes como algo natural, é produto do próprio desenvolvimento da agricultura, definido a partir das transformações históricas das relações dos seres humanos entre si e com a natureza. O mesmo ocorre com a localização, cuja importância Marx salienta ao descrever a influência da colonização de novas terras sobre as rendas diferenciais<sup>8</sup>.

A segunda forma é a renda diferencial II, que de acordo com Marx,

“...na renda diferencial na forma II, às diferenças na distribuição de capital (e habilidade de obter crédito) entre os arrendatários são adicionadas às diferenças de fertilidade.”<sup>9</sup>

6 MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999., p.463-478.

7 “Fertility, although an objective property of the soil, always implies an economic relation, a relation to the existing chemical and mechanical level of development in agriculture, and, therefore, changes with this level of development. Whether by chemical means (such as the use of certain liquid fertilisers on stiff clay soil and calcination of heavy clayey soils) or mechanical means (such as special ploughs for heavy soils), the obstacles which made a soil of equal fertility actually less fertile can be eliminated (drainage also belongs under this head). Or even the sequence in types of soils taken under cultivation may be changed thereby, as was the case, for instance, with light sandy soil and heavy clayey soil at a certain period of development in English agriculture. This shows once again that historically, in the sequence of soils taken under cultivation, one may pass over from more fertile to less fertile soils as well as vice versa.” Ibidem, p. 464.

8 Ibidem, p. 464

9 Ibidem p. 480.

A partir desta definição, Marx realiza uma minuciosa análise da renda fundiária diferencial II distinguindo os casos em que os preços permanecem constantes, diminuem ou aumentam, considerando também diferentes efeitos do capital investido sobre a produção<sup>10</sup>. Dando continuidade ao estudo da renda fundiária, Marx analisa a formação da renda absoluta, relacionando-a diretamente com a propriedade privada e, por meio desta, com o nível dos preços<sup>11</sup>. Nos capítulos seguintes Marx analisa a formação da renda fundiária urbana, a renda proporcionada pelas minas e, por último, a gênese histórica da renda fundiária<sup>12</sup>. Baseando-se nesses estudos Marx mostra o papel fundamental desempenhado pela renda fundiária na forma como a, por ele denominada, “economia vulgar” explica a distribuição da produção por meio da reificação das relações sociais na “fórmula trinitária” correspondente aos “fatores de produção” trabalho, capital e terra<sup>13</sup>.

A questão que se coloca é se Marx considerou ou não os preços como valores marginais em sua teoria da renda diferencial. Esta questão pode ser respondida pelo exame de alguns exemplos discutidos por Marx, como o mostrado na tabela 1. Como pode ser observado nesta tabela o preço de dez unidades monetárias (shillings) é definido pelo solo menos produtivo, o qual proporciona o menor lucro e renda diferencial nula. É a partir deste solo, portanto, que são definidas as rendas diferenciais proporcionadas pelos demais solos (mais produtivos).

Tabela 2 1: Exemplo numérico de determinação da renda fundiária.

Tipo de solo	Produto		Capital avançado	Lucro		Renda	
	Quarters	Shillings		Quarters	Shillings	Quarters	Shillings
A	1	60	50	1/6	10		
B	2	120	50	1 1/6	70	1	60
C	3	180	50	2 1/6	130	2	120
D	4	240	50	3 1/6	190	3	180

Fonte: Marx, K. *The Capital*, vol. III, 1895, p. 465

Os resultados mostrados na coluna 2 (quarters de produto) e na penúltima coluna (quarters de renda), assim como o preço básico relativo (ou seja,  $240/60 = 4$ ), podem ser reproduzidos por um modelo de programação linear. Para que o modelo seja formulado em

10 Ibidem p. 479-522.

11 Ibidem, p. 532

12 Ibidem, p. 568.

13 Ibidem, p. 568-569.

função do trabalho aplicado e não do rendimento das parcelas, foi considerado que uma mesma quantidade de produto exige quantidades crescentes de trabalho, o que inverte a ordem dos números mostrados na segunda coluna sem, no entanto, alterar o problema. A única diferença é que este passa a se expressar em trabalho e não em unidades de produto (quarters). Assim, o problema primal do modelo é,

$$\text{Minimizar } 4A + 3B + 2C + D \quad (2.1)$$

Sujeito às restrições

$$RA) \quad A \quad \leq 1 \quad (2.2)$$

$$RB) \quad \quad B \quad \leq 1 \quad (2.3)$$

$$RC) \quad \quad \quad C \quad \leq 1 \quad (2.4)$$

$$RD) \quad \quad \quad \quad D \leq 1 \quad (2.5)$$

$$TD) \quad A + B + C + D \geq 4 \quad (2.6)$$

onde (A), (B), (C) e (D) são as parcelas cultivadas.

A partir deste problema primal foi obtido o seguinte problema dual,

$$\text{Maximizar } 4P - RA - RB - RC - RD \quad (2.7)$$

Sujeito às restrições

$$A) \quad P - RA \quad \leq 4 \quad (2.8)$$

$$B) \quad P \quad - RB \quad \leq 3 \quad (2.9)$$

$$C) \quad P \quad \quad - RC \quad \leq 2 \quad (2.10)$$

$$D) \quad P \quad \quad \quad - RD \leq 1 \quad (2.11)$$

onde (P) é o preço do produto e (RA), (RB), (RC) e (RD) são as rendas diferenciais geradas pelas respectivas parcelas (A), (B), (C) e (D).

Assim, ao problema primal de minimizar o trabalho de acordo com as condições de produção especificadas corresponde o problema dual de maximizar o valor monetário, considerando as rendas geradas. A solução das funções de minimização e de maximização é de 10 unidades, sendo o preço igual a 4 unidades monetárias ( $P = 4$ ), sendo que a parcela (A) não gera renda ( $RA = 0$ ), a B gera uma renda de uma unidade monetária ( $RB = 1$ ), a parcela (C) de 2 unidades ( $RC = 2$ ) e a D de 3 unidades ( $RD = 3$ ). Estes resultados correspondem aos mostrados na tabela 1, em termos relativos.

O exemplo mostrado na tabela 1 indica claramente que os preços definidos por Marx correspondem ao valor marginal. Estes resultados são relatados, praticamente nos mesmos termos, pelo próprio Marx, quando este afirma,

“Desde que a renda é apenas a renda diferencial, este preço de 60 shillings por quarter para o pior solo é igual ao preço de produção, que é, igual ao capital mais o lucro médio. Deixemos A ser o pior solo, que fornece 1 quarter = 60 shillings para cada 50 shillings dispendidos; portanto o lucro chega a 10 shillings, ou 20%. Deixemos B fornecer 2 quarters = 120 shillings para a mesma despesa. Isto significaria 70 shillings de lucro, ou um super-lucro de 60 shillings.

Deixemos C fornecer 3 quarters = 180 shillings para a mesma despesa; lucro total = 130 shillings; super-lucro = 120 shillings.  
Deixemos D fornecer 4 quarters = 240 shillings = 180 shillings de super-lucro.”<sup>14</sup>

É importante salientar que nesses comentários Marx afirma que o pior solo define o preço. Nos demais exemplos em que discute a renda diferencial<sup>15</sup>, o preço é sempre determinado pelas piores condições. Isto indica claramente que Marx considerava as condições marginais para definir os preços em sua teoria da renda diferencial.

Procurando generalizar os resultados discutidos até a página 470 do volume III d'O Capital, Marx faz interessantes considerações sobre a renda diferencial, que procuramos sintetizar por meio do seguinte trecho,

“Olhando a renda diferencial em geral, deve ser notado que o valor-de-mercado está sempre acima do preço de produção da quantidade total de produtos. Como um exemplo, vamos pegar a Tabela 1. Dez quarters de produto total são vendidos por 600 shillings porque o valor de mercado é determinado pelo preço de produção de A, que se eleva a 60 shillings por quarter. Mas o preço real de produção é:

A	1 qr = 60 sh.	1 qr = 60 sh.
B	2 qrs = 60 sh.	1 qr = 30 sh.
C	3 qrs = 60 sh.	1 qr = 20 sh.
D	4 qrs = 60 sh.	1 qr = 15 sh.
	10 qrs. = 240 sh.	Média 1 qr = 24 sh.

O preço real de produção destes 10 quarters é 240 shillings; mas eles são vendidos por 600 shillings, i.e., a 250% do preço de produção. O preço médio real por 1 quarter é 24 shillings; o preço-de-mercado é 60 shillings, i.e., também 250% do preço de produção.”<sup>16</sup>

14 “Since the rent is solely differential rent, this price of 60 shillings per quarter for the worst soil is equal to the price of production, that is, equal to the capital plus average profit. Let A be this worst soil, which yields 1 quarter = 60 shillings for each 50 shillings spent; hence the profit amounts to 10 shillings, or 20%.

Let B yield 2 quarters = 120 shillings for the same expenditure. This would mean 70 shillings of profit, or a surplus-profit of 60 shillings.

Let C yield 3 quarters = 180 shillings for the same expenditure; total profit = 130 shillings; surplus-profit = 120 shillings.

Let D yield 4 quarters = 240 shillings = 180 shillings of surplus-profit.” MARX, K., **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999. p. 465.

15 Idem, pp. 467 (duas tabelas), 471 (três tabelas) e 472 (duas tabelas).

16 “Regarding differential rent in general, it is to be noted that the market-value is always above the total price of production of the total quantity of products. As an example, let us take Table I. Ten quarters of total product are sold for 600 shillings because the market-price is determined by the price of production of A, which amounts to 60 shillings per quarter. But the actual price of production is:

A	1 qr = 60 sh.	1 qr = 60 sh.
B	2 qrs = 60 sh.	1 qr = 30 sh.
C	3 qrs = 60 sh.	1 qr = 20 sh.
D	4 qrs = 60 sh.	1 qr = 15 sh.
	10 qrs = 240 sh.	Average 1 qr = 24 sh.”

The actual price of production of these 10 quarters is 240 shillings; but they are sold for 600 shillings, i.e., at 250% of the price of production. The actual average price for 1 quarter is 24 shillings; the market-price is 60 shillings, i.e., also 250% of the production price.” Ibidem, p. 470.



A partir destas observações Marx afirma que em uma sociedade socialista, na qual não existiriam proprietários da terra, o preço pago pelo produto poderia diminuir, na medida em que a submissão dos produtos do solo às leis do mercado criam um falso valor (como Marx mesmo se exprime). No entanto, a formação de rendas diferenciais é uma forma de tornar os preços compatíveis com as condições de reprodução da sociedade, inclusive para um uso adequado dos recursos naturais, isto é, a formação de rendas diferenciais é um processo importante para a definição de preços eficientes. A socialização das rendas diferenciais com a superação do capitalismo seria, portanto, algo mais complicado do que Marx supôs n'O Capital.

Isto pode ser mostrado mais claramente por meio da renda diferencial II definida por Marx, a qual envolve o efeito do investimento de diferentes somas de capital sobre a renda da terra. Marx analisa minuciosamente vários exemplos relacionados a esta questão, por meio das mais diferentes combinações de como o capital pode ser investido e das consequências deste investimento sobre as rendas diferenciais. Assim, Marx se coloca a pergunta,

“(a) renda diferencial pela sua natureza é meramente o resultado de diferentes produtividades de capitais iguais investido na terra. Mas pode fazer alguma diferença se capitais de diferentes produtividades são investidos sucessivamente na mesma parcela de terra ou lado a lado em diferentes parcelas de terra, dado que os resultados são os mesmos?”<sup>17</sup>

A renda diferencial II pode se manifestar de diversas formas, permitindo explicar vários processos econômicos. Um destes, de particular interesse para os propósitos deste ensaio, diz respeito às consequências da existência de diferentes técnicas, que exigem quantidades diferentes tanto de meios de produção gerados pelo trabalho como de recursos naturais, proporcionando diferentes produtividades do trabalho. Um exemplo deste processo é o efeito da disponibilidade de terra, ou do aumento da demanda de produtos agrícolas, sobre o uso destas técnicas.

Um exemplo numérico, analisado por meio da programação linear, pode auxiliar a esclarecer essa questão. O problema primal é formulado como,

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } 8A + 4B + 2C + D + K & (2.12) \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned}$$

$$\text{DP) } 10A + 20B + 30C + 40D \geq 400 \quad (2.13)$$

17 “(the) differential rent was by its nature merely the result of the different productivity of equal capitals invested in land. But can it make any difference if capitals of different productivity are invested successively in the same plot of land or side by side in different plots of land, provided the results are the same?” (Marx, 1895, p. 479).

$$DK) A + 20 B + 40 C + 80 D - K \leq 0 \quad (2.14)$$

$$DT) A + B + C + D \leq 40 \quad (2.15)$$

onde ( $K$ ) são os meios de produção e as demais variáveis são as mesmas do modelo anterior. Quanto às restrições, ( $DP$ ) é a demanda de produtos para consumo final definida pela constante do lado direito da inequação, ( $DK$ ) é a necessidade do meio de produção gerado pelo trabalho e ( $DT$ ) é a restrição de terra, limitada pela constante do lado direito da inequação. Como se observa no problema primal, as atividades que exigem menos trabalho (conforme a expressão 12) e proporcionam menores produções físicas (conforme a expressão 13) são as que exigem mais meios de produção gerados pelo trabalho (como mostra a expressão 14).

O problema dual é,

$$\text{Maximizar } 400 P + 0 PK - 40 RT \quad (2.16)$$

Sujeito à

$$A) \quad 10 P - PK - RT \leq 8 \quad (2.17)$$

$$B) \quad 20 P - 20 PK - RT \leq 4 \quad (2.18)$$

$$C) \quad 30 P - 40 PK - RT \leq 2 \quad (2.19)$$

$$D) \quad 40 P - 80 PK - RT \leq 1 \quad (2.20)$$

$$K) \quad PK \leq 1 \quad (2.21)$$

onde, ( $P$ ) é o preço do produto, ( $PK$ ) o preço do meio de produção e ( $RT$ ) a renda da terra. As restrições correspondem às expressões que definem os preços, com as constantes do lado direito correspondendo à quantidade de trabalho necessária para gerar cada unidade de produto. Os resultados mostrados na tabela 2 foram obtidos a partir do aumento da demanda de produtos, fixada a disponibilidade de terra em 40 unidades (o que tem o mesmo efeito que diminuir a disponibilidade de terra, fixando a demanda de produtos finais).

Em primeiro lugar, é interessante destacar nos dados mostrados na tabela 2 que, com o aumento da demanda de produtos finais (o que faz a disponibilidade de terra diminuir relativamente), as parcelas de terra que exigem mais trabalho (conforme a expressão 12), e exibem os menores rendimentos por área (expressão 13), exigindo, porém, as menores quantidades de meio de produção gerados pelo trabalho (expressão 14), deixam de ser cultivadas dando lugar a parcelas mais produtivas, porém mais exigentes em meio de produção. A medida em que isto ocorre, a renda diferencial aumenta, devido a maior aplicação de trabalho (como mostra o aumento do valor das funções objetivo dos problemas primal e do dual, que é o mesmo).

Tabela 2 2: Resultados obtidos com o modelo de renda diferencial II a partir de um aumento progressivo da demanda de produtos finais.

Demanda do produto	400	450	550	900	1300
Área Total	40	40	40	40	40
Área de A	40	35	25	0	0
Área de B	0	5	15	30	0
Área de C	0	0	0	10	30
Área de D	0	0	0	0	10
Meio de produção	40	135	325	1000	2000
Preço do produto	0,9	1,5	1,5	1,8	3,9
Preço do meio produção	1	1	1	1	1
Renda da Terra	0	6	6	12	75
Valor (funções objetivo)	360	435	585	1140	2070

Fonte: elaborado a partir de dados apresentados por Marx, (1895, p. 470).

Em segundo lugar é interessante salientar que os preços aumentam, assim como as rendas diferenciais, apenas quando há uma mudança da combinação de terras cultivadas (ou seja, da base ótima da solução). Isto pode ser evidenciado quando observamos que, quando a demanda de produtos finais (correspondentes à produção) passa de 450 para 550 unidades, e as mesmas atividades (A) e (B) são cultivadas, os preços e as rendas diferenciais não se alteram. Nos demais casos os preços e as rendas mudam. Isto indica que, mesmo com uma alteração da produção, os preços só mudam se houver uma mudança da base ótima, isto é, uma mudança qualitativa das condições de produção.

A tabela 3 mostra o valor agregado que seria gerado a partir da aplicação direta de 50 unidades de trabalho, considerando uma demanda de 900 unidades de produto final.

Tabela 2 3: Valor agregado a partir da aplicação direta de 50 unidades de trabalho, com uma demanda de 900 unidades de produto final.

Cultura	A	B	C	D	K
Trabalho	50	50	50	50	50
Área cultivada	6,25	12,5	25	50	
Produção	62,5	250	750	2000	50
Valor total	112,5	450	1350	3600	50
Valor do meio de produção	6,25	250	1000	4000	0
Renda	75	150	300	600	0
Valor agregado	31,25	50	50	-1000	50

Fonte: elaborado a partir de dados apresentados por Marx, K., The Capital, vol. III, 1895, p. 470.

Como se pode observar na tabela 3, os valores agregados proporcionados pelas atividades (*B*) e (*C*), assim como pelo meio de produção (*K*), são equivalentes às unidades de trabalho diretamente aplicadas, enquanto que as demais atividades não permitem gerar um valor agregado equivalente ao trabalho aplicado. Na tabela 2, mostrada anteriormente, observa-se que são justamente as atividades (*B*) e (*C*) e o meio de produção (*K*) que compõem a base ótima da solução, sendo, portanto, as únicas que seriam cultivadas. Isto evidencia que os preços gerados pela solução do problema dual indicariam aos agentes econômicos as técnicas, e os investimentos equivalentes, que lhes permitiria obter o valor agregado mais elevado. É importante salientar que estes resultados correspondem aos esperados pela teoria do valor marxista quando desenvolvem-se, porém, apenas nas atividades que permitem a minimização do valor em quantidade de trabalho e a maximização do valor monetário. Em suma, os preços obtidos a partir do modelo são “eficientes”, pois permitem fazer o melhor uso possível da terra a partir das técnicas e dos recursos disponíveis.

Esses resultados, no entanto, foram obtidos porque as rendas da terra foram subtraídas do valor total, juntamente com o valor do meio de produção, no cálculo do valor agregado. Se as rendas fossem adicionadas aos valores agregados, como no caso em que elas seriam apropriadas pelos produtores, estes valores seriam todos diferentes do valor em trabalho. Isto indica que as rendas diferenciais são importantes para a definição de preços eficientes. E como elas são geradas devido a limitação de recursos que não são produzidos pelo trabalho, é lógico argumentar que as rendas geradas por tais recursos deveriam ser apropriadas pela sociedade como um todo, para serem redistribuídas de acordo com critérios independentes da propriedade privada. De qualquer forma, a tentativa de eliminar as rendas diferenciais poderia levar a formação de preços ineficientes.

### **2.3 As rendas diferenciais nas economias capitalistas**

Na parte VI do volume III d'O Capital, Marx analisa a renda fundiária afirmando que a mineração gera rendas de forma similar as que ocorrem na agricultura<sup>18</sup>. O que Marx afirma em relação à agricultura e à mineração também se aplica a qualquer atividade que dependa diretamente de um recurso natural. Mas o que escapou à Marx é que o mesmo se aplica a qualquer heterogeneidade das condições de produção observada entre as unidades

---

18 MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999, p. 545.

econômicas, a qual pode não estar relacionada ao uso de recursos naturais. Na verdade, o que faz surgir rendas diferenciais é o fato da necessidade de certas unidades de produção, por qualquer motivo que seja, produzirem uma dada mercadoria a partir de um tempo de trabalho menor do que outras para a satisfação a demanda. Assim, qualquer heterogeneidade das condições de produção pode gerar rendas diferenciais, como por exemplo, diferenças na organização do trabalho, diferenças na formação técnica dos trabalhadores, diferentes fontes de matérias-primas, diferenças na distância da unidade de produção em relação aos fornecedores de matérias-primas ou aos consumidores, diferentes técnicas empregadas (que podem ou não tender a se generalizar ao conjunto das unidades de produção). Portanto, é extremamente raro (se é que existe) que todas as unidades econômicas que se dedicam a produção de uma mercadoria funcionem nas mesmas condições de produção. E isto gera rendas diferenciais tanto quanto as diferenças de fertilidade do solo ou de facilidade na extração de minérios, como aponta Marx n'O Capital.

O que Marx parece não ter percebido é que a heterogeneidade das condições de produção desempenham o mesmo papel que a escassez de recursos naturais no processo de reprodução de um sistema econômico monetário. Por esta razão, as condições de produção e os recursos naturais podem ser formalmente representados de maneira idêntica no processo de reprodução capitalista. Isto pode ser mostrado por meio de um exemplo numérico baseado em um modelo de programação linear.

Neste modelo<sup>19</sup> considera-se que um produto de consumo final pode ser produzido em dez condições de produção diferentes, cada qual podendo gerar até uma unidade de produto. Estas condições de produção exigem quantidades crescentes de trabalho, sendo que a fabricação de uma unidade de produto final exige uma unidade do meio de produção, cuja geração requer duas unidades de trabalho.

O problema primal do modelo é descrito como,

$$\text{Minimizar } q_1 + 2 q_2 + 3 q_3 + 4 q_4 + 5 q_5 + 6 q_6 + 7 q_7 + 8 q_8 + 9 q_9 + 10 q_{10} + 2 k \quad (2.22)$$

Sujeito às restrições

$$dpc) \quad q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} \geq D \quad (2.23)$$

$$dmp) \quad q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} - k \leq 0 \quad (2.24)$$

$$cp1) \quad q_1 \leq 1 \quad (2.25)$$

$$cp2) \quad q_2 \leq 1 \quad (2.26)$$

$$cp3) \quad q_3 \leq 1 \quad (2.27)$$

$$cp4) \quad q_4 \leq 1 \quad (2.28)$$

19 Também apresentado no primeiro ensaio desse livro: "As relações entre riquezas, valores e preços", relativo à renda diferencial I.

$$\begin{array}{rccccccc}
cp5) & & q_5 & & & & & \leq 1 & (2.29) \\
cp6) & & & q_6 & & & & \leq 1 & (2.30) \\
cp7) & & & & q_7 & & & \leq 1 & (2.31) \\
cp8) & & & & & q_8 & & \leq 1 & (2.32) \\
cp9) & & & & & & q_9 & \leq 1 & (2.33) \\
cp10) & & & & & & & q_{10} & \leq 1 & (2.34)
\end{array}$$

onde as variáveis são,

$q_i$  = quantidade ( $q$ ) do produto de consumo fabricado na condição de produção ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a 10;

$k$  = quantidade ( $k$ ) do meio de produção necessário para fabricar o produto de consumo;

$D$  = variável exógena que exprime a demanda total do produto de consumo.

E quanto às restrições,

$dpc$  = quantidade a ser produzida em cada condição de produção para satisfazer a demanda ( $D$ ) do produto de consumo;

$dpm$  = definição da quantidade do meio de produção;

$cp_i$  = condição de produção que limita a quantidade de produto de consumo fabricado na condição de produção ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a 10.

A partir do problema primal obtém-se o problema dual que fornece os preços e as rendas diferenciais que maximizam o valor monetário. O problema dual é descrito como,

$$\text{Maximizar } Dpq - 0pk - rc_1 - rc_2 - rc_3 - rc_4 - rc_5 - rc_6 - rc_7 - rc_8 - rc_9 - rc_{10} \quad (2.35)$$

Sujeito às restrições

$$pqkr_1) \quad pq - pk - rc_1 \leq 1 \quad (2.36)$$

$$pqkr_2) \quad pq - pk - rc_2 \leq 2 \quad (2.37)$$

$$pqkr_3) \quad pq - pk - rc_3 \leq 3 \quad (2.38)$$

$$pqkr_4) \quad pq - pk - rc_4 \leq 4 \quad (2.39)$$

$$pqkr_5) \quad pq - pk - rc_5 \leq 5 \quad (2.40)$$

$$pqkr_6) \quad pq - pk - rc_6 \leq 6 \quad (2.41)$$

$$pqkr_7) \quad pq - pk - rc_7 \leq 7 \quad (2.42)$$

$$pqkr_8) \quad pq - pk - rc_8 \leq 8 \quad (2.43)$$

$$pqkr_9) \quad pq - pk - rc_9 \leq 9 \quad (2.44)$$

$$paker10) \quad pq - pk - rc_{10} \leq 10 \quad (2.45)$$

$$lpk) \quad pk \leq 2 \quad (2.46)$$

onde as variáveis são,

$pq$  = preço do produto de consumo;

$pk$  = preço do meio de produção;

$rc_i$  = renda diferencial proporcionada pela limitação da quantidade do produto de consumo gerada na condição de produção ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a 10.

E quanto às restrições,

$pqkrc_i$  = ligação entre o preço do produto de consumo, o preço do meio de produção e a condição de produção ( $i$ ), sendo  $i = 1$  a 10;

$lpk$  = limitação do preço do meio de produção ao trabalho necessário para a sua fabricação.

Como em cada condição de produção só é possível produzir uma unidade de produto final, sendo necessária uma unidade de meio de produção em cada condição, a solução do modelo é trivial. Assim, conforme pode ser observado na tabela 4, para uma demanda de 8 unidades de produção, em cada uma das condições de produção de 1 a 8 é gerada uma unidade de produto, sendo necessárias 8 unidades de meio de produção. Como a geração de uma unidade de produto final necessita quantidades crescentes de trabalho (de 1 a 10, conforme mostra os coeficientes da função objetivo do problema primal (expressão 22) e os coeficientes do lado direito das restrições do problema dual (expressões 36 a 45). O preço do produto final fornecido pela solução dual é de 10 unidades monetárias, correspondente ao tempo de trabalho necessário para a geração do produto final nas condições de produção de menor produtividade (8 unidades), acrescido do tempo necessário para a geração do meio de produção (2 unidades). Como a atividade de todas as unidades de produção proporcionam remunerações a partir do mesmo preço, isto implica que as rendas geradas pela diversidade das condições de produção sejam inversamente proporcionais ao tempo de trabalho exigido em cada condição de produção, variando de uma unidade monetária para a condição de produção 7 até 7 unidades monetárias para a condição de produção 1. A condição de produção relacionada a menor produtividade do trabalho, mas ainda necessária para satisfazer a demanda (condição 8), não gera renda.

Os resultados discutidos no parágrafo anterior mostram de forma clara que o preço do produto final corresponde ao valor marginal em tempo de trabalho e não ao valor médio, como supunha Marx e é assumido pelos seus seguidores.

Adotando a mesma notação empregada para descrever as variáveis do modelo, a reprodução do sistema econômico é mostrada nas tabelas 4 e 5, em termos físicos e em valores monetários.

Tabela 2 4: Reprodução de um sistema econômico com condições de produção heterogêneas, em termos físicos.

	cp1	cp2	cp3	cp4	cp5	cp6	cp7	cp8	cp9	cp10	k	Produto	Trabalho
cp1												1	
cp2												1	
cp3												1	
cp4												1	
cp5												1	
cp6												1	
cp7												1	
cp8												1	
cp9												1	
cp10												1	
k												8	16
p1	1										1	1	1
p2		1									1	1	2
p3			1								1	1	3
p4				1							1	1	4
p5					1						1	1	5
p6						1					1	1	6
p7							1				1	1	7
p8								1			1	1	8
p9									0		0	0	0
p10										0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8		52

Fonte: elaborado pelo autor.

A tabela 4 mostra claramente que as condições de produção desempenham o mesmo papel que os recursos naturais na reprodução do sistema econômico em termos físicos. De fato, se substituirmos tais condições por recursos naturais escassos no modelo a sua formulação seria exatamente a mesma, alterando-se apenas o nome das restrições representadas pelas expressões 36 a 45 do modelo dual. Conseqüentemente, neste caso, os resultados também seriam exatamente os mesmos dos mostrados na tabela 4.

Na tabela 5 mostra o esquema de reprodução do sistema econômico em termos monetários, os quais foram obtidos pelas quantidades físicas mostradas na tabela 4 pelos preços do produto de consumo final e do meio de produção.



Tabela 2 5: Reprodução de um sistema econômico com diferentes condições de produção, em valores monetários.

	cp1	cp2	cp3	cp4	cp5	cp6	cp7	cp8	cp9	cp10	k	Produto	Valor agregado
cp1												7	
cp2												6	
cp3												5	
cp4												4	
cp5												3	
cp6												2	
cp7												1	
cp8												0	
cp9												0	
cp10												0	
k												16	16
p1	7										2	10	1
p2		6									2	10	2
p3			5								2	10	3
p4				4							2	10	4
p5					3						2	10	5
p6						2					2	10	6
p7							1				2	10	7
p8								0			2	10	8
p9									0		0	0	0
p10										0	0	0	0
Total	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	16		52

Fonte: elaborado pelo autor.

Comparando as duas tabelas, observa-se que os tempos de trabalho aplicados nas atividades, observados na tabela 4, correspondem aos valores agregados destas mesmas atividades, observados na tabela 5. Os totais do valor em tempo de trabalho e do valor monetário também são iguais. Estes resultados mostram a conformidade da solução do modelo com a teoria do valor de Marx. Enfim, é importante salientar que são as rendas geradas pela diversidade das condições de produção que permitem que os tempos de trabalho mostrados na tabela 4 sejam iguais aos valores agregados monetários apresentados na tabela 5.

## 2.4 Conclusões

Ao realizar a análise das rendas diferenciais, Marx entendia que a influência destas sobre os preços se restringia a situações específicas, como as que envolvem a agricultura e a mineração. Foi isto que o levou a elaborar seu modelo de formação dos preços sem considerar a influência das rendas diferenciais nas atividades econômicas que não utilizam diretamente recursos naturais. Marx não percebeu que a diversidade das condições de produção, quase

sempre presente em todas as atividades econômicas, geram rendas exatamente da mesma forma que a escassez dos recursos naturais, que ele analisou em detalhes por meio da renda fundiária na seção IV do volume III d'O Capital. Estes fatores, aliados à observação do comportamento dos preços ao longo do tempo em condições de desequilíbrio entre a oferta e a demanda levou Marx a considerar que a média dos preços equivalem ao valor médio em tempo de trabalho, na ausência da equalização das taxas de lucro. Nestas condições, Marx considerou que o valor médio seria representativo das condições de produção “normais” (ou predominantes) de produção de uma mercadoria. Esta consideração resulta na existência de transferências de renda simétricas, com as atividades desenvolvidas em condições de produção médias não gerando renda. É possível que esta concepção de rendas simétricas tenha levado Marx a aplicá-la para definir o processo de equalização das taxas de lucro, no qual as atividades desenvolvidas com capitais com menor composição orgânica transferem mais valia para as atividades desenvolvidas com capitais com maior composição orgânica, permanecendo inalterada a mais valia auferida pelas atividades com composição orgânica do capital média.

De qualquer forma, os resultados discutidos neste ensaio deixam pouca margem a dúvidas de que os preços correspondem a valores marginais e não médios. Há, portanto, duas concepções distintas da natureza dos preços no volume III d'O Capital. Uma formulada na análise da transformação de valores em preços discutidas especialmente na parte II, e outra presente na teoria das rendas diferenciais discutida na parte IV. Ocorre que estas concepções são incompatíveis entre si, tanto pelos seus pressupostos (como o relativo à condições “normais” de produção), quanto pela sua expressão formal (valores médios diante de valores marginais) e, principalmente, pelas suas consequências sobre a análise de vários fenômenos que determinam a dinâmica do capitalismo, como, por exemplo, os relacionados à concorrência entre os capitalistas e ao uso de recursos naturais.

O fato de Marx ter adotado a concepção dos preços como valores médios para explicar muitos dos fenômenos por ele analisados n'O Capital é perfeitamente compreensível. Na época de Marx a análise das relações entre oferta e demanda, assim como a aplicação de métodos matemáticos, era algo relativamente novo. É interessante observar que apesar de discorrer longamente sobre as relações entre a oferta e a demanda ao longo de quase todo o capítulo XX do volume III d'O Capital, Marx não elabora sequer um diagrama com curvas de oferta e demanda para ilustrar seu raciocínio. É provável que, se o tivesse feito, teria

percebido que em condições de equilíbrio o preço não corresponde ao valor médio. Isto porque, para Marx,

“Se oferta e demanda equilibram uma à outra, elas cessam de explicar qualquer coisa, não afetam os valores de mercado, e assim nos deixam no escuro sobre as razões de porque o valor de mercado é expresso justamente nesta soma de dinheiro e não em outra. (...) Na realidade, a oferta e a demanda nunca coincidem, ou, se o fazem é por mero acidente, portanto cientificamente = 0, e deve ser vista como não podendo ocorrer. Mas a economia política assume que a oferta e a demanda coincidem uma com a outra. Por quê? Para ser capaz de estudar os fenômenos em suas relações fundamentais, na forma correspondente a sua concepção, que é, estudá-los independentemente das aparências causadas pelo movimento da oferta e da demanda.”<sup>20</sup>

Assim, se o valor médio (ou “valor de mercado” como se expressava Marx) corresponde à média das oscilações dos preços de mercado ao longo do tempo quando a oferta e a demanda não se encontram em equilíbrio, isto, de acordo com o próprio Marx, não poderia explicar a natureza dos preços. Porém, infelizmente, provavelmente a falta de instrumentos adequados para orientar o seu raciocínio impediu Marx de perceber a natureza marginal dos preços em relação aos valores em tempo de trabalho.

O surpreendente é que, mesmo depois de cerca de 150 anos após Marx ter concebido os preços basicamente como valores médios, esta concepção ainda seja adotada praticamente de forma unânime pelos marxistas<sup>21</sup>. Uma forte razão deste (estranho) fenômeno encontra-se na identificação realizada pelos marxistas do cálculo à margem com a corrente neoclássica<sup>22</sup>. Porém, se esta identificação tinha alguma pertinência até o final do século XIX, diante dos conhecimentos hoje disponíveis (incluindo a própria teoria da renda diferencial de Marx) ela tornou-se algo totalmente fora de propósito.

20 “If supply and demand balance one another, they cease to explain anything, do not affect market-values, and therefore leave us so much more in the dark about the reasons why the market-value is expressed in just this sum of money and no other. (...) In reality, supply and demand never coincide, or, if they do, it is by mere accident, hence scientifically = 0, and to be regarded as not having occurred. But political economy assumes that supply and demand coincide with one another. Why? To be able to study phenomena in their fundamental relations, in the form corresponding to their conception, that is, is to study them independent of the appearances caused by the movement of supply and demand.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999, p. 135.

21 Aos quais podemos adicionar os autores neoricardianos. Quanto aos neoclássicos, estes sequer são capazes de explicar de forma clara e consistente a existência de rendas na economia. Isto porque a elaboração de uma teoria da renda consistente encontra obstáculos dificilmente transponíveis em uma teoria subjetiva do valor, tal como a adotada pelos neoclássicos.

22 Cujo advento é ainda hoje denominado de Revolução Marginalista.

### 3 VALORES E PREÇOS EM MARX

#### 3.1 Introdução

Um espectro assombra os marxistas. Há mais de um século ele vem atormentando a todos aqueles que ousam desafiá-lo sem se desvincular do materialismo histórico. E todo marxista que se preze um dia enfrenta o desafio. Esperando ser o Édipo que resolveu o mistério da Esfinge, enfrenta então o enorme risco que ele coloca: “Decifra-me ou devoro-te”. Mas, este mistério não foi criado por alguma pouco conhecida divindade grega, como descreve Sófocles na peça Édipo Rei. Foi o próprio Marx (que, como todos deveriam saber, foi apenas um homem) que o criou. Mas penso que Marx não criou este mistério para nos afastar dos tesouros escondidos nas pirâmides do materialismo histórico. Bem que poderia, porque, se o mistério original da Esfinge, expresso na questão: “Qual é o animal que pela manhã anda em quatro patas, à tarde em duas e à noite em três?” pode ser resolvido por Édipo, com a precisa resposta de que esse animal é o homem (pois quando criança gatinha em quatro patas, quando adulto anda sobre duas e, quando velho, com sua bengala, sobre três) exigindo, convenhamos, conhecimentos algo rudimentares de matemática, a análise do problema proposto por Marx muitas vezes é realizada por meio de sutis raciocínios formais, em geral difíceis de serem compreendidos. Para complicar ainda mais, o próprio Marx apresenta uma solução, por ele declarada provisória, mas que divide profundamente os marxistas sobre a sua correção ou, pelo menos, se Marx estava no caminho correto para encontrá-la.

Este espectro possui o cabalístico nome de “problema da transformação dos valores em preços”, intensamente debatido. Dentre os acontecimentos mais importantes ocorridos no quadro deste debate foram as inconsistências apontadas por autores neoricardianos, dentre os quais se destacam Ladislau von Bortkiewicz<sup>1</sup> e Piero Sraffa<sup>2</sup> (e os seus seguidores) à solução proposta por Marx ao problema. Tais críticas assumiram tal importância ao ponto de muitos marxistas passarem a adotar a “solução” proposta pelos neoricardianos ao problema da transformação.

---

1 BORTKIEWCZ, L. von, **Value and Price in the Marxian System**. London: MacMillan and Company Ltd; New York: The MacMillan Company, 1952 [1907]. Uma reinterpretação da análise de Bortkiewicz do problema da transformação de Marx é discutida no apêndice 2

2 SRAFFA, P., **Production of commodities by means of commodities**. Prelude to a critique of economic theory. Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960].

Uma característica importante deste debate, e que não deixa de ser curiosa, é que ele é centrado muito mais nos aspectos matemáticos da solução do problema do que nos processos econômicos propriamente ditos que permitem explicá-lo. Provavelmente, a crença generalizada de que a competição entre os capitalistas inelutavelmente resultaria na equalização das taxas de lucro é assumida como um pressuposto evidente por si mesmo, sendo raramente examinada de forma explícita<sup>3</sup>.

No entanto, não era esta a posição de Marx quando afirmou que,

“A realmente difícil questão é esta: como esta equalização dos lucros em uma taxa geral de lucro é realizada, desde que isto é obviamente um resultado antes que um ponto de partida?”<sup>4</sup>

Neste ensaio propomos uma abordagem do problema da transformação centrada nos processos econômicos que permitiriam a equalização das taxas de lucro, e não apenas na procura de uma eventual prova matemática da compatibilidade desta equalização com a teoria do valor de Marx, como normalmente o problema é abordado. Antes, porém, de analisar os processos econômicos que eventualmente resultariam na equalização das taxas de lucro, é importante discutir os motivos que levaram Marx a formular o “problema da transformação”, elegendo tal equalização como o processo que permitiria distinguir valores e preços, distinção que não é isenta de ambiguidades.

### 3.2 A relação entre valor e preço em Marx

Segundo vários autores<sup>5</sup>, é apenas em um estágio já relativamente avançado do seu pensamento que Marx elabora a sua teoria do valor que figurará em *O Capital*, especialmente no volume III, na qual ele passa a distinguir valor de troca e preços. Quanto as motivações que levaram Marx a esta distinção, segundo Ernest Mandel,

“Mas se o valor de troca das mercadorias é determinado pelo trabalho que elas contêm, como conciliar essa definição com o fato empiricamente constatado de que os preços de mercado dessas mesmas mercadorias são determinados pela 'lei da oferta e da procura'? (...) Esse problema é resolvido pela teoria da concorrência dos capitais, que Marx desenvolve a fundo

3 Uma exceção interessante é a análise de Pierre Salama e Jacques Valier, a qual, no entanto é pouco consistente. Uma análise crítica da interpretação destes autores é realizada no apêndice 3.

4 “The really difficult question is this: how is this equalization of profits into a general rate of profit brought about, since it is obviously a result rather than a point of departure?” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999, p. 126.

5 Uma revisão sobre esta questão é realizada por VIEIRA, Z. R. **Trabalho e emancipação humana em Marx: os Grundrisse**. Campinas: Papel Social, 2018, p. 12-129.

desde a redação dos Grundrisse, elaborando a teoria da distribuição equitativa da taxa de lucro, e da formação dos preços de produção, na base da concorrência entre os capitais.”<sup>6</sup>

No entanto, o autor não indica a partir de quais bases empíricas Marx constatou que os preços não correspondiam aos valores devido as relações entre oferta e demanda. Se tivesse tido condições de analisar estatisticamente a relação entre preços e tempo de trabalho, Marx teria percebido que estas duas variáveis são altamente correlacionadas, como mostra um grande número de trabalhos, não sendo possível detectar estatisticamente qualquer tendência das taxas de lucro à equalização sendo, assim, estatisticamente nula a influência de uma suposta equalização das taxas de lucro sobre os preços<sup>7</sup>.

De qualquer forma, para Marx o valor de uma mercadoria corresponde ao tempo de trabalho socialmente necessário para a sua produção. Assim, o tempo de trabalho médio socialmente necessário corresponderia ao “valor de troca” por unidade de mercadoria, o qual Marx distingue do seu valor de uso. Na ausência de um processo de equalização das taxas de lucro, tal valor de troca corresponderia ao preço da mercadoria. No entanto, Marx supôs que a concorrência entre os capitais levaria as taxas de lucro a se homogeneizar, surgindo deste processo “preços de produção” distintos dos valores de troca.

Ocorre, porém, que as relações entre a oferta e a demanda, mesmo na ausência de qualquer processo de equalização, geram preços distintos dos valores médios em condições heterogêneas de produção (que são as pressupostas por Marx). Isto porque, para satisfazer certo nível da demanda, de forma estável, o preço deve corresponder ao maior tempo de trabalho ainda necessário para a produção, ou seja, ao valor marginal e não ao médio. Portanto, a explicação para a diferença entre preços e valores médios encontra-se nas relações básicas entre oferta e demanda e não na concorrência entre os capitais. O que Marx denomina “preços de produção” são, portanto, apenas ajustes promovidos pelo processo de equalização das taxas de lucro que ocorrem a partir de preços já formados, o que torna pouco precisa a sua distinção em relação aos “valores de troca” (marginais ou, em condições homogêneas de

6 MANDEL, E. **A formação do pensamento econômico de Karl Marx. De 1843 até a redação d'O Capital**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1968, p. 90.

7 Como por exemplo em COCKSHOTT, P.; COTTRELL, A. A note on the organic composition of capital and profit rates. **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 27, 749-754, 2003; COCKSHOTT P. W., COTTRELL, A.; MICHAELSON, G. J. **Testing Labour Value Theory with input/output tables**. Department of Computer Science, University of Strathclyde, 1993 (disponível em <http://www.helmutdunkhase.de/marxts.pdf>); FARJOUN, E.; MARCHOVER, M. **Laws of Chaos: A Probabilistic Approach to Political Economy**. London: Verso Editions, 1983; e ZACHARIAH, D. Labour value and equalization of profit rates: a multi-country study. **Indian Development Review**, vol. 4, June 2006.

produção, “médios”<sup>8</sup>). Para complicar ainda mais, na discussão na seção VI do volume III de *O Capital*, na qual discute a renda fundiária, Marx calcula os preços decorrentes das rendas diferenciais como valores marginais (tendo ou não consciência disto) admitindo que as rendas diferenciais proporcionam um lucro extra<sup>9</sup> aos capitalistas que produzem em condições mais favoráveis. A terra e outros recursos naturais, porém, não são as únicas fontes de rendas diferenciais. A adoção de inovações que proporcionam o aumento da produtividade do trabalho é o processo básico de concorrência entre os capitalistas (mesmo que a renda diferencial auferida seja apenas temporária). Isto faz com que esta concorrência tenda a fazer aumentar, e não diminuir, a diferença entre as taxas de lucro. Assim, diante de tamanha confusão, o que consideramos neste ensaio como preços são, fundamentalmente, valores marginais, e não os preços de produção propostos por Marx (sendo estes os únicos considerados pelos marxistas em geral como verdadeiros preços e não valores).

Procurando demonstrar matematicamente que a determinação dos preços de produção a partir da equalização das taxas de lucro mantinha a igualdade entre a massa de valores em tempo de trabalho e a massa de valores monetários, assim como entre a massa de mais valia e a massa de lucros, é que Marx formulou o problema da transformação de valores em preços, exaustivamente estudado de um ponto de vista matemático desde a publicação do volume III de *O Capital* em 1895. No entanto, muito menos estudados são os processos econômicos por meio dos quais a concorrência entre os capitalistas poderia eventualmente resultar na equalização das taxas de lucro. São tais processos que serão analisados nas próximas seções.

### 3.3 Marx e os processos econômicos de equalização das taxas de lucro

Após discutir no nono capítulo do volume III d'*O Capital* como matematicamente as taxas de lucro podem se equalizar, no capítulo seguinte Marx se dedica a analisar os processos econômicos que seriam responsáveis por esta equalização. Boa parte do capítulo é dedicada à discussão de como os preços são influenciados pelas relações entre oferta e demanda. Assim, apesar de Marx alertar que,

“a ‘demanda social’, i.e., o fator que regula o princípio da demanda, é essencialmente sujeito às relações mútuas entre as diferentes classes e suas respectivas posições econômicas, notadamente, em primeiro lugar, a relação entre a mais-valia total e os salários e, em segundo lugar, a relação das várias partes em que a mais-valia é

8 Pois neste caso, a “média” é obtida a partir de apenas uma condição de produção.

9 O “surplus-profit”, discutido em MARX, K., *The capital. A critique of Political Economy*. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999. p. 465.

distribuída (lucro, juros, renda fundiária, taxas, etc.). E isto mostra novamente como absolutamente nada pode ser explicado pela relação entre oferta e demanda antes de precisar as bases sobre as quais estas relações se assentam.”<sup>10</sup>

No final do capítulo, Marx parece concluir que é a orientação dos investimentos de acordo com a composição orgânica do capital que, alterando as relações entre a oferta e a demanda dos produtos e, portanto, os preços, que provocaria a equalização das taxas de lucro. Isto fica claro na seguinte declaração,

“Agora, se as mercadorias fossem vendidas por seus valores, então, como temos mostrado, surgiriam muito diferentes taxas de lucro nas várias esferas de produção, dependendo da composição orgânica das massas de capital nelas investidas. Mas o capital recua de uma esfera com taxa de lucro menor e invade outra, que gera lucros maiores. Mediante esse constante afluxo e influxo ou, em breve, mediante sua distribuição entre as diversas esferas, conforme em uma delas sua taxa de lucro diminua e, em outra, aumente, o capital cria uma relação entre oferta e demanda de tal forma que o lucro médio das diversas esferas da produção torna-se o mesmo e os valores, por conseguinte, se transformam em preços de produção.”<sup>11</sup>

Esta afirmação de Marx será tomada como um ponto de partida para a nossa análise dos processos econômicos responsáveis pela equalização das taxas de lucro e pela transformação de valores em preços de produção.

### **3.4 As relações entre a oferta e a demanda na equalização das taxas de lucro**

Para examinar como a modificação dos preços por meio das relações entre oferta e demanda pode resultar na equalização das taxas de lucro nos utilizamos de modelos lineares que descrevem as tradicionais curvas de demanda. Duas situações são consideradas, uma em que a equalização ocorre entre ramos de produção diferentes e outra em que ela ocorre em um mesmo ramo de produção, no qual são aplicados capitais com diferentes composições orgânicas para gerar uma mesma mercadoria.

É importante salientar que o que provoca a alteração das relações entre oferta e demanda a partir da transferência de capital de um ramo de produção para outro, ou pela

10 MARX, K., *The capital. A critique of Political Economy*. Volume III editado por Friedrich Engels. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1895, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999. p. 131.

11 “Now, if the commodities are sold at their values, then, as we have shown, very different rates of profit arise in the various spheres of production, depending on the different organic composition of the masses of capital invested in them. But capital withdraws from a sphere with a low rate of profit and invades others, which yield a higher profit. Through this incessant outflow and influx, or, briefly, through its distribution among the various spheres, which depends on how the rate of profit falls here and rises there, it creates such a ratio of supply to demand that the average profit in the various spheres of production becomes the same, and values are, therefore, converted into prices of production.” Idem, p. 138.



adoção de uma técnica diferente para um mesmo produto, é o fato destas transferências alterarem as ofertas relativas da mercadoria. Em outras palavras, a produção será menor onde houver menos capital investido e vice-versa. Por isto consideramos em nossa análise que uma mesma quantidade de mercadoria pode ser produzida por quantidades de capital que empregam diferentes quantidades físicas de meios de produção em relação a quantidade de trabalho, ou seja, com diferentes composições técnicas. A aplicação dos preços sobre esta composição técnica fornece a composição orgânica do capital. A composição técnica dos dois capitais utilizados na análise são mostradas na tabela 3 1.

Tabela 3 1: Composição técnica dos capitais.

	Mercadoria 1	Mercadoria 2	Média
Mais valia (m)	100	200	150
Capital variável (v)	100	200	150
Capital constante (c)	300	200	250
Valor (m+v+c)	500	600	550
Taxa de mais valia (m/(v+c))	25,0%	50,0%	37,5%

Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando estas composições técnicas, assim como modelos lineares de oferta e demanda, foram calculadas as quantidades que deveriam ser produzidas de cada mercadoria para que a taxa de lucro fosse equalizada. Considerando o caso da equalização das taxas de lucro realizada entre ramos de produção diferentes, os resultados são mostrados na tabela 3 2, sendo a determinação dos preços ilustrada pela curva de demanda mostrada na figura 3.1.

Como podemos observar na tabela 3 2 e na figura 3.1, é possível obter a equalização das taxas de lucro entre os dois ramos de atividade por meio da alteração das quantidades produzidas. É importante observar que esta equalização ocorre por meio da equalização da composição orgânica do capital, a qual se redefine porque a massa de mais valia depende do preço do produto e da quantidade produzida, enquanto que a do capital constante varia apenas com a quantidade produzida (pois o preço dos meios de produção não se alteram).

Tabela 3 2: Equalização das taxas de lucro por meio da distribuição da produção de duas mercadorias geradas a partir de capitais com diferentes composições técnicas.

	Mercadoria 1 a = - 50; B = 800	Mercadoria 2 a = -30; B = 600
Quantidade (q)	2,80	7,20
Preço = -a*q + B	660,00	440,00
Valor = q * preço	1.848,00	3.168,00
Taxa de mais valia	100,00%	100,00%
Mais valia	504,00	864,00
Capital variável	504,00	864,00
Capital constante	840,00	1440,00
Capital total	1.344,00	2.304,00
Composição orgânica	1,67	1,67
Taxa de lucro	37,50%	37,50%

Fonte: elaborado pelo autor.

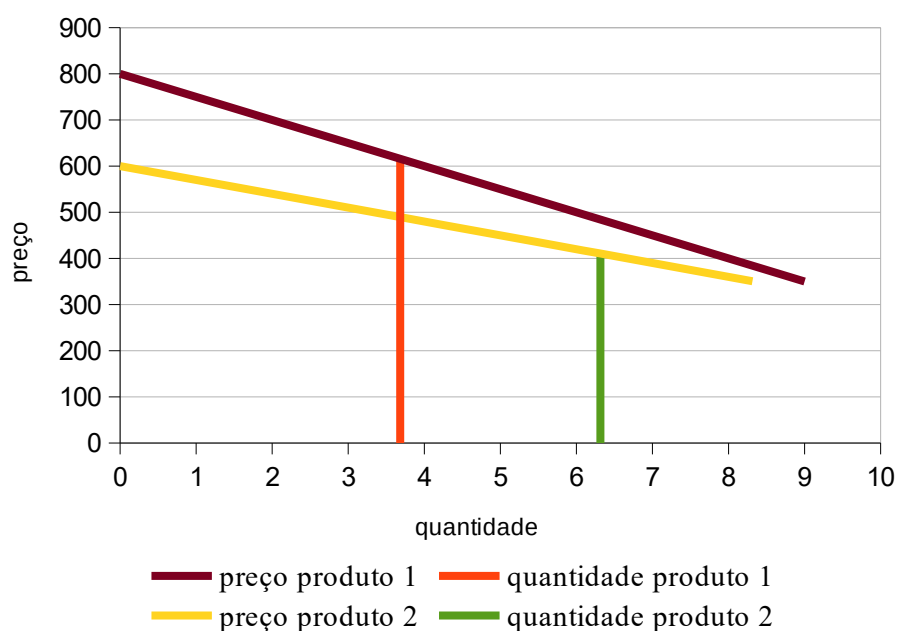


Figura 3.1: Preços de dois produtos definidos pelas relações entre oferta e demanda de forma a equalizar as taxas de lucro.

Fonte: elaborado pelo autor.

Vamos considerar agora a situação em que uma mesma mercadoria é produzida por capitais com composições técnicas diferentes, sendo estas as mesmas apresentadas na tabela 3

1. Os resultados são mostrados na tabela 3 3.

Tabela 3 3: Equalização da taxa de lucro pela geração de uma mercadoria a partir de dois capitais com composição técnica diferentes.

	Mercadoria 1	Mercadoria 2
Quantidade (q)	3,68	6,32
Preço = $-50 q + 800$	615,79	410,53
Valor = quantidade * preço	2268,70	2592,80
Taxa de mais valia	100,00%	100,00%
Mais valia	581,72	664,82
capital variável	581,72	664,82
Capital constante	1105,26	1263,16
Capital total	1686,98	1927,98
Composição orgânica	1,90	1,90
Taxa de lucro	34,48%	34,48%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de equalização por meio dos preços determinados pela demanda descrito na tabela 3 3 é ilustrado na figura 3.2. Assim como no caso em que os capitais são aplicados para a produção de mercadorias diferentes, quando os capitais são aplicados para a geração de uma mesma mercadoria os preços podem ser corrigidos pelas relações entre a oferta e a demanda, como mostrado na tabela 3 3 e na figura 3.2. É importante salientar que isto implica em modificações nas quantidades relativas dos capitais investidos.

No entanto, no capítulo nove, que precede o capítulo em que Marx afirma que são as relações entre a oferta e a demanda que corrigem os preços, Marx discute um exemplo em que não há menção alguma à ação da demanda na definição dos preços. Assim, embora no capítulo dez do volume III d'O Capital Marx procure demonstrar a compatibilidade entre a redefinição dos preços pelas relações entre a oferta e a demanda, o seu procedimento no capítulo anterior baseia-se exclusivamente nas condições de produção, especialmente na composição orgânica do capital, para explicar a formação dos preços. Este procedimento é discutido na próxima seção.

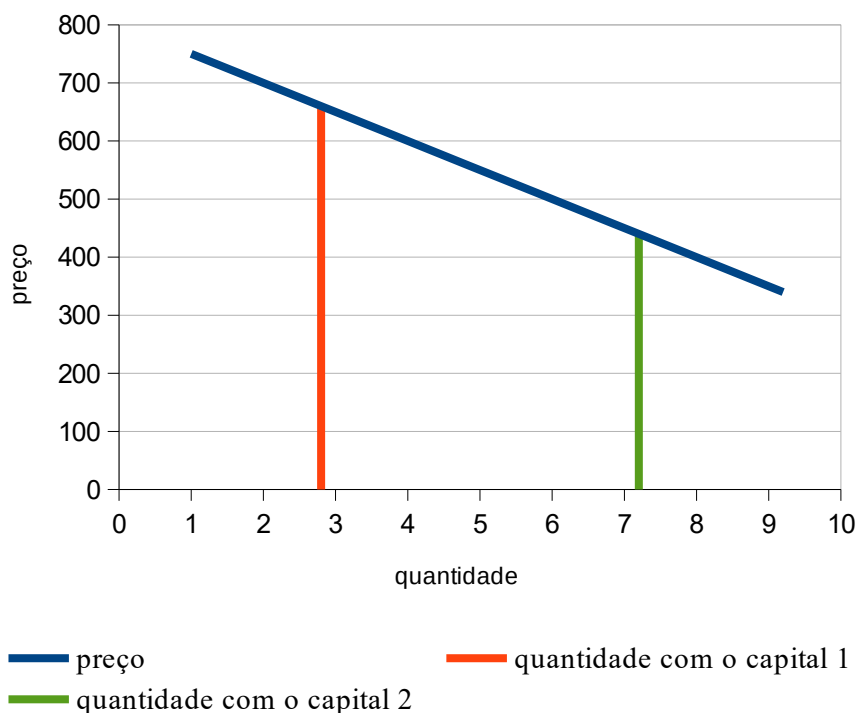


Figura 3.2: Determinação dos preços pela demanda a partir da aplicação de dois capitais que produzem uma mesma mercadoria.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.5 Formação dos preços e composição orgânica do capital

No capítulo nove, um dos principais pontos salientados por Marx é que o processo de equalização das taxas de lucro permite a manutenção da igualdade entre a massa total de mais valia e o valor monetário total dos lucros. A manutenção desta igualdade global, no entanto, não implica que ela se verifique na produção de cada mercadoria. É por esta razão que Marx denomina de preços de produção os resultantes do processo de equalização, sendo eles diferentes do tempo de trabalho (ou seja, do valor) médio para a produção das mercadorias. Para realizar esta demonstração, Marx afirma que são as relações diretas entre as composições orgânicas dos capitais que permitem redefinir os preços. Tomando como ponto de partida do seu raciocínio a existência de taxas de lucro diretamente determinadas pela composição orgânica de cada capital separadamente, Marx mostra como a redistribuição da mais valia total gera uma taxa de lucro uniforme, correspondente à taxa de lucro média definida a partir de capitais com diferentes composições orgânicas.

A questão que se coloca é como a mais valia pode ser redistribuída, para então definir os preços. Este processo só pode ocorrer pela alteração das quantidades relativas de mercadorias produzidas a partir de capitais com diferentes composições orgânicas. Este processo é ilustrado por Marx no capítulo nove d'O Capital, em um exemplo expresso por meio de diversas tabelas, as quais são sintetizadas na tabela 3 4.

Tabela 3 4: Equalização das taxas de lucro por meio da aplicação de capitais com diferentes composições orgânicas.

	Capital I	Capital II	Capital III	Capital IV	Capital V	Total	Média
Capital constante	80	70	60	85	95	390	78
Capital variável	20	30	40	15	5	110	22
Taxa de mais valia	100%	100%	100%	100%	100%		
Mais valia	20	30	40	15	5	110	22
Taxa de lucro	20%	30%	40%	15%	5%	110,00%	22,00%
Capital consumido	50	51	51	40	10		
Valor das mercadorias	90	111	131	70	20	422	84,4
Preço de custo	70	81	91	55	15		62,4
Preço das mercadorias	92	103	113	77	37	422	84,4
Taxa de lucro	22%	22%	22%	22%	22%		
Preço – valor	2	-8	-18	7	17	0	

Fonte: elaborado a partir de MARX, K. O Capital, vol. III, p. 114-116.

Para obter os resultados mostrados na tabela, Marx pode ter calculado primeiro a taxa de lucro média para, após, multiplicá-la pelo total de cada capital, obtendo assim os lucros de forma a redistribuir a massa de mais valia gerada proporcionalmente ao capital total investido. Outra forma de chegar ao mesmo resultado é somar a mais valia média ao preço de custo de cada mercadoria, obtendo assim o preço das mercadorias que proporciona uma taxa de lucro equalizada. No entanto, como Marx afirma no trecho anteriormente citado (relativo à nota 1), é a redistribuição da mais valia que deve resultar em uma taxa de lucro equalizada e não o inverso. Qualquer que tenha sido o procedimento adotado por Marx para efetuar a redistribuição da mais valia ele não indica por meio de quais processos econômicos ela é realizada.

Outra dificuldade colocada pelos resultados mostrados na tabela 3 4, é que Marx não indica as quantidades produzidas, o que dificulta a investigação de quais processos econômicos poderiam resultar na equalização das taxas de lucro. Além disto, o ajuste dos

preços, e das quantidades que eles podem pressupor, mostrados na tabela 3 4, não considera as suas consequências sobre as condições de reprodução do sistema econômico. Marx estava consciente deste problema, pois advertiu que,

“Nós tínhamos originalmente assumido que o preço de custo de uma mercadoria igualava o valor das mercadorias consumidas em sua produção. Mas para o comprador o preço de produção de uma mercadoria específica é seu preço de custo, e pode assim passar como preço de custo nos preços de outras mercadorias. Desde que o preço de produção pode diferir do valor de uma mercadoria, segue que o preço de custo de uma mercadoria contendo este preço de produção de outra mercadoria pode também estar acima ou abaixo da porção do seu valor total derivada do valor dos meios de produção consumidos. É necessário lembrar este significado modificado do preço de custo, e manter em mente que há sempre a possibilidade de um erro se o preço de custo de uma mercadoria em qualquer esfera particular é identificado com o valor dos meios de produção consumidos por ela. Nossa presente análise não necessita de um exame mais próximo deste ponto”<sup>12</sup>

No entanto, foi precisamente a partir da não consideração por Marx dos efeitos da equalização das taxas de lucro sobre as condições de reprodução do sistema econômico que os principais críticos de Marx elaboraram a sua suposta refutação da teoria do valor marxista. Ladislau von Bortkiewcs, um dos mais conhecidos destes críticos, retomando uma abordagem proposta por Tugan-Baranowsky<sup>13</sup>, introduz nos esquemas de reprodução que Marx elaborou no segundo volume d'O Capital a distinção entre o consumo dos trabalhadores (salários) e dos capitalistas (mais valia) obtendo assim um esquema de reprodução em três departamentos. A partir desta análise Bortkiewcs demonstra que não é possível, ao mesmo tempo, manter a paridade, em termos globais, entre valores monetários e em tempo de trabalho, ~~assim como e~~ entre a massa dos lucros e a da mais valia<sup>14</sup>. No entanto, a análise de Bortkiewcs, assim como de boa parte dos marxistas que tentaram refutá-lo, pressupõe a conservação do valor em

12 “We had originally assumed that the cost-price of a commodity equalled the value of the commodities consumed in its production. But for the buyer the price of production of a specific commodity is its cost-price, and may thus pass as cost-price into the prices of other commodities. Since the price of production may differ from the value of a commodity, it follows that the cost-price of a commodity containing this price of production of another commodity may also stand above or below that portion of its total value derived from the value of the means of production consumed by it. It is necessary to remember this modified significance of the cost-price, and to bear in mind that there is always the possibility of an error if the cost-price of a commodity in any particular sphere is identified with the value of the means of production consumed by it. Our present analysis does not necessitate a closer examination of this point.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy.** Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 121.

13 Conforme afirmado em BORTKIEWCS, L. von, On the correction of Marx's fundamental theoretical construction on the third volume of Capital. Apêndice em BÖHM-BAWERK, E.; **Karl Marx and the close of his system.** New York: Augustus M. Kelley, 1949, p. 199-221

14 A análise do problema da transformação feita por Bortkiewcs é comentada no apêndice 2.

tempo de trabalho observado nas condições iniciais no processo de equalização das taxas de lucro, como faz Marx no segundo volume de *O Capital*.

Evidentemente, a equalização das taxas de lucro por meio da concorrência entre os capitalistas implica que os mesmos reorientam seus investimentos, do que resulta modificações nas quantidades relativas produzidas e, assim, dos valores em tempo de trabalho. Por exemplo, uma simples mudança de técnica em uma atividade com a conseqüente alteração da composição técnica do capital implica na modificação da demanda de meios de produção, o que significa que as quantidades produzidas dos mesmos (ou mudanças nas técnicas de produção) devem ocorrer para manter as condições de reprodução do sistema. Como veremos, a alteração das quantidades dos meios de produção (e das técnicas empregadas para gerá-los) é um elemento importante para manter a paridade global entre os valores em tempo de trabalho e valores monetários das mercadorias. Isto indica que o processo de equalização das taxas de lucro não pode ocorrer apenas considerando os preços recebidos pela mercadoria, mas também os preços pagos pelos capitalistas pelos meios de produção.

Neste sentido, a tabela mostrada por Marx representa apenas o primeiro ciclo do processo (que obviamente não é sincronizado entre todos os ramos de produção) de equalização das taxas de lucro, o qual só se consuma com a equalização das taxas mostradas na quarta linha da tabela (que no primeiro ciclo mostra as condições iniciais desse processo).

### **3.6 Equalização das taxas de lucro e reprodução do sistema econômico**

Na sua análise da transformação de valores em preços, Marx considera os valores médios como pontos de partida. No entanto, como discutido no final da seção anterior, a equalização obtida por Marx corresponde apenas a um primeiro ciclo do processo de equalização. Assim, como Marx, consideraremos aqui os valores médios como condição inicial do processo de equalização, mas relacionando-os com as quantidades produzidas. Além disto, as atividades apresentadas correspondem a um sistema econômico em reprodução simples, que, para tanto, demanda um recurso natural. Enfim, foi considerado que cada produto de consumo final ou meio de produção pode ser obtido por meio de duas técnicas.

As exigências em tempo de trabalho aplicado diretamente à produção de meios de produção gerados pelo trabalho e de recursos naturais das atividades desse sistema são mostradas na tabela 5.

Tabela 3 5: Exigências de tempo de trabalho, de meios de produção e recurso natural das atividades.

	Produto (a)		Produto (b)		Meio de produção (k)		Meio de produção (z)	
Alternativa de produção	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2
Tempo de trabalho/unidade de produto	2	15	10	40	1	3	1	2
Demanda do meio de produção k	5	2	10	3			0,04	0,02
Demanda do meio de produção z	1	1	1	1	2	1		
Demanda de recurso natural							4	1

Fonte: elaborado pelo autor.

Ocorre que a determinação dos valores médios em tempo de trabalho das atividades de tal sistema econômico está longe de ser simples. Isto porque, como mencionado, os tempos de trabalho mostrados na tabela 5 correspondem apenas ao trabalho diretamente aplicado, não considerando o tempo de trabalho requerido pelos meios de produção, ou seja, o trabalho indireto. E os meios de produção empregados para a geração de um produto também exigem meios de produção para serem gerados, o que cria uma acumulação de tempos de trabalho difícil de ser calculada, mesmo no exemplo extremamente simples mostrado na tabela 5.

Por esta razão, para a definição dos valores médios em tempo de trabalho das atividades do sistema, que correspondem aos preços nas condições iniciais do processo de equalização, foi empregado um modelo de programação linear. No problema primal deste modelo, o tempo de trabalho socialmente necessário é minimizado, de forma a respeitar a demanda de produtos para consumo final e as restrições de meios de produção e recursos naturais. Este problema primal é formalizado como,

$$\text{Função objetivo: minimizar } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x \quad (3.1)$$

Sujeito às restrições

$$\sum q_i^l \geq D_i \quad (3.2)$$

$$\sum k_z^x - \sum a_{iz}^l q_i^l \geq K_z \quad (3.3)$$

$$\sum \sigma_{jz}^x k_z^x \leq R_j \quad (3.4)$$



onde temos,

$c_i^l$  = quantidade ( $c$ ) de trabalho necessária por unidade do produto ( $i$ ) com a técnica ( $l$ ).

$q_i^l$  = quantidade ( $q$ ) do produto ( $i$ ) fabricado com a técnica ( $l$ ).

$c_z^x$  = quantidade ( $c$ ) de trabalho por unidade de meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $x$ ).

$k_z^x$  = quantidade ( $k$ ) do meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $x$ ).

$D_i$  = quantidade demandada ( $D$ ) de produto ( $i$ ).

$K_z$  = quantidade ( $K$ ) excedente de meio de produção ( $z$ ) (reprodução simples  $K = 0$ )

$a_{iz}^l$  = quantidade ( $a$ ) do meio de produção ( $z$ ) necessária para produzir uma unidade do produto ( $i$ ) com a técnica ( $l$ ).

$\sigma_{jz}^x$  = quantidade ( $\sigma$ ) de recurso natural ( $j$ ) necessário para a produção do meio de produção ( $z$ ) com a técnica ( $x$ ).

$R_j$  = quantidade máxima ( $R$ ) a ser utilizada do recurso natural ( $j$ ).

O problema dual é formulado de maneira a obter, a partir do problema primal, as condições monetárias que lhe são correspondentes. Assim, a partir do problema dual são definidos os preços dos produtos de consumo final, dos meios de produção gerados pelo trabalho e dos recursos naturais, que maximizam o valor monetário, considerando a demanda de produtos, a disponibilidade de recursos e as condições técnicas de produção. Ele é formulado como,

$$\begin{aligned} \text{Função objetivo: maximizar } & \sum D_i p_i + K_z \beta_z - \sum R_j r_j \\ \text{Sujeito à restrição} & \end{aligned} \quad (3.5)$$

$$p_i - \sum a_{iz}^l \beta_z \leq c_i^l \quad (3.6)$$

$$\beta_z - \sum \sigma_{jz}^x r_j \leq c_z^x \quad (3.7)$$

onde, além das variáveis do problema primal, já descritas, temos,

$p_i$  = preço do produto ( $i$ ).

$\beta_z$  = preço do meio de produção ( $z$ ), gerado pelo trabalho.

$r_j$  = preço do recurso natural ( $j$ ).

De acordo com o teorema da dualidade, com as soluções ótimas temos,

$$\text{mínimo } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x = \text{máximo } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (3.8)$$

Uma questão que se coloca, ao propormos a programação linear como um quadro para a análise do problema da transformação, é que esta considera os preços como valores marginais, enquanto que Marx considera os preços como valores médios como ponto de partida do processo de equalização. Na programação linear, os preços são considerados equivalentes à variação no resultado da função a ser otimizada (ou “função objetivo”) decorrente da variação de uma unidade de cada um dos coeficientes do lado direito das restrições do problema primal, ou seja, às variações marginais do valor em relação às restrições. Mas isto não coloca dificuldade alguma para a obtenção de preços correspondentes a valores médios.

A forma mais simples de demonstrar esta possibilidade é a partir da expressão 8. Se considerarmos que os recursos naturais não restringem a solução, o que implica que os seus preços são nulos, e o sistema encontra-se em reprodução simples (o que implica que a geração líquida de meios de produção é nula) a expressão 8 torna-se,

$$\text{mínimo } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x = \text{máximo } \sum D_i p_i \quad (3.9)$$

A expressão 9 dividida pela quantidade de produto final (considerando que  $\sum D_i = \sum q_i^l$ ) demonstra que o preço médio de um produto é igual ao tempo de trabalho diretamente aplicado para produzi-lo acrescido do tempo de trabalho aplicado para a geração dos meios de produção, por unidade de produto. Considerando que o tempo de trabalho diretamente aplicado para a geração do produto corresponde ao valor agregado, e que o preço do produto é implicitamente considerado como eficiente (ou seja, que induz à produção de uma quantidade ofertada igual à demandada, implicando na minimização do valor em tempo de trabalho e na maximização do valor monetário agregado), a expressão 9 pode ser escrita como,

$$p_i = c_i^l + \frac{(\sum c_z^x k_z^x)}{\sum D_i} \quad (3.10)$$

Enfim, considerando que o valor agregado ( $c_i^l$ ) corresponde ao capital variável ( $v$ ) somado a mais valia ( $m$ ) e que os meios de produção correspondem ao capital constante ( $c$ ) temos,

$$p_i = v + m + c \quad (3.11)$$

o que corresponde ao modelo de formação dos preços de Marx demonstrando, assim, que a consideração por Marx de que os preços correspondem a valores médios é um caso particular do modelo em que os preços são valores marginais. A particularidade da versão de Marx é a

ausência de rendas, a qual implica na abundância de recursos naturais. Além disto, é importante salientar que a consideração dos valores médios como preços, coerentemente com a teoria do valor de Marx, segundo a qual o tempo de trabalho diretamente aplicado em uma atividade é igual ao valor por ela agregado, só se verifica no caso de preços eficientes (isto é, que induzem a oferta a corresponder à demanda e maximizam o valor monetário a partir de condições de produção que minimizam o valor em tempo de trabalho).

Outra forma, talvez mais didática, de mostrar que o valor médio corresponde ao preço na ausência de rendas é por meio da análise de uma curva de oferta. De acordo com a teoria do valor de Marx o custo de produção, em última instância, corresponde exclusivamente ao tempo de trabalho (direto e indireto) aplicado para gerá-la. Isto implica que a área abaixo de uma curva de oferta corresponde ao custo total em tempo de trabalho. Considerando que os preços variam em função da quantidade produzida, na ausência de recursos limitantes e, portanto, de rendas, os preços são inelásticos em relação à produção e o custo aumenta linearmente com a quantidade produzida, o que formalmente pode ser demonstrado por,

$$c_i = \int p dq = \int (aq + k) dq \Leftrightarrow p = \frac{d(aq + k)}{dq} = a \quad (3.12)$$

onde ( $c_i$ ) é o custo de produção (em tempo de trabalho), ( $p$ ) é o preço e ( $q$ ) a quantidade produzida (oferta). Considerando o caso em que a constante ( $k$ ) da função afim da expressão 12 é nula, sendo, assim, também nulo o custo total em tempo de trabalho quando a quantidade é nula, temos,

$$c_i = pq \Leftrightarrow p = \frac{c_i}{q} \quad (3.13)$$

ou seja, os preços marginais são iguais aos preços médios.

Os resultados indicados nas expressões 12 e 13 podem ser ilustrados por meio de uma curva de oferta. Por exemplo, considerando quantidades crescentes do produto para consumo final ( $a$ ), obtemos as curvas dos preços e de custo total, mostradas na figura 3.

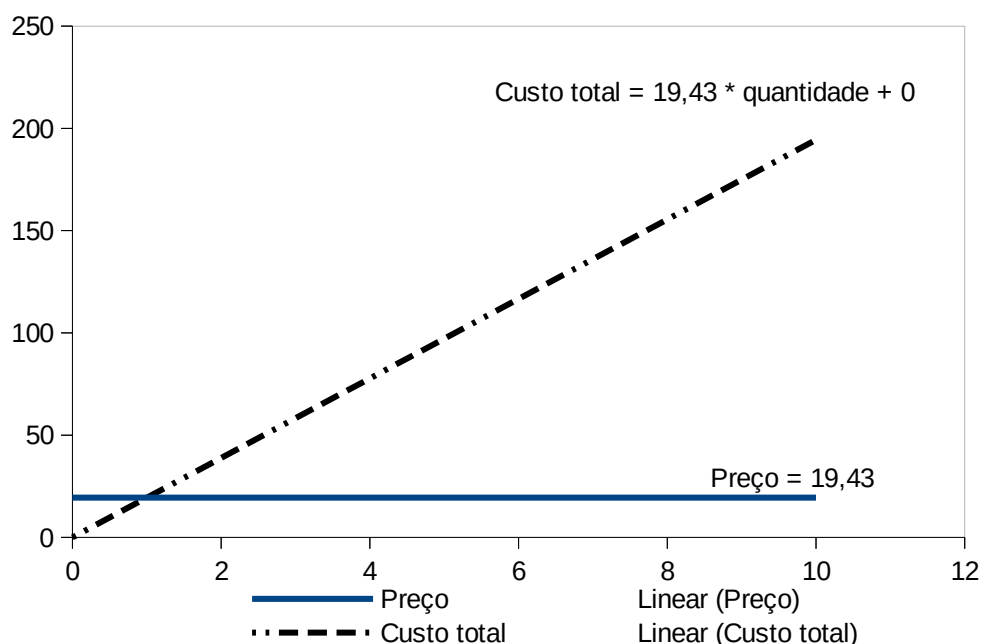


Figura 3.3: Curvas do preço e do custo total em função da quantidade do produto (*a*)

Fonte: elaborado pelo autor.

O preço mostrado na figura 3 foi obtido a partir do modelo, cuja estrutura formal foi descrita anteriormente, parametrizado de forma que a demanda dos produtos para consumo final (*a*) e (*b*) seja de 30 e 70 unidades físicas, respectivamente, sendo a quantidade (não limitante) do recurso natural fixada em 6.087 unidades físicas. Além disto, neste modelo foram consideradas duas alternativas técnicas para a geração de cada produto para consumo final e cada meio de produção gerado pelo trabalho. Este modelo, que representa um sistema econômico em reprodução simples, foi empregado para a obtenção dos preços médios na análise do processo de equalização das taxas de lucro, realizada a seguir.

O problema primal do modelo empregado para a obtenção dos preços médios é,

$$\text{Minimizar } 2 a_1 + 15 a_2 + 10 b_1 + 40 b_2 + k_1 + 3 k_2 + z_1 + 2 z_2 \quad (3.14)$$

Sujeito à restrições

$$\text{demanda produto final a) } a_1 + a_2 \geq 70 \quad (3.15)$$

$$\text{demanda produto final b) } b_1 + b_2 \geq 30 \quad (3.16)$$

$$\text{demanda meio prod. z)- } 5 a_1 - 2 a_2 - 10 b_1 - 3 b_2 + k_1 + k_2 - 0.04 z_1 - 0.02 z_2 \geq 0 \quad (3.17)$$

$$\text{demanda meio prod. k) } -a_1 - a_2 - b_1 - b_2 - 2 k_1 - k_2 + z_1 + z_2 \geq 0 \quad (3.18)$$

$$\text{demanda recurso natural) } 4 z_1 + z_2 \leq 6087 \quad (3.19)$$

A partir do problema primal parametrizado, descrito acima, em que o tempo de trabalho socialmente necessário (ou seja, o valor) é minimizado, dados os níveis e o perfil da demanda, as condições técnicas e a disponibilidade do recurso natural, obtém-se um problema dual que maximiza o valor monetário a partir da definição dos preços. O problema dual do modelo é,

$$\text{Maximizar } 70 pa + 30 pb - 0 pk - 0 pz - 6087 pr \quad (3.20)$$

Sujeito às restrições

$$a1) \quad pa \quad - 5 pk - pz \quad \leq 2 \quad (3.21)$$

$$a2) \quad pa \quad - 2 pk - pz \quad \leq 15 \quad (3.22)$$

$$b1) \quad pb - 10 pk - pz \quad \leq 10 \quad (3.23)$$

$$b2) \quad pb - 3 pk - pz \quad \leq 40 \quad (3.24)$$

$$k1) \quad pk - 2 pz \quad \leq 1 \quad (3.25)$$

$$k2) \quad pk - pz \quad \leq 3 \quad (3.26)$$

$$z1) \quad - 0.04 pk + pz - 4 pr \leq 1 \quad (3.27)$$

$$z2) \quad - 0.02 pk + pz - pr \leq 2 \quad (3.28)$$

De acordo com o teorema da dualidade, nas condições ótimas temos,

$$\text{Minimizar } 2 a1 + 15 a2 + 10 b1 + 40 b2 + k1 + 3 k2 + z1 + 2 z2 = \text{Maximizar } 70 pa + 30 pb - 0 pk - 0 pz - 6087 pr \quad (3.29)$$

Uma implicação importante da expressão 29 é que ela mostra que os preços obtidos pela solução do problema dual, determinados de forma coerente com as técnicas de produção indicadas pela solução do problema primal, são “eficientes”, isto é, são os que minimizam o trabalho socialmente necessário, dadas a demanda de produtos finais, a disponibilidade de recursos naturais e certo universo tecnológico. Isto significa que qualquer mudança nos preços que os afastam dos preços eficientes só pode advir do aumento do tempo total de trabalho socialmente necessário para a produção. Como a equalização da taxa de lucro implica em alteração dos preços, ela provoca a modificação do tempo de trabalho exigido para a produção, o que significa que o valor não pode ser conservado no processo de equalização, como Marx supunha.

A partir das condições iniciais, definidas como preços equivalentes aos valores médios obtidos por meio do modelo de programação linear, os preços passam a ser definidos pelo processo de equalização, de acordo com o procedimento adotado por Marx, mostrado na tabela 4. Após, as condições de produção compatíveis com estes preços são obtidas por meio do seguinte modelo,

$$V = 70 pa + 30 pb - 0 pk - 0 pz - 6087 pr \quad (3.30)$$

$$\text{Minimizar } 2 a1 + 15 a2 + 10 b1 + 40 b2 + k1 + 3 k2 + z1 + 2 z2 \quad (3.31)$$

Sujeito à restrições

$$a1 + a2 \geq 70 \quad (3.32)$$

$$b1 + b2 \geq 30 \quad (3.33)$$

$$- 5 a1 - 2 a2 - 10 b1 - 3 b2 + k1 + k2 - 0.04 z1 - 0.02 z2 \geq 0 \quad (3.34)$$

$$- a1 - a2 - b1 - b2 - 2 k1 - k2 + z1 + z2 \geq 0 \quad (3.35)$$

$$4 z1 + z2 \leq 6087 \quad (3.36)$$

$$2 a1 + 15 a2 + 10 b1 + 40 b2 + k1 + 3 k2 + z1 + 2 z2 \geq V \quad (3.37)$$

onde, ( $V$ ) é o valor monetário obtido pelos preços determinados pelo processo de equalização, o qual deve ser equivalente ao tempo de trabalho (conforme a expressão 29). E ( $pa$ ), ( $pb$ ), ( $pk$ ), ( $pz$ ) e ( $pr$ ) são os preços dos produtos para consumo final ( $a$ ) e ( $b$ ), dos meios de produção ( $k$ ) e ( $z$ ) e do recurso natural, respectivamente. Ainda, salientamos que ( $a1$ ), ( $a2$ ), ( $b1$ ) e ( $b2$ ) correspondem à alternativas para a geração dos produtos para consumo final ( $a$ ) e ( $b$ ), respectivamente; e ( $k1$ ), ( $k2$ ), ( $z1$ ) e ( $z2$ ) são alternativas para a geração dos meios de produção ( $k$ ) e ( $z$ ), respectivamente.

Após definidos os preços a partir de um ciclo do processo de equalização, as condições de produção que são coerentes com esses preços são definidas por meio de um problema primal de programação linear, cujo valor em tempo de trabalho fornecido pela função objetivo deve ser igual ao valor monetário definido a partir dos preços.

É importante salientar que a determinação das condições para a equalização das taxas de lucro descrita nos parágrafos anteriores é apenas uma forma de calcular os valores físicos e monetários a ela correspondentes, pois o processo propriamente econômico de equalização ocorre no sentido inverso ao dos cálculos descritos. Neste processo, os investimentos são reorientados em primeiro lugar, com os capitalistas adotando técnicas que permitem diminuir a composição orgânica do capital, o que gera as condições para a diminuição das diferenças entre as taxas de lucro. Os cálculos descritos apenas indicam quais condições de produção seriam compatíveis com o processo de equalização, em cada etapa do mesmo, sem a pretensão de reproduzir este processo tal como ele ocorreria na realidade.

Retornando à determinação das condições iniciais, salientamos que a quantidade de recurso natural não restringe a solução do modelo. O esquema de reprodução do sistema econômico em termos de riquezas (quantidades físicas), elaborado a partir da solução primal do modelo, é mostrado na tabela 6.

Tabela 3 6: Reprodução do sistema econômico em termos de riqueza nas condições iniciais.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Trabalho
Recurso natural				6.086,96	
Meio de produção z	6.086,96		60,87	1.521,74	1.521,74
Meio de produção k		1.421,74		710,87	710,87
Produto final a		70,00	350,00	70,00	140,00
Produto final b		30,00	300,00	30,00	300,00
Total	6.086,96	1.521,74	710,87		2.672,61
Excedente	0,00	0,00	0,00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os preços obtidos pela solução do problema dual foram os seguintes (em unidades monetárias):

Produto de consumo final ( $a$ ): 19,43

Produto de consumo final ( $b$ ): 43,74

Meio de produção ( $k$ ): 3,26

Meio de produção ( $z$ ): 1,13

Recurso natural: 0 (nulo)

Na tabela 7 é mostrado o processo de reprodução do sistema econômico em valores monetários, obtidos por meio da multiplicação dos preços fornecidos pela solução dual nas condições iniciais, mostrados no parágrafo anterior, pelas quantidades obtidas pela solução primal, mostradas na tabela 6.

Observando estas tabelas, em primeiro lugar, é interessante destacar que os resultados mostrados nas tabelas 6 e 7 são coerentes com a teoria do valor de Marx, na medida em que os tempos de trabalho, mostrados na tabela 6, são iguais aos valores agregados pelas atividades, mostrados na tabela 7. Além disso, as quantidades de meios de produção, físicas, em tempo de trabalho e monetárias, produzidos e consumidos são iguais.

Tabela 3 7: Reprodução do sistema econômico em valores monetários, condições iniciais.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Valores monetários	V. monetário (solução)	Valor agregado
Recurso natural				0,00	0,00	
Meio de produção z	0,00		198,49	1.720,23	0,00	1.521,74
Meio de produção k		1.607,18		2.318,05	0,00	710,87
Produto final a		79,13	1.141,30	1.360,43	1.360,43	140,00
Produto final b		33,91	978,26	1.312,17	1.312,17	300,00
Total	0,00	1.720,23	2.318,05	6.710,89	2.672,61	2.672,61
Excedente	0	0	0			

Fonte: elaborado pelo autor.

Em segundo lugar, é importante observar que as condições indicadas pelas soluções do modelo, tanto em termos físicos (solução primal), como monetários (solução dual), são as que permitem satisfazer a demanda de produtos para consumo final com a maior produtividade do trabalho possível devido à eficiência na aplicação dos meios de produção considerando as técnicas e os recursos naturais disponíveis. Por esta razão, os preços fornecidos pela solução dual são denominados de “eficientes” (o que, no entanto, é estritamente relativo às condições definidas no modelo, não podendo tal eficiência ser considerada como absoluta<sup>15</sup>). Isto fica ainda mais claro se analisarmos os resultados econômicos obtidos pela aplicação de oito unidades de tempo de trabalho por meio de cada técnica nas condições iniciais. Estes resultados são mostrados na tabela 8.

Como podemos observar na tabela 8 as técnicas  $(aI)$ ,  $(bI)$ ,  $(kI)$  e  $(zI)$  proporcionam um valor agregado equivalente às unidades de trabalho aplicadas, o que indica que estas técnicas são eficientes. Esta eficiência implica que qualquer produção gerada por técnicas diversas e em quantidade diferente das indicadas pela solução primal e qualquer preço diferente do indicado pela solução dual nas condições apresentadas pelo modelo implicam em queda na produtividade do trabalho, devido a uma aplicação menos adequada das técnicas de produção.

<sup>15</sup> Por exemplo, se em uma sociedade o acesso aos recursos naturais for limitado para assegurar a sua preservação, os preços decorrentes desta decisão não podem ser considerados nem mais, nem menos eficientes do que os definidos a partir de um maior acesso aos recursos naturais.



Tabela 3 8: Resultados econômicos obtidos pela aplicação de oito unidades de tempo de trabalho por meio de cada técnica nas condições iniciais.

Produto	Produto final a		Produto final b		Meio de produção k		Meio de produção z	
	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2
Técnica								
Produção física	4,00	0,53	0,80	0,20	8,00	2,67	8,00	4,00
Valor monetário	77,74	10,37	34,99	8,75	26,09	8,70	9,04	4,52
V. meios de produção	69,74	4,08	26,99	2,18	18,09	3,01	1,04	0,26
V. recurso natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor agregado	8,00	6,28	8,00	6,57	8,00	5,68	8,00	4,26
Composição orgânica do capital	17,43	1,30	6,75	0,66	4,52	1,06	0,26	0,12
Lucro	4,00	3,14	4,00	3,28	4,00	2,84	4,00	2,13
Taxa de lucro de cada técnica	5,4%	43,5%	12,9%	60,1%	18,1%	48,5%	79,3%	89,1%
Taxa de lucro do produto	8,82%		19,98%		24,48%		82,46%	

Fonte: elaborado pelo autor.

Este ponto é de suma importância. Há uma crença generalizada de que a formação de preços eficientes decorre da maximização das taxas de lucro. No entanto, conforme mostra os dados da tabela 8, as atividades que proporcionariam maior lucro não são as eficientes (que proporcionam maior valor agregado). Isto ocorre porque as técnicas eficientes são as que apresentam maiores composições orgânicas de capital, apesar de proporcionarem as maiores produtividades do trabalho. Como mostra o problema dual do modelo, é a maximização do valor agregado, e não do lucro, que permite atingir a maior produtividade e o melhor uso possível dos meios de produção nas condições técnicas especificadas. Isto porque é o valor, tanto em tempo de trabalho, como mostrado na tabela 6, como em termos monetários, como mostrado na tabela 7, que possui uma relação direta com a produção de riquezas, sendo o lucro apenas a porção das riquezas sociais apropriada pelos capitalistas. Por outro lado, é a reorientação dos investimentos nas técnicas com menor composição orgânica do capital que permite a equalização das taxas de lucro. Mas tal processo de equalização só pode ocorrer em detrimento da eficiência dos preços em orientar os agentes econômicos na aplicação das técnicas de produção e, portanto, na alocação dos recursos disponíveis.

A formação de preços ineficientes decorrente do processo de equalização das taxas de lucro provoca contradições no processo de reprodução do sistema econômico, impedindo que ele ocorra de forma estável. Como visto na seção anterior, o processo econômico de equalização das taxas de lucro ocorre pela orientação dos investimentos nas produções que

geram as maiores taxas. De acordo com a tabela 8 as taxas de lucro mais elevadas seriam obtidas com a exploração do recurso natural ( $z$ ) e, em menor grau, com as de geração do meio de produção ( $k$ ). No entanto, caso os investimentos fossem redirecionados a estes ramos de produção, em detrimento da geração de produtos de consumo, a demanda de recursos naturais e meios de produção não poderia ser suficiente para realizar as suas produções, gerando excedentes invendáveis do recurso natural e do meio de produção gerado pelo trabalho. Isto torna ainda mais difícil a concepção de como o processo de equalização das taxas de lucro pode resultar em preços que assegurem uma reprodução estável do sistema econômico, mesmo que simples.

Tabela 3 9: Resultados da submissão das condições iniciais ao processo de equalização (primeiro ciclo).

	Produto final a	Produto final b	Meio de produção k	Meio de produção z	Total	Média
Capital constante	1.220,43	1.012,17	1.607,18	198,49	4.038,28	1.009,57
Capital variável	70,00	150,00	355,43	760,87	1.336,30	334,08
Capital total	1.290,43	1.162,17	1.962,62	959,36	5.374,58	1.343,65
Capital proporcional	1,35	1,21	2,05	1,00		
Taxa de mais valia	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
Mais valia	70,00	150,00	355,43	760,87	1.336,30	334,08
Taxa de lucro	5,42%	12,91%	18,11%	79,31%		24,86%
Capital consumido	1.220,43	1.012,17	1.607,18	198,49		
Valor monetário total das mercadorias (preço*quantidades)	1.360,43	1.312,17	2.318,05	1.720,23	6.710,89	
Custo de produção	1.290,43	1.162,17	1.962,62	959,36		
V. mercadorias total após a equalização	1.611,28	1.451,13	2.450,59	1.197,89	6.710,89	
Taxa de lucro	24,86%	24,86%	24,86%	24,86%		
Lucro após equalização	320,85	288,96	487,97	238,53	1.336,30	334,08
Valor após – valor antes equalização	250,85	138,96	132,54	-522,34	0,00	
Composição orgânica	17,43	6,75	4,52	0,26	3,02	3,02
Comp. orgânica relativa	66,83	25,87	17,33	1		
Produto físico	70,00	30,00	710,87	1.521,74		
Preço antes equalização	19,43	43,74	3,26	1,13		
Preço após equalização	23,02	48,37	3,45	0,79		

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos preços considerados como condições iniciais procedeu-se a equalização da taxa de lucro das atividades do modelo de acordo com o método empregado por Marx (como mostrado na tabela 4) para a obtenção dos preços dela resultantes, o que corresponde a um primeiro ciclo de equalização. A tabela 9 mostra estes cálculos. Como se pode observar na tabela 9, a equalização das taxas de lucro entre as atividades ocorre de acordo com os resultados obtidos por Marx, com os desvios dos valores monetários das diferentes atividades em relação aos valores anteriores neutralizando-se mutuamente. Os preços obtidos após a equalização de todos os produtos para consumo final e dos meios de produção são superiores aos de antes da equalização, exceto os do meio de produção ( $z$ ). Esses resultados mostram que o processo de equalização das taxas de lucro torna os preços diferentes dos valores, embora de maneira global as diferenças entre valores e preços dos produtos se anulem. Analisando os resultados mostrados na tabela 9, é importante salientar a distinção entre o valor monetário total das mercadorias, de 6.710,89 unidades monetárias, e o valor monetário agregado, que corresponde apenas ao valor dos produtos para consumo final, de 2.672,6. Isto porque as riquezas correspondentes aos meios de produção, de um ponto de vista macroeconômico, são totalmente consumidas para a geração dos produtos finais. Isto mostra que o valor agregado, quer ele seja calculado de um ponto de vista macroeconômico ou microeconômico (isto é, ao nível das atividades produtivas isoladas), corresponde apenas ao trabalho “vivo”. Isto indica, também, o caráter microeconômico do processo de equalização da taxa de lucro, o que mostra que este é um processo de ajuste e não de formação de preços, na medida em que estes devem ser determinados a partir das condições globais do sistema de produção, e não apenas das condições das unidades de produção consideradas isoladamente.

Os preços mostrados na última linha da tabela 9, obtidos após o primeiro ciclo de equalização, foram aplicados ao modelo linear que determina as quantidades de meios de produção coerentes com os mesmos (expressões 30 a 37), a partir das quais foi elaborado um esquema de reprodução do sistema econômico, em termos de riquezas. Este esquema é mostrado na tabela 10.

Tabela 3 10: Reprodução em termos de riquezas do sistema econômico de acordo com os preços obtidos no segundo ciclo de equalização, com mudanças nas técnicas de produção.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Tempo de trabalho
Recurso natural				4.763,44	
Meio de produção z	4.763,44		51,80	1.503,61	1.920,61
Meio de produção k		1.403,61		701,80	701,80
Produto final a		70,00	350,00	70,00	140,00
Produto final b		30,00	300,00	30,00	300,00
Total	4.763,44	1.503,61	701,804405		<b>3.062,41</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

Comparando os resultados mostrados nas tabelas 6 e 10, observa-se que as quantidades físicas de meios de produção, assim como a do recurso natural, mostradas na tabela 10 são inferiores às mostradas na tabela 6. Isto ocorreu devido a adoção de técnicas que exigem menos meios de produção para a geração dos produtos de consumo. Houve, portanto, modificação dos coeficientes técnicos que exprimem as relações entre as riquezas. Para obter o esquema de reprodução do sistema econômico em valores monetários, os preços obtidos após o primeiro ciclo de equalização foram multiplicados pelas quantidades mostradas na tabela 10, tendo sido também calculado o valor agregado em cada atividade. Esses resultados são mostrados na tabela 11.

Tabela 3 11: Reprodução em termos monetários do sistema econômico de acordo com os preços obtidos no segundo ciclo de equalização, com mudanças nas técnicas de produção.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Total	Valor monetário	V. monet. (solução)	Valor agregado
Recurso natural					0,00	0,00	
Meio de produção z	0,00		178,59	178,59	1.183,61	0,00	1.005,03
Meio de produção k		1.104,90		1.104,90	2.419,34	0,00	1.314,45
Produto final a		55,10	1.206,56	1.261,66	1.611,28	1.611,28	349,62
Produto final b		23,62	1.034,19	1.057,81	1.451,13	1.451,13	393,32
Total	0,00	1.183,61	2.419,34	3.602,96	6.665,37	<b>3.062,41</b>	<b>3.062,41</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que os tempos de trabalho requeridos em cada atividade mostrados na tabela 11 diferem dos valores agregados pelas mesmas, mostrados na tabela 10, embora o valor total em tempo de trabalho mostrados por esta última e o valor agregado total mostrado na tabela 11 seja o mesmo. Isto indica que os preços já não correspondem aos valores em tempo de trabalho em cada atividade, mas que este é redistribuído entre as atividades de forma que os totais se mantenham os mesmos. Assim, os preços obtidos após o início do processo de equalização não são eficientes.

Como pode ser observado nas tabelas 10 e 11, a reprodução econômica do sistema respeita as condições para reprodução simples, ou seja, as quantidades físicas e os valores monetários dos meios de produção, observados nas colunas correspondentes, são iguais à demanda pelos mesmos, mostradas na última linha das tabelas. No entanto, é importante observar que os preços ineficientes podem provocar a geração de excedentes de meios de produção, os quais, neste caso seria invendáveis. Isto porque apenas as soluções ótimas dos problemas podem satisfazer a expressão (8), com um mínimo de trabalho socialmente necessário. Ocorre que, com a alteração dos preços no processo de equalização, o valor monetário foi aumentado acima do mínimo, conforme impõe a expressão (30), introduzida para respeitar a conservação do valor definida por Marx como condição par a solução do problema da transformação. Com o aumento do valor acima do mínimo, soluções múltiplas podem ser obtidas, inclusive por meio da geração de excedentes. Neste caso, porém, como não há aumento da geração de produtos finais para absorver tais excedentes (podendo até ocorrer a diminuição dos produtos finais, pela reorientação dos investimentos), eles não

podem ser realizados em valores monetários (não podem ser vendidos). Um exemplo deste tipo é mostrado nas tabelas 12 e 13, obtidas nas mesmas condições que geraram os resultados das tabelas 10 e 11, mas desta vez com um excedente do meio de produção ( $k$ ).

Tabela 3 12: Reprodução em termos de riquezas do sistema econômico de acordo com os preços obtidos no segundo ciclo de equalização, com mudanças nas técnicas de produção, com geração de excedente.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Tempo de trabalho
Recurso natural				6.087,00	
Meio de produção z	6.087,00		62,70	1.659,32	1.842,75
Meio de produção k		1.559,32		779,66	779,66
Produto final a		70,00	350,00	70,00	140,00
Produto final b		30,00	300,00	30,00	300,00
Subtotal	6.087,00	1.659,32	712,70429		3.062,41
Excedente	0,00	0,00	66,96		
Total	6.087,00	1.659,32	779,66		

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 13: Reprodução em termos monetários do sistema econômico de acordo com os preços obtidos no segundo ciclo de equalização, com mudanças nas técnicas de produção.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Total	Valor monetário	V. monetário (solução)	Valor agregado
Recurso natural					0,00	0,00	
Meio de produção z	0,00		216,16	216,16	1.306,19	0,00	1.090,03
Meio de produção k		1.227,47		1.227,47	2.687,74	230,82	1.460,27
Produto final a		55,10	1.206,56	1.261,66	1.611,28	1.611,28	349,62
Produto final b		23,62	1.034,19	1.057,81	1.451,13	1.451,13	393,32
Subtotal	0,00	1.306,19	2.456,92	3.763,11	7.056,34	3.293,23	3.293,23
Excedente	0,00	0,00	230,82				
Total	0,00	1.306,19	2.687,74				

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme pode ser observado na tabela 12, as condições necessárias para a reprodução do sistema, nas quais a demanda de meios de produção corresponde a sua oferta, só podem ser satisfeitas com a contabilização do excedente do meio de produção ( $k$ ). Por

outro lado, constata-se que a contabilização do valor do excedente faz com que o valor monetário total, apresentado na tabela 13, seja superior ao tempo de trabalho total mostrado na tabela 12, ou seja, mesmo o valor monetário agregado total deixa de ser equivalente ao tempo de trabalho total diretamente aplicado, ao contrário do observado nas tabelas 10 e 11. Os resultados mostrados nas tabelas 12 e 13, portanto, corroboram o que foi afirmado anteriormente de que a orientação dos investimentos pelas taxas de lucro podem levar a geração de excedentes de meios de produção que não podem ser aplicados para aumentar a geração dos produtos que os utilizam (na medida em que a quantidade destes é constante pois o problema da transformação é formulado com o sistema em reprodução simples), o que os torna irrealizáveis, desestabilizando o processo de reprodução econômica. Neste sentido, vale lembrar que, no processo econômico de equalização das taxas de lucro, é a reorientação dos investimentos, o qual provoca mudanças nas quantidades e nas técnicas, que provoca a alteração dos preços, e não o inverso, como ocorre nos cálculos realizados. Isto torna ainda mais incerta a correspondência entre oferta e demanda de meios de produção, necessária para a reprodução do sistema.

Na tabela 14 são apresentados os cálculos dos resultados econômicos obtidos a partir das soluções fornecidas pelo modelo, de cada atividade e técnica, após o primeiro ciclo de equalização. É interessante salientar que, como mostra a tabela 14, a técnica de produção ( $z_2$ ), que apresenta menor composição técnica do capital (mas menor produtividade do trabalho) passa a ser empregada. É, portanto, a alteração das quantidades produzidas a partir das diferentes técnicas disponíveis, as quais modificam a composição técnica do capital, aliada ao ajuste dos preços que permite que as taxas de lucro sejam equalizadas. A tabela 14 mostra também que o tempo de trabalho requerido pela aplicação de todas as técnicas não corresponde ao valor agregado pelas mesmas, o que mostra, mais uma vez, que os preços obtidos após o primeiro ciclo de equalização não são eficientes.

Tabela 3 14: Resultados econômicos de cada atividade e técnica no segundo ciclo de equalização.

Produto	Produto final a		Produto final b		Meio de produção k		Meio de produção z	
Técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2
Tempo de trabalho	140	0	300	0	701,80	0	1086,61	833,995
Produção física	70,00	0,00	30,00	0,00	701,80	0,00	1086,61	417,00
Valor monetário	1611,28	0,00	1451,13	0,00	2419,34	0,00	855,36	328,25
Valor meios de produção	1261,66	0,00	1057,81	0,00	1104,90	0,00	149,84	28,75
Valor do recurso natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor agregado	349,62	0,00	393,32	0,00	1314,45	0,00	705,53	299,50
Composição orgânica do capital	7,22	0,00	5,38	0,00	1,68	0,00	0,42	0,19
Lucro	174,81	0,00	196,66	0,00	657,22	0,00	352,76	149,75
Taxa de lucro da alternativa	12,17%	0,00%	15,68%	0,00%	37,30%	0,00%	70,19%	83,89%
Taxa de lucro do produto	12,17%		15,68%		37,30%		73,78%	

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 15 são mostrados os resultados obtidos a partir de um segundo ciclo de equalização, tendo como base os preços obtidos no primeiro ciclo. Como se pode observar, as taxas de lucro dos produtos mostradas na tabela 14 são as mesmas taxas mostradas na tabela 15 anteriormente à equalização das taxas de lucro. Isto confirma que a equalização das taxas de lucro proporcionada pelo ajuste dos preços observados nas condições iniciais foi apenas aparente. Assim, a equalização das taxas de lucro, que convergem assintoticamente, só ocorre efetivamente após vários ciclos quando as alternativas técnicas que permitem poupar meios de produção substituem completamente as demais técnicas. É interessante salientar que a equalização das taxas de lucro ocorre simultaneamente a diminuição das diferenças entre as composições orgânicas dos capitais. Com a continuidade do processo de equalização, as taxas de lucro das atividades, assim como as composições orgânicas dos capitais nelas aplicados, convergem progressivamente.



Tabela 3 15: Resultados obtidos no segundo ciclo de equalização.

	Produto final a	Produto final b	Meio de produção k	Meio de produção z	Total	Média
Capital constante	1.261,66	1.057,81	1.104,90	178,59	3.602,96	900,74
Capital variável	174,81	196,66	657,22	502,51	1.531,21	382,80
Capital total	1.436,47	1.254,47	1.762,12	681,10	5.134,16	1.283,54
Capital proporcional	2,11	1,84	2,59	1,00		
Taxa de mais valia	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
Mais valia	174,81	196,66	657,22	502,51	1.531,21	382,80
Taxa de lucro	12,17%	15,68%	37,30%	73,78%		29,82%
Capital consumido	1.261,66	1.057,81	1.104,90	178,59		
Valor monetário total das mercadorias (preço*quantidades)	1.611,28	1.451,13	2.419,34	1.183,61	6.665,37	
Custo de produção	1.436,47	1.254,47	1.762,12	681,10		
Valor das mercadorias total após a equalização	1.864,88	1.628,60	2.287,65	884,23	6.665,37	
Taxa de lucro	29,82%	29,82%	29,82%	29,82%		
Lucro após equalização	428,41	374,13	525,53	203,13	1.531,21	382,80
Valor após – valor antes equalização	253,60	177,47	-131,69	-299,38	0,00	
Composição orgânica (monetária)	7,22	5,38	1,68	0,36	2,35	2,35
Comp. orgânica relativa (proporcional)	20,31	15,14	4,73	1		
Comp. “orgânica” com base no tempo de trabalho	6,28	2,26	5,11	0,05		
Produto físico	70,00	30,00	701,80	1.503,61		
Preço antes equalização	23,02	48,37	3,45	0,79		
Preço após equalização	26,64	54,29	3,26	0,59		

Fonte: elaborado pelo autor.

No entanto, uma simulação indicou que, no caso representado pelo modelo, tal convergência ocorre de forma extremamente lenta. Os resultados do centésimo vigésimo ciclo, o último ciclo da simulação, são mostrados na tabela 16<sup>16</sup>.

16 Com a imposição de que o valor da função objetivo do problema primal deve ser igual ao do dual, o problema primal apresenta soluções múltiplas. Assim, o número de ciclos para a convergência das taxas de lucro pode variar, dependendo das soluções obtidas.

Tabela 3 16: Resultados obtidos no 120º ciclo de equalização.

	Produto final a	Produto final b	Meio de produção k	Meio de produção z	Total	Média
Capital constante	349,79	219,33	88,13	19,89	677,14	169,29
Capital variável	916,61	574,67	231,97	52,59	1.775,84	443,96
Capital total	1.266,41	794,00	320,10	72,48	2.452,99	613,25
Proporção entre os capitais	17,47	10,95	4,42	1,00		
Taxa de mais valia	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
Mais valia	916,61	574,67	231,97	52,59	1.775,84	443,96
Taxa de lucro	72,38%	72,38%	72,47%	72,55%		72,40%
Capital consumido	349,79	219,33	88,13	19,89		
Valor das mercadorias	2.183,02	1.368,66	552,08	125,07	4.228,83	
Custo de produção	1.266,41	794,00	320,10	72,48		
V. mercadorias após a equalização	2.183,23	1.368,81	551,84	124,95	4.228,83	
Taxa de lucro	72,40%	72,40%	72,40%	72,40%		
Lucro após equalização	916,82	574,81	231,74	52,47	1.775,84	443,96
Valor após – valor antes equalização	0,20	0,15	-0,23	-0,11	0,00	
Composição orgânica	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Comp. orgânica relativa	1,01	1,01	1,00	1,00		
Produto físico	70,00	30,00	238,60	338,60		
Preço antes equalização	31,19	45,62	2,31	0,37		
Preço após equalização	31,19	45,63	2,31	0,37		

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 16 as taxas de lucro antes e após a equalização apresentam valores muito próximos. É interessante também observar que os valores das composições orgânicas dos capitais são iguais (com o arredondamento dos números para duas casas decimais). Isto indica que os capitalistas investiram em atividades que exigem maiores despesas com salários em relação aos gastos com capital constante, substituindo equipamentos e insumos por mão de obra, o que implica em menor produtividade do trabalho. Esta diminuição da produtividade, aliás, pode ser constatada pelo aumento progressivo do valor, em tempo de trabalho e monetário, ao longo dos ciclos de equalização, como já comentado. É importante salientar que, embora as composições orgânicas dos capitais tenham diminuído em diferentes ritmos até se tornar muito próximas, o que leva a um uso de uma quantidade reduzida de recurso natural, os preços resultantes desse processo são ineficientes.

Na tabela 17 são apresentados os resultados econômicos obtidos a partir das quantidades de produto fornecidas pela solução do problema primal e dos preços fornecidos pela solução do problema dual no centésimo vigésimo ciclo de equalização.

Tabela 3 17: Resultados econômicos de cada atividade e técnica no 120º ciclo de equalização.

Produto	Produto final a		Produto final b		Meio de produção k		Meio de produção z	
	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2
Técnica								
Produção física	0,00	70,00	0,00	30,00	0,00	238,60	91,30	247,29
Tempo de trabalho	0	1050	0	1200	0	715,794	91,3043	494,587
Valor monetário	0,00	2183,02	0,00	1368,66	0,00	552,08	33,72	91,34
Valor dos meios de produção	0,00	349,79	0,00	219,33	0,00	88,13	8,45	11,44
Valor do recurso natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor agregado	0,00	1833,23	0,00	1149,34	0,00	463,95	25,27	79,90
Composição orgânica do capital	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,38	0,67	0,29
Lucro	0,00	916,61	0,00	574,67	0,00	231,97	12,64	39,95
Taxa de lucro	0,00%	72,38%	0,00%	72,38%	0,00%	72,47%	59,93%	77,73%
Taxa de lucro do produto		72,38%		72,38%		72,47%		72,55%

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando os resultados mostrados na tabela 17, observa-se que os valores agregados pelas atividades são muito diferentes dos tempos de trabalho aplicados na sua produção, o que mostra que os preços obtidos por meio das técnicas que permitiram a convergência das composições orgânicas do capital e, assim, das taxas de lucro, não são eficientes. É interessante observarmos os efeitos que o avanço do processo de equalização até o seu 120º ciclo exerce sobre a reprodução do sistema econômico. As condições de reprodução, em termos de riquezas, de tempos de trabalho e em valores monetários, são mostradas nas tabelas 18, 19 e 20, respectivamente.

Como se pode observar nas tabelas 18 e 19, as condições de reprodução do sistema econômico em termos de riquezas e em tempo de trabalho são satisfeitas, mesmo quando o processo de equalização encontra-se em um estágio avançado (120º ciclo). No entanto, é possível que este resultado não seja atingido, na medida

Tabela 3 18: Reprodução do sistema econômico em termos de riquezas no 120º ciclo de equalização.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Tempo de trabalho
Recurso natural				612,51	
Meio de produção z	612,51		8,60	338,60	585,89
Meio de produção k		238,60		238,60	715,79
Produto final a		70,00	140,00	70,00	1.050,00
Produto final b		30,00	90,00	30,00	1.200,00
Total	612,51	338,60	238,59805		<b>3.551,69</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 19: Reprodução do sistema econômico em tempo de trabalho no 120º ciclo de equalização.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto
Recurso natural				0,00
Meio de produção z	0,00		25,79	585,89
Meio de produção k		412,86		715,79
Produto final a		121,12	420,00	1.050,00
Produto final b		51,91	270,00	1.200,00
Total	0,00	585,89	715,79414	<b>3.551,69</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 20: Reprodução do sistema econômico em valores monetários no 120º ciclo de equalização.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Total	Valor monetário	Valor monetário (solução)	Valor agregado
Recurso natural					0,00	0,00	
Meio de produção z	0,00		19,89	19,89	125,07	0,00	105,17
Meio de produção k		88,13		88,13	552,08	0,00	463,95
Produto final a		25,86	323,94	349,79	2.183,02	2.183,02	1.833,23
Produto final b		11,08	208,25	219,33	1.368,66	1.368,66	1.149,34
Total	0,00	125,07	552,08	677,14	4.228,83	<b>3.551,69</b>	<b>3.551,69</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

em que os preços ineficientes podem levar a disparidades entre a oferta e a demanda de meios de produção. Isto indica que a equalização das taxas de lucro, portanto, não pode ser considerada como um processo econômico determinístico, pelo menos no sentido usual deste termo.<sup>17</sup>

A tabela 20 mostra que o valor das mercadorias é bastante elevado quando o processo de equalização encontra-se em um estágio avançado. Como procuramos demonstrar, este valor monetário corresponde, considerando as condições de produção, ao valor em tempo de trabalho. A existência de alternativas técnicas que permitem manter estáveis a quantidade dos produtos para consumo final ao longo do processo de equalização das taxas de lucro implica que este processo provoca uma diminuição da produtividade do trabalho. A comparação dos tempos de trabalho aplicados a cada atividade mostrados nas tabelas 17 e 18 com os valores agregados por cada atividade apresentados na tabela 19 mostram que há claras diferenças entre estes valores. Isto indica que há transferências de valor monetário entre as atividades na medida em que os valores globais em tempo de trabalho e monetários são iguais.

Enfim, foram realizadas simulações com condições iniciais em que havia escassez do recurso natural. Para que as rendas geradas pela escassez possam ser debitadas do resultado econômico elas são incorporadas no capital constante da atividade que extrai o recurso da natureza. Isto porque, rigorosamente, as rendas não se constituem em um preço, mas sim na adição de um valor transferido de outras atividades ao preço que seria formado com base no

<sup>17</sup> Uma hipótese é que o processo de equalização das taxas de lucro seja caótico-determinista, no sentido de que, embora definido exclusivamente por relações de causa e efeito (não aleatórias), é altamente sensível à perturbações.

trabalho aplicado para extrair os recursos naturais (ou simplesmente utilizá-los, como no caso da agricultura). É por esta razão que apenas a atividade extratora do recurso natural ( $z$ ) figura nas tabelas que descrevem o processo de equalização das taxas de lucro, o que impede que o “preço” representado pelas rendas seja considerado no procedimento de equalização proposto por Marx. Além disto, o efeito da equalização sobre as rendas só ocorre na medida em que provoca a mudança das técnicas de produção, com escassez do recurso natural. O procedimento de Marx, porém, não permite observar nem as modificações das técnicas de produção, nem a existência de escassez de recursos naturais. De qualquer forma, os resultados obtidos indicam que não há alteração do processo de equalização, exceto quando a escassez foi muito severa. É interessante observar que o processo de equalização levou a adoção de alternativas técnicas que poupam meios de produção, diminuindo a demanda do recurso natural. Assim, após alguns ciclos de equalização, a demanda de recurso natural se torna menor que a disponibilidade, no caso de escassez moderada do mesmo<sup>18</sup>.

Os resultados obtidos a partir de uma escassez severa do recurso natural são os mesmos fornecidos pelo modelo quando não há alternativas técnicas de produção. Isto ocorre porque uma escassez severa provoca o uso de todas as alternativas técnicas que permitem diminuir a composição técnica do capital, sem que as taxas de lucro sejam equalizadas. A partir deste ponto, a continuidade do processo de equalização fez com que as quantidades geradas de produtos para consumo final fossem superiores as suas demandas. Ocorre que, neste caso, a única forma de manter a paridade entre o valor monetário que resulta da definição dos preços pelo processo de equalização e o valor em tempo de trabalho definido pela demanda e pelas condições técnicas é o aumento da quantidade produzida de um ou mais produtos para consumo final. O problema que então se coloca é se as quantidades que excedem a demanda social serão consumidas, pois caso contrário os valores em tempo de trabalho não poderão, mesmo que globalmente, se equivaler aos valores monetários.

Nesta seção foi considerado que as quantidades de meios de produção podem se alterar ao longo do processo de equalização das taxas de lucro. No entanto, raramente esta possibilidade é explicitamente considerada nas soluções propostas ao problema da transformação. Isto pode levar a crer que as quantidades de produtos e de meios de produção

---

18 Como veremos, os efeitos da equalização são inversos aos provocados pelo aumento da produtividade, o qual, na medida em que tende a provocar o aumento da composição técnica do capital, tende também a demandar mais recursos naturais.

não se alteram no processo de equalização das taxas de lucro, sendo este processo realizado, portanto, pelo ajuste dos preços. Esta situação é analisada na próxima seção.

### **3.7 A transformação de valores em preços sem modificação das quantidades produzidas**

Como já mencionado, o problema da transformação de valores em preços formulado por Marx não indica as quantidades de produtos e de meios de produção, o que pode levar ao pressuposto de que estas quantidades são consideradas como constantes. Neste caso, para que o valor em tempo de trabalho possa se manter igual ao valor monetário, é necessário que mais trabalho seja empregado. Este processo pode ser analisado a partir do modelo apresentado na seção anterior, mantendo-se apenas uma das técnicas disponíveis das atividades (a de número 1, neste caso), tanto para a geração de produtos de consumo final, como para a de meios de produção.

Para que a igualdade entre os valores em tempo de trabalho e os valores monetários pudessem ser mantidas, foi considerado que os tempos de trabalho requeridos para a definição dos preços ao longo do processo de equalização fossem introduzidos como os coeficientes da função objetivo do modelo primal e como os coeficientes do lado direito das restrições do problema dual. Em termos econômicos, isto significa que, ao longo do processo de equalização, os capitalistas seriam levados a contratar mais trabalhadores de forma que a distribuição da mais valia possa ser ajustada progressivamente.

Partindo das mesmas condições iniciais (preços iguais ao valor médio) das simulações anteriores, observa-se que o processo de equalização das taxas de lucro realizado sem alteração das quantidades produzidas (que permaneceram as mesmas das condições iniciais) provoca uma progressão do tempo de trabalho bem maior e mais rápida do que anteriormente. Assim, as taxas de lucro praticamente se equalizam no 32º ciclo de equalização.

Os resultados obtidos, porém, indicam uma dinâmica econômica contraditória com a observada no capitalismo. A queda da produtividade que implica a equalização das taxas de lucro sem alteração das quantidades de meios de produção indica que os capitalistas contratariam mais trabalhadores, sem diminuição do emprego de meios de produção (como anteriormente), apenas para diminuir a composição orgânica do capital e, assim, obter maiores lucros. Mas estas contratações apenas acarretariam custos maiores para os capitalistas que as realizassem sendo, portanto, contraditórias com um processo concorrencial.

Outro resultado que complicaria ainda mais a equalização das taxas de lucro sem alteração das condições de produção é o fato de que este processo exigiria uma diminuição do tempo de trabalho diretamente aplicado para a geração do meio de produção ( $z$ ), que passa de uma unidade para 0,21 unidades de tempo de trabalho por unidade produzida. Quanto as demais atividades, o tempo de trabalho requerido aumenta. Como a diminuição do tempo necessário para a produção depende de inovações técnicas cujo surgimento é pouco controlável, dificilmente o aumento da produtividade do trabalho para a geração de um meio de produção pode ocorrer estritamente de acordo com as exigências do processo de equalização das taxas de lucro.

É interessante observar, por outro lado, que ao longo de todo este processo, os valores em tempo de trabalho e monetários são iguais, assim como a massa de mais valia e o total dos lucros. A igualdade dos tempos de trabalho e dos valores monetários é mostrada nas tabelas 19 e 20. Como se pode observar comparando estas duas tabelas o tempo necessário para a geração das atividades é equivalente ao valor agregado por cada uma delas.

Os resultados mostrados nesta seção e na seção anterior são coerentes com os processos econômicos que lhe são subjacentes. Porém, eles não deixam de ser estranhos. Isto porque eles são claramente contraditórios com as tendências observadas na história do capitalismo, marcada por expressivos aumentos da produtividade do trabalho decorrentes da procura da maximização do lucro por cada capitalista individualmente, a qual conduziria as taxas de lucro a se diferenciar e não a se equalizar. Por isto, é necessário que os processos de equalização das taxas de lucro sejam discutidos não apenas a partir do ajuste dos preços, tal como analisado por Marx nos capítulos nove e dez em *O Capital*, mas também diante de outros processos que determinam a dinâmica do capitalismo. Esta discussão é realizada na próxima seção.

Tabela 3 21: Reprodução em termos de riquezas após o 32o ciclo de equalização sem alteração das quantidades produzidas.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Trabalho
Recurso natural				6.086,96	
Meio de produção z	6.086,96		60,87	1.521,74	316,43
Meio de produção k		1.421,74		710,87	1.045,23
Produto final a		70,00	350,00	70,00	1.869,84
Produto final b		30,00	300,00	30,00	1.580,69
Total	6.086,96	1.521,74	710,869565		4.812,20
Excedente	0,00	0,00	0,00		



Tabela 3 22: Reprodução em valores monetários após o 32o ciclo de equalização sem alteração das quantidades produzidas

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Trabalho	V. monet. (solução)	Valor agregado
Recurso natural					0,00	0,00	
Meio de produção z	0,00		124,80	124,80	441,23	0,00	316,43
Meio de produção k		412,23		412,23	1.457,46	0,00	1.045,23
Produto final a		20,30	717,59	737,89	2.607,73	2.607,73	1.869,84
Produto final b		8,70	615,08	623,77	2.204,47	2.204,47	1.580,69
Total	0,00	441,23	1.457,46	1.898,69	6.710,89	4.812,20	4.812,20
Exced.	0,00	0,00	0,00				

Fonte: elaborado pelo autor

### 3.8 A equalização das taxas de lucro na dinâmica da economia capitalista

Dada a importância da composição orgânica do capital na teoria do valor de Marx, é interessante o seu significado em termos de riquezas. Embora a composição orgânica dependa dos preços relativos, o processo básico que rege as suas mudanças são as alterações que ocorrem na composição técnica do capital, isto é, na proporção entre trabalho e meios de produção, em termos físicos. A composição técnica é estreitamente relacionada com a produtividade do trabalho, também em termos físicos, isto é, com a capacidade de, a partir de determinado tempo de trabalho, se poder obter certa quantidade de riquezas. Isto ocorre porque o aumento da produtividade é obtido, basicamente, pela substituição de trabalho, ou seja, energia humana, por outras fontes de energia, o que permite que a quantidade de riquezas (valores de uso) aumente por unidade de tempo de trabalho. Ora, a aplicação de outras fontes de energia quase sempre implica em empregar mais meios de produção (como máquinas, por exemplo). Assim, uma relação direta entre produtividade do trabalho e composição orgânica do capital tende a se estabelecer. É por esta razão que, em geral, para o capitalista individual o aumento da produtividade do trabalho dos seus assalariados lhe permite um acesso imediato a uma porção maior da mais valia gerada pelo conjunto dos capitalistas que produzem a mesma mercadoria. Isto ocorre porque, considerando um mercado concorrencial (no qual os

capitalistas são tomadores de preço), a quantidade produzida pelos trabalhadores de um capitalista individual é negligenciável diante da dimensão do mercado, pouco afetando o preço, o qual se torna superior ao tempo de trabalho necessário para a geração dos produtos na unidade de produção. O aumento da produtividade do trabalho em uma unidade de produção, portanto, gera uma renda diferencial para o capitalista que é seu proprietário. No entanto, a medida em que a produtividade do trabalho aumenta também nas demais unidades de produção como por exemplo, pela adoção das inovações introduzidas anteriormente por outros capitalistas, os preços diminuem, eliminando as rendas diferenciais. Como estas inovações normalmente são acompanhadas por um aumento da composição orgânica do capital, o resultado é que, a partir de uma mesma taxa de mais valia, a concorrência entre os capitalistas que ocorre por meio do aumento da produtividade tende a provocar a diminuição da taxa média de lucro. Basicamente, esta é a lei da queda tendencial da taxa de lucro à qual Marx dedica uma seção inteira (capítulos 13 a 15) no volume III d'O Capital, na medida em que muitos fatores podem se contrapor a esta tendência, como por exemplo, uma maior exploração do trabalho e o próprio barateamento do capital constante provocado por aumentos da produtividade dos setores que geram os meios de produção. No entanto, o que é salientado aqui é que o aumento da produtividade é um mecanismo característico da concorrência entre os capitalistas, o que explica o grande dinamismo tecnológico que o capitalismo apresentou ao longo da sua história.

A concorrência por meio da transferência de capitais para as atividades com menor composição orgânica do capital é de natureza completamente distinta. Neste processo os capitalistas procuram investir nas atividades que permitem economizar capital constante, o que lhes proporciona maiores taxas de lucro. De acordo com os resultados discutidos na seção anterior, ao longo do processo de equalização das taxas de lucro, no entanto, a relação entre composição orgânica e apropriação da mais valia se inverte em relação à ausência de equalização. Isto pode ser constatado por meio dos dados mostrados na tabela 9, onde os preços correspondentes aos valores médios foram aplicados como condição inicial. A partir dos dados desta tabela pode-se calcular a correlação entre as taxas de lucro e a composição orgânica do capital. Assim como ocorre na tabela 4, elaborada a partir dos cálculos efetuados por Marx, pode ser observado na tabela 9 que o processo de equalização das taxas de lucro provoca uma transferência de mais valia das atividades com capitais com menor, para capitais com maior, composição orgânica. Na tabela 13, observa-se que este processo é menos intenso,

mas ele continua até que as taxas de lucro estejam equalizadas, como mostra a tabela 14. Assim, como no caso da concorrência por meio do aumento da produtividade, também no processo de equalização os investimentos de capitais com maior composição orgânica permitem uma maior apropriação da massa de mais valia. Talvez por esta razão é que parece ser comum a crença de que a busca por maiores produtividades e o investimento em atividades que exigem menos capital constante decorrem do mesmo processo de concorrência.

Porém, enquanto o aumento de produtividade proporciona um lucro extra ao capitalista que a promove, a equalização permite que as taxas de lucro auferidas por capitais com composição orgânica maior apenas se aproximem das proporcionadas por capitais com menor composição orgânica, sem jamais ultrapassá-las. Além disto, enquanto que uma maior produtividade é intencionalmente procurada pelos capitalistas, na medida em que lhes proporciona vantagens claras e imediatas, as vantagens proporcionadas aos capitalistas que mantêm seus capitais em atividades com maior composição orgânica são contraditórias com o interesse imediato dos capitalistas em investir em atividades com menor composição orgânica do capital para aumentar seus lucros (considerando que o processo de equalização não esteja consumado, pois neste caso o investimento seria indiferente a atividade, pois todas proporcionariam a mesma taxa de lucro).

Na verdade, além de ser fruto de processos distintos de concorrência, a procura por aumentos de produtividade e o investimento em atividades com menor capital constante tendem a provocar efeitos opostos sobre o nível médio das taxas de lucro. Enquanto que a concorrência por meio da produtividade tende a reduzir as taxas médias de lucro, os investimentos em capitais com menor composição orgânica tende a aumentar estas taxas. Isto pode ser observado comparando as taxas de lucro mostradas na tabela 9 (média de 24,86%) com as taxas apresentadas na tabela 14 (média de 72,40%), na qual o processo de equalização encontra-se em um estágio avançado. Esta oposição é ainda mais evidente se considerarmos que os dois processos têm efeitos opostos sobre a evolução da produtividade do trabalho.

Alguns conceitos desenvolvidos em estudos sobre sistemas complexos podem contribuir para interpretar a dinâmica das taxas de lucro, a partir dos resultados discutidos anteriormente. Neste sentido, destaca-se o conceito de atrator. Um atrator é um estado ao qual um sistema pode convergir, dadas certas condições iniciais<sup>19</sup>. Sistemas simples tendem a convergir a um estado bem determinado, ou que varia de forma linear em relação às

---

19 KAUFFMAN, S. A. **The Origins of Order. Self-organization and selection in evolution.** New York, Oxford: Oxford University Press, 1993, p. 176.

condições iniciais. Sistemas complexos podem apresentar diferentes atratores, dependendo de suas condições iniciais. As interações não lineares, características dos sistemas complexos, podem também levá-los a percorrer trajetórias que não se estabilizam em um estado estacionário, mas que passam por estados que nunca se repetem, embora estes sejam definidos de forma determinista (os chamados “atratores estranhos”<sup>20</sup>). Neste sentido, é interessante observar que o principal processo determinista que rege a formação dos preços, exercendo, portanto, uma influência decisiva sobre a dinâmica das economias capitalistas, é a lei do valor pois, como salienta Marx,

“De qualquer maneira em que os preços de várias mercadorias são primeiro mutuamente fixados ou regulados, seus movimentos são sempre governados pela lei do valor. Se o tempo de trabalho requerido pela sua produção se retrai, os preços caem; se ele incrementa, os preços sobem, desde que as outras condições permaneçam as mesmas.”<sup>21</sup>

Os resultados aqui discutidos evidenciam claramente que as economias capitalistas não podem ser consideradas como sistemas simples nos quais a equalização da taxa de lucro se constitui em um atrator simples. Ao contrário, esses resultados mostram claramente que as economias capitalistas devem ser consideradas como sistemas complexos, não-lineares, nos quais a equalização das taxas de lucro se constitui em apenas uma tendência, aliás, largamente dominada pela tendência ao aumento da produtividade gerada pela concorrência entre os capitalistas. A não linearidade do sistema capitalista fica ainda mais evidente se considerarmos que tanto a equalização das taxas de lucro como o aumento da produtividade possuem efeitos desestabilizadores sobre a dinâmica do sistema. Como discutido anteriormente, a orientação dos investimentos aos setores de meios de produção e de exploração dos recursos naturais, pelo fato das maiores taxas de lucro apresentadas por estes setores, tenderia a provocar aumentos as suas produções, ao mesmo tempo em que a diminuição dos investimentos nos setores de geração de produtos de consumo final diminuiria a oferta destes últimos. No entanto, isto não poderia ocorrer de forma estável na medida em que a demanda de meios de produção e de recursos naturais é assegurada justamente pelos setores de produtos de consumo final. Quanto ao aumento da produtividade, este também provoca perturbações no sistema, pelo menos até que tal aumento se generalize ou, caso contrário, crie rendas diferenciais de forma permanente. Além disto, conforme Marx analisa

---

20 Idem, p. 178.

21 MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 128.

longamente na terceira seção do volume III de *O Capital*, os próprios efeitos do aumento da produtividade sobre as taxas de lucro são altamente dependentes de outras variáveis do sistema capitalista, o que acentua a sua complexidade. Enfim, é preciso distinguir entre o aumento da produtividade devido a introdução de novas técnicas e a minimização do trabalho socialmente necessário devido a mudanças na alocação dos recursos. Esses processos também podem levar as diferentes configurações do capitalismo contemporâneo a comportamentos que apresentam pouca estabilidade, podendo ser alterados pela própria dinâmica interna do sistema. Assim, os processos de formação dos preços propostos por Marx a partir da sua teoria do valor são plenamente compatíveis com a interpretação da economia como um sistema complexo. Aliás, ao longo de todo *O Capital*, Marx insiste no caráter anárquico do capitalismo sem, no entanto, abrir mão de um extremo rigor na sua análise<sup>22</sup>.

Sobre este ponto é interessante observar que nos seus *Grundrisse*, Marx expressa claramente que as decisões de investimento dos capitalistas baseada na taxa de lucro geram contradições às quais ele se refere da seguinte forma,

“Essas contradições levam a explosões, cataclismos, crises, nas quais, pela suspensão momentânea do trabalho e a destruição de grande parte do capital, este último é violentamente reduzido até o ponto em que pode seguir empregando plenamente suas capacidades produtivas sem cometer suicídio.”<sup>23</sup>

Já em *A ideologia alemã*, Marx e Engels são ainda mais enfáticos ao assinalar as características que o desenvolvimento das forças produtivas no capitalismo pode assumir quando afirmam que,

“No desenvolvimento das forças produtivas advém uma fase em que surgem forças produtivas e meios de intercâmbio que, no marco das relações existentes, causam somente malefícios e não são mais forças de produção, mas forças de destruição.”<sup>24</sup>

Diante destas afirmações, não deixa de ser curioso que Marx, no volume III d'*O Capital*, pretenda demonstrar a existência de uma consistência matemática na equalização das taxas de lucros. Por outro lado, é possível que Marx jamais tenha concebido que este processo de equalização pudesse se consumir, permanecendo, assim, apenas como uma tendência que, além de subordinada a outras, possuiria um papel desestabilizador do processo de reprodução social, cuja instabilidade, como ele mesmo afirma em várias passagens da sua obra, é típica

---

22 Ao contrário das abordagens “pós-modernas” da complexidade que a confundem com ininteligibilidade, o que explica postura irracionalista diante da realidade social sustentada por estas abordagens.

23 MARX, K. *Grundrisse*. São Paulo: Boitempo, 2011, p. 1035.

24 MARX, K.; ENGELS, F. *A ideologia alemã*. São Paulo: Boitempo, 2007, p. 41).

do sistema capitalista. A interpretação de Marx da dinâmica do capitalismo seria, assim, plenamente compatível com a consideração do sistema capitalista como um sistema complexo, na forma como esta expressão é concebida atualmente.

É importante salientar que a mesma consistência com a complexidade não é possível de ser identificada nas abordagens neoricardianas e neoclássicas. Desde o modelo proposto por Sraffa até os atualmente empregados para as análises de insumo-produto, os preços só podem ser determinados a partir da equalização das taxas de lucro, a qual é considerada, portanto, como característica de um estado atrator simples. Isto fica claro pelo modelo básico neoricardiano, segundo o qual,

$$p \lambda = A p \quad (3.38)$$

onde  $(\lambda)$  é o autovalor dominante da matriz  $(A)$  dos coeficientes técnicos das atividades econômicas e  $(p)$  é o seu autovetor, cujos elementos correspondem aos preços.

Considerando,

$$\lambda = 1/(1+r) \quad (3.39)$$

onde  $(r)$  é a taxa de lucro temos,

$$p = (1+r) A p \quad (3.40)$$

o que indica que, sem uma taxa de lucro igual proporcionada por todas as atividades os preços não podem ser determinados.

Isto exige que os sistemas econômicos neoricardianos sejam estritamente lineares, o que explica porque Sraffa procurou demonstrar a consistência do seu modelo considerando “um sistema que, dia após dia, a produção continua imutável em todos os aspectos”<sup>25</sup>, o que, diante da dinâmica do capitalismo, não deixa de ser uma verdadeira aberração. No que diz respeito aos neoclássicos, nos seus modelos o equilíbrio de mercado é atingido quando o lucro líquido é nulo, o que cria as maiores confusões para que se possa até mesmo encontrar uma explicação para a simples existência dos lucros<sup>26</sup>.

Enfim, pode-se questionar a consideração de alternativas técnicas apontando-as como um subterfúgio empregado com o objetivo de ajustar os valores em tempo de trabalho aos valores monetários, do qual resulta, também, o aumento da taxa média de lucro e a diminuição da composição orgânica do capital. Em resposta a este questionamento, pode-se

25 Conforme o autor declara no Prefácio de SRAFFA, P. **Production of commodities y means of commodities. Prelude to a critique of economic theory.** Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960]. Uma análise da tentativa, totalmente equivocada, de Sraffa de determinar preços excluindo a possibilidade deles serem considerados como valores marginais é discutida no apêndice 4.

26 Como mostra, por exemplo, GUERRIEN, B. **La théorie neo-classique. Bilan et perspectives.** Paris: Économica, 1989.

argumentar que a consideração da existência de alternativas técnicas em um contexto capitalista é muito mais plausível do que a consideração da sua inexistência. Neste sentido, vale salientar que o pressuposto de um sistema em estado estacionário, crucial na abordagem neoricardiana<sup>27</sup>, é contraditório com a própria noção de processo econômico, na medida em que torna inexplicável como, ou seja, por quais processos econômicos, as taxas de lucro poderiam se equalizar.

### 3.9 Eficiência dos preços e equalização das taxas de lucro

O conceito de eficiência é crucial na abordagem aqui proposta. Embora este conceito tenha sido mencionado várias vezes neste ensaio é importante que o seu significado seja discutido de forma um pouco mais detalhada.

Um ponto de partida para a compreensão do que simplesmente se entende como um “preço” é considerá-lo como uma forma de viabilizar as trocas de produtos em função das necessidades sociais. Por exemplo, vamos considerar que o consumo de uma sociedade é de um quilograma de bananas por cinco quilogramas de laranjas, o qual consideraremos aqui como expressão das suas necessidades relativas. Em termos marxistas, estas necessidades decorrem dos “valores de uso” das bananas e das laranjas (que se constituem, assim, em riquezas). Pode-se argumentar que, para que o consumo seja mantido nas proporções determinadas pelas necessidades da sociedade, um quilograma de bananas deveria ser trocado por cinco quilogramas de laranjas<sup>28</sup>. Para que os consumidores possam consumir bananas e laranjas, porém, é necessário que elas sejam produzidas. E a produção de bananas e laranjas requer meios de produção, os quais devem ser trocados por bananas e laranjas para que os produtores destes alimentos possam empregá-los. Os produtores dos meios de produção podem também consumir bananas e laranjas. Isto implica que a determinação dos preços não pode ser baseada apenas no valor de uso dos produtos para consumo final, mas deve incluir também os meios de produção, cujos “valores de uso” não podem ser definidos subjetivamente (isto é, a partir das preferências subjetivas dos produtores), mas objetivamente de acordo com os processos produtivos a serem empregados. Além disto, uma característica da história humana, que aliás nos distingue de outros animais, é que novos processos produtivos são criados e adotados ao longo do tempo. Quase sempre, portanto, há vários processos

27 Como demonstra HUSSON, M. **La transformation de valeurs em prix. Contre Sraffa**. Auto-édition, 2014 (disponível em <http://hussonet.free.fr/bib82.pdf>).

28 Fundamentalmente, a teoria dos preços neoclássica é baseada neste raciocínio, argumentando que as proporções entre as demandas de bananas e laranjas correspondem às preferências dos consumidores.

produtivos, baseados em diferentes técnicas, que podem ser empregados para gerar tanto produtos para o consumo final como meios de produção. Para que possa ocorrer a seleção desses processos produtivos é necessário que haja uma forma de compará-los. Pode-se alegar que os produtores podem simplesmente escolher os processos produtivos que demandam menos meios de produção. No entanto, normalmente há processos produtivos que exigem mais de certos meios de produção e menos de outros, o que impossibilita a escolha de um processo a partir de comparações entre quantidades físicas (na medida em que os meios de produção são qualitativamente diferentes). De acordo com a teoria do valor de Marx, o critério fundamental para a comparação entre produtos finais e meios de produção qualitativamente diferentes é o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção. Um dos significados da expressão “socialmente necessário” (e não apenas “necessário”) é que não é apenas o trabalho diretamente aplicado para a geração de determinado produto que fundamenta a definição do seu valor, mas também o trabalho necessário para a geração dos meios de produção empregados para gerá-lo. Outro significado é o de que uma produção que excede a demanda implica em trabalho “não necessário”. Neste sentido, o que afirma a teoria do valor de Marx é que deve-se considerar o tempo de trabalho socialmente necessário como base para a definição do custo de um produto para consumo final ou meio de produção. E os preços devem necessariamente ser iguais a este custo, pois, caso contrário, ou os produtores não aplicarão trabalho suficiente para que a demanda possa ser satisfeita, ou aplicarão um excesso de trabalho, do que resultaria que parte da produção não seria absorvida pela demanda ou técnicas ineficientes seriam empregadas. E é evidente que os produtores terão uma forte tendência em escolher os processos produtivos que apresentem menor custo, ou seja, que impliquem em menos trabalho por unidade de produto. Isto inclui também o trabalho indireto pois o produtor deverá pagar pelos meios de produção que emprega com base no trabalho socialmente necessário para gerá-los.

Como já mencionado neste ensaio, definimos preços eficientes como os que induzem os produtores a gerar uma quantidade de produto correspondente à demanda, o que implica na minimização do tempo de trabalho socialmente necessário para a produção. Mas o mais importante nesta definição é a estrita relação que ela estabelece entre os preços e as condições de produção. Uma complicação neste processo de determinação dos preços é que existem meios de produção, os recursos naturais, que não exigem trabalho para serem produzidos. É importante aqui distinguir entre, por um lado, os processos naturais responsáveis pelas



características dos recursos naturais que possibilitam torná-los meios de produção (como a capacidade de fornecer material que pode entrar em combustão, como no caso da madeira e do petróleo, por exemplo) ou produtos para consumo final (como vegetais, animais e peixas que se reproduzem sem intervenção humana), que não exigem trabalho e, por outro lado, o tempo de trabalho para a sua obtenção (como a extração de petróleo, a caça e a pesca) e transformação. No entanto, mesmo no seu estado “natural”, que não depende de trabalho para ser produzido, um recurso da natureza deve possuir um preço. Este preço é definido a partir da escassez do recurso natural, na medida em que esta implica em mais trabalho para a sua obtenção. É este trabalho “a mais”, ou seja, marginal, que é a origem dos preços dos recursos naturais, o qual é incorporado no tempo de trabalho socialmente necessário para a geração de todos os meios de produção e produtos para consumo final a ele relacionados. Em situações de escassez de recursos naturais, portanto, os preços de todos os produtos para consumo final e meios de produção a eles relacionados, mesmo que de forma indireta, correspondem a valores marginais do tempo de trabalho socialmente necessário para a sua geração. O mesmo ocorre quando existem heterogeneidades permanentes nas condições de produção, quaisquer que sejam as suas causas<sup>29</sup>.

O conceito de eficiência implica que os preços não são apenas unidades de medida que possibilitam a troca entre produtos. Eles são também informações que indicam aos agentes econômicos como alocar os recursos. Como vimos, os valores médios considerados por Marx como preços no início do processo de equalização são preços eficientes, na medida em que eles indicam as atividades que proporcionam valores agregados equivalentes ao tempo de trabalho diretamente aplicado. Isto significa que qualquer mudança relativa nesses preços implica necessariamente em um aumento do tempo de trabalho para obter os mesmos produtos, o que equivale a um valor maior. E, para que os preços se mantenham coerentes com o tempo de trabalho (mesmo que apenas em relação aos valores monetários globais), isto só pode ocorrer por meio de alterações nas condições de produção, mesmo que isto signifique simplesmente a contratação de mais trabalhadores, como no caso em que as quantidades produzidas, inclusive dos meios de produção, não se alteram. Os resultados apresentados na tabela 8 mostram como a eficiência dos preços influencia a escolha de técnicas de produção e, portanto, a alocação dos recursos. Nesta tabela, a aplicação de oito unidades de tempo de

---

29 Neste sentido, é importante observar que no capital “constante” proposto por Marx sempre há incorporada certa renda diferencial, a qual representa uma transferência de valor e não um valor gerado pelo tempo de trabalho necessário para a geração do meio de produção.

trabalho agrega oito unidades monetárias de valor agregado apenas nas alternativas de produção eficientes, que são as únicas que compõe a base ótima da solução do modelo. E são os preços que, refletindo as restrições impostas aos processos de produção, determinam a eficiência de uma alternativa. No caso da presença de recursos escassos, que geram rendas, quando estas são debitadas do valor total para a determinação do valor agregado (na medida em que são apenas transferências de valor) este continua sendo equivalente às unidades de trabalho aplicadas. Mas se, por exemplo, os agentes responsáveis pela atividade que depende de um recurso natural se apropriarem da renda, isto pode interferir na eficiência dos preços. Mas isto não muda a função que preços eficientes desempenham na economia.

O conceito de preços eficientes não é tratado como tal entre marxistas e neoricardianos. Quanto aos neoclássicos, cuja teoria dos preços sequer permite distinguir formação e distribuição de valor (se é que a economia neoclássica possui qualquer noção consistente do que é valor), a eficiência, segundo eles determinada exclusivamente pelo mercado, é considerada como algo absoluto, o que lhe atribui um caráter quase místico, na medida em que é considerada como um resultado natural de relações puramente físicas, as quais devem comandar, sem contestação, o comportamento dos agentes econômicos. É por esta razão que, segundo os neoclássicos, qualquer interferência no funcionamento do mercado é considerada como algo nefasto à sociedade.

O conceito de eficiência apresentado neste ensaio, no entanto, não pode ser confundido com o dos neoclássicos. A eficiência, neste ensaio, é definida, fundamentalmente, a partir da alocação dos recursos e a distribuição das riquezas determinadas pela luta de classes. Preços eficientes são, portanto, apenas informações que induzem os agentes econômicos a se comportar de acordo com os resultados dos conflitos entre as classes sociais, os quais determinam o nível e o perfil da demanda e o acesso aos recursos naturais.

É importante salientar que o conceito de eficiência aqui proposto está estritamente relacionado com teoria do valor de Marx. Nem a preferência dos consumidores, proposta pelos neoclássicos, a partir da qual, em última instância, relações puramente físicas permitiriam a definição de como aplicar de forma eficiente os meios de produção, nem qualquer “mercadoria padrão” sobre a qual se baseia a determinação dos preços pelo neoricardianos, são compatíveis com o conceito aqui proposto. Um dos problemas em relação aos neoclássicos é a impossibilidade de definir uma unidade comum para os componentes das suas funções de produção, as quais não são equações, mas meras identidades tautológicas que,

portanto, não podem ser verificadas<sup>30</sup>. Quanto aos neoricardianos, sua pretensão em determinar os preços diretamente a partir de relações físicas por meio do cálculo de uma taxa de lucro equalizada na ausência de escassez de recursos naturais, na tentativa de atribuir uma natureza não marginal aos preços, é contraditória com a atribuição de qualquer caráter informacional aos preços.

Um fenômeno, também de crucial importância, evidenciado neste ensaio, é que as atividades que proporcionam as maiores taxas de lucro tendem a não ser eficientes, como pode ser observado pelos resultados apresentados na tabela 8. Isto ocorre porque, como as atividades eficientes são as que permitem a maior produtividade nas condições econômicas vigentes elas tendem a possuir maior composição orgânica do capital. Já a maximização das taxas de lucro leva a minimizar a aplicação de capital constante em relação ao capital variável, na medida em que é o trabalho relacionado a este último que é a fonte do lucro. A maximização dos lucros que implica no processo de equalização das suas taxas, portanto, perturba as condições de reprodução do sistema econômico, distanciando-o da eficiência.

Marx não discute explicitamente o conceito de eficiência econômica. No entanto, algumas passagens de *O Capital* sugerem que ele considerava que a maximização das taxas de lucro promoviam a eficiência da economia, na medida em que seriam típicas de uma forma social “superior”, o capitalismo, como no seguinte trecho,

“A troca das mercadorias por seus valores, ou aproximadamente por seus valores, requer um estágio muito inferior que a sua troca pelos preços de produção, que requer um nível definido de desenvolvimento do capitalismo.”<sup>31</sup>

A noção de que o processo de equalização das taxas de lucro é positivamente relacionado com a eficiência da economia parece ser largamente predominante. Esta confusão pode decorrer da observação do extraordinário dinamismo tecnológico exibido pelo capitalismo em relação a outros modos de produção. No entanto, os resultados discutidos neste ensaio indicam que tal dinamismo decorre de processos que se contrapõem aos que levam à equalização das taxas de lucro, o que gera uma dinâmica muito mais complexa do

---

30 FELIPE, F.; MCCOMBIE, J. S. L. The Aggregate Production Function: ‘Not Even Wrong’, *Review of Political Economy*, 26:1, 2014, 60-84.

31 “The exchange of commodities at their values, or approximately at their values, thus requires a much lower stage than their exchange at their prices of production, which requires a definite level of capitalist development.” MARX, K. *The capital. A critique of Political Economy*. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895]. p. 128.

que normalmente é suposto na análise econômica, tanto por marxistas como por neoricardianos e neoclássicos.

### 3.10 Conclusões

Os resultados discutidos neste ensaio permitem concluir que as dificuldades colocadas pelo problema formulado por Marx da transformação de valores em preços não se encontram nos seus aspectos formais, mas na coerência da equalização das taxas de lucro com a dinâmica do capitalismo. Ocorre que a teoria do valor de Marx implica na existência de preços eficientes, pois apenas estes podem orientar os agentes econômicos à escolhas que resultem na igualdade entre o tempo de trabalho diretamente aplicado a uma atividade e o valor monetário por ela agregado. Isto é demonstrado formalmente pelo modelo apresentado neste trabalho e ilustrado pelos resultados numéricos mostrados nas tabelas 6 e 7.

De um ponto de vista puramente formal, a modelagem do problema da transformação empregada neste ensaio mostra que a paridade entre o total dos lucros e a massa total de mais valia, assim como a dos valores monetários e em tempo de trabalho, podem ser mantidas ao longo do processo de equalização. Para tanto, porém, é preciso que as mudanças nas condições de produção decorrentes da concorrência entre os capitalistas sejam levadas em consideração.

Por outro lado, a queda da produtividade do trabalho e da composição orgânica do capital que ocorreriam no processo de equalização, evidenciadas pelos resultados aqui obtidos, são claramente incompatíveis com a concorrência entre os capitalistas realizada pela procura de ganhos de produtividade para auferir rendas diferenciais e, assim, aumentar os lucros. Além disto, os resultados discutidos neste ensaio mostram que a procura de lucros mais elevados é muitas vezes incompatível com a determinação de preços eficientes, com efeitos desestabilizadores na reprodução econômica do sistema. No entanto, apesar desses problemas, isto não significa que a orientação dos investimentos para atividades com menor composição orgânica do capital não ocorra nas economias capitalistas. Ao contrário, esta forma de concorrência entre os capitalistas é perfeitamente lógica, na medida em que, em geral, menores investimentos em capital constante pode implicar em uma imobilização menor em capital fixo, o que permite maiores retornos imediatos sobre o capital investido e a manutenção de uma mobilidade maior do capital. A história do capitalismo, porém, mostra claramente que os efeitos provocados pela concorrência por meio de aumentos da

produtividade predomina largamente sobre os efeitos provocados pela concorrência por meio do investimento em atividades com menor composição orgânica do capital. Neste sentido, a equalização das taxas de lucro deve ser vista como um processo que dificilmente se consuma, e não como um estado que representaria um equilíbrio estático que poderia ocorrer, mesmo que apenas teoricamente, nas economias capitalistas. Isto implica em considerar as economias capitalistas como sistemas complexos, estruturalmente instáveis, e não como sistemas simples cuja dinâmica poderia ser governada por um único estado atrator.

Em revisão

## 4 POR UM NOVO CÁLCULO ECONÔMICO

“os escritos econômicos de Marx (...) são diretamente obra da ciência e não da filosofia. Mas seu espírito científico passou pela filosofia e jamais a abandonou, de modo que toda verificação de um fato e toda apreensão de um nexos, não são simplesmente fruto de uma elaboração crítica na perspectiva de uma correção factual imediata; ao contrário, partem daí para ir além, para investigar ininterruptamente toda factualidade na perspectiva do seu autêntico conteúdo de ser, de sua constituição ontológica.”<sup>1</sup>

### 4.1 Introdução

A forma mais comum de apresentar o pensamento econômico de Marx é começar por situá-lo em relação aos grandes clássicos da economia política, especialmente Adam Smith e David Ricardo. A imagem que surge de Marx a partir desta abordagem é a de um autor que levou a economia clássica às suas últimas consequências, demonstrando que seus fundamentos, em particular sua teoria do valor baseada no trabalho, revelam o capitalismo como um sistema essencialmente baseado na exploração humana, refutando assim as interpretações apologéticas ao capitalismo normalmente formuladas no âmbito da economia clássica. E esta demonstração foi tão bem sucedida que tornou impossível aos economistas burgueses de manter a teoria do valor dos clássicos, baseada no trabalho, procurando alternativas, aliás bastante problemáticas, que vão desde a teoria da utilidade pelos neoclássicos, passando pela negação da necessidade de qualquer noção de valor pelos neoricardianos até chegar às abordagens puramente fenomenológicas que resultam em um total desinteresse pelas questões fundamentais da economia, adotadas pelos institucionalistas e outras correntes com tendências “pós-modernas”.

Evidentemente, esta imagem de Marx não deixa de ser verdadeira. Mas ela não reflete as motivações mais profundas que o levaram a formular sua crítica à economia política. Para Marx, a crítica da economia política insere-se em um projeto emancipatório, não podendo ser reduzida a um embate puramente científico. Para compreender este ponto, é interessante destacar que a crítica da economia política de Marx tem suas raízes na denúncia da religião

---

1 LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social I**. São Paulo: Boitempo, 2012, p. 203-204 (edição eletrônica).

como forma por excelência de alienação formulada pelo grupo dos jovens hegelianos, do qual Marx foi um dos participantes. A ruptura de Marx com este grupo ocorreu principalmente pela sua percepção de que a crítica da religião era insuficiente se baseada apenas no fato dos seres humanos alienarem-se da sua própria realidade atribuindo-a a um ente divino. Para Marx a análise de tal alienação baseada em um materialismo simplista não bastaria para dela livrar os seres humanos. Para tanto era necessário realizar uma crítica radical das condições sociais que levam os seres humanos a adotar uma concepção religiosa da sua realidade. E a chave para compreender tais condições, coerentemente com o materialismo histórico inaugurado por ele e por Engels, era a economia política, isto é, a forma como as riquezas são produzidas e distribuídas nas sociedades capitalistas. Neste processo, Marx vai muito além da questão religiosa, pelo menos nos termos em que ela é tradicionalmente analisada. Isto porque, se no feudalismo a religião, como atribuição dos processos causais, fundamentalmente, a um ente divino, desempenhava um papel central na alienação e, portanto, na manutenção da hegemonia ideológica das classes dominantes, no capitalismo, é a própria economia, enquanto representação social, que exerce este papel (embora, evidentemente, a religião, em termos tradicionais, não deixe de estar presente). Ocorre que, como Marx viria a demonstrar, nas sociedades capitalistas a alienação origina-se já no processo de trabalho, no qual o seu produto aparece como algo estranho ao trabalhador, como algo que lhe parece como “naturalmente” propriedade alheia, e não fruto da sua própria atividade. É a partir deste processo básico que, nas sociedades capitalistas, a economia assume um caráter alienante, quase religioso, na medida em que distancia os seres humanos da percepção da sua própria realidade. O abandono da economia política em favor de uma “ciência econômica” promovida pelos neoclássicos, segundo os quais o capital passa a ser considerado como algo produtivo por si mesmo, intensifica de forma grotesca este movimento, consagrando o que Marx denominava “economia vulgar”.

A crítica de Marx, no entanto, não se traduziu em métodos de cálculo passíveis de uso corrente que permitam a análise dos processos econômicos relativos às unidades de produção, a partir de um estrito ponto de vista histórico-materialista. Nesta área, as concepções neoclássicas reinam absolutas, dominando os manuais escolares com poucas contestações capazes de propor alternativas. Neste ensaio discutiremos a tese de que as dificuldades para a elaboração de métodos de cálculo econômico, especialmente para a análise de unidades de produção, tem sua origem na forma como são concebidas no seio do marxismo as relações

entre riquezas, valores e preços na reprodução econômica da sociedade. Para demonstrar esta tese procuramos mostrar como que, corrigidos os problemas detectados no processo de reprodução social tal como ele é normalmente concebido no âmbito do marxismo, é possível definir de forma rigorosa as categorias econômicas empregadas para a análise de unidades de produção. Este ensaio está organizado em quatro seções, além desta introdução e das conclusões. Na primeira seção, tendo como ponto de partida o processo de trabalho no capitalismo são discutidos, mesmo que de forma breve, os processos por meio dos quais a economia assume um poder alienante sobre os indivíduos a ponto de exercer uma função quase religiosa nas sociedades capitalistas. A partir desta discussão, na segunda seção procuramos mostrar que, a partir de uma consideração adequada dos processos de reprodução, é possível determinar, de forma rigorosamente coerente com o materialismo histórico, o valor agregado como a categoria fundamental para a análise econômica. A análise do processo de reprodução social nos leva, porém, a uma definição de caráter macroeconômico do valor agregado. Assim, na terceira seção é analisada a determinação do valor agregado de um ponto de vista microeconômico. Obviamente, embora fundamental, o valor agregado não é suficiente para a análise econômica. Assim, na quarta seção é demonstrado como, a partir da análise da repartição do valor agregado, se pode determinar as categorias econômicas comumente empregadas na análise de unidades de produção.

#### 4.2 Economia e alienação nas sociedades capitalistas

“ a crítica da religião é o pressuposto de toda crítica.”<sup>2</sup>

Para Marx, o trabalho é a atividade fundante do ser humano. É no processo de trabalho que o ser social se constrói, em uma relação com a natureza e com os seus semelhantes que possui um caráter histórico e, portanto, aberta em seu devir. A partir de posições teleológicas os seres humanos definem o produto a ser obtido pela sua ação sobre a natureza por meio da mobilização de processos causais já presentes na própria natureza. O produto desta atividade é, portanto, objetivação de algo concebido pelo ser humano na forma de produtos que lhe são necessários, cuja geração, ao longo da história assume um caráter crescentemente social, isto é, como produto de relações entre os próprios seres humanos. Neste processo o trabalho

---

2 “ la critique de la religion est le pressupposé de toute critique”. MARX, K. **Contribution à la critique de la philosophie du droit de Hegel. Introduction.** Paris: Entremonde, 2010, p. 9.



divide-se. Não apenas observa-se uma crescente especialização na geração de cada produto, mas também o próprio processo de trabalho se organiza verticalmente, passando a se distinguir as funções de definição de posições teleológicas, que determinam o que e como os produtos do trabalho devem ser obtidos, das funções de geração de riquezas por meio do contato direto com a natureza (mesmo que já transformada pelo trabalho). No capitalismo, a propriedade privada consagra esta divisão. Os proprietários dos meios de produção definem com que propósito o trabalho deve ser executado e os trabalhadores, não proprietários, produzem. O aprofundamento da divisão social do trabalho exige meios adequados para a realização das trocas, que passam a se tornar cada vez mais importantes para o funcionamento da economia. O tempo de trabalho corresponde ao valor que fundamenta as trocas realizadas por meio dos preços. Mas o valor não é apenas uma base para a troca, ele é também o que permite que parte do produto do trabalho seja apropriado pelos capitalistas por meio do controle que estes exercem sobre os meios de produção. A divisão do valor, trabalho objetivado nas mercadorias, entre o que é apropriado pelo capitalista e o que é cedido aos trabalhadores que o produzem, em termos monetários, traduz-se, respectivamente, em lucros e salários. Mas este processo de extração do valor por meio da exploração do trabalho não implica em violência aberta. Ele é percebido pelos trabalhadores como uma troca proporcional ao seu esforço produtivo. Como uma troca “justa”, que legitima socialmente o lucro.

A categoria lucro, portanto, encontra-se no centro do processo de alienação promovido pela produção capitalista. Assim, se no feudalismo a alienação representada pela religião servia como um alibi para a manutenção de relações sociais sempre vinculadas a algum tipo de violência e coerção física, no capitalismo esta coerção é minimizada pela crença dos trabalhadores de que a remuneração recebida pela venda da sua força de trabalho equivale ao seu próprio trabalho. A naturalização do lucro legitima o pressuposto que a sua geração, em níveis suficientemente elevados, é um imperativo para assegurar a reprodução da sociedade. Tal legitimação, mais do que qualquer religião, assegura a hegemonia ideológica das classes dominantes, justificando seu controle sobre os investimentos, o que lhes atribui um poder econômico que domina largamente as “democracias” burguesas.

Tal legitimação, porém, tornou-se insustentável no quadro da teoria do valor-trabalho dos clássicos da economia política, cujas interpretações meramente apologéticas ao capitalismo foram magistralmente reveladas por Marx. A economia neoclássica, surgida ao

longo das últimas décadas da vida de Marx, procurou contornar as dificuldades colocadas pela teoria do valor baseada no trabalho pela criação de uma “ciência” econômica que, propondo substituir a economia política, apoia-se em uma teoria do “valor-utilidade” na qual o capital passa a ser concebido como produtor de valor, assim como o trabalho. Assim, assume-se que o capital, considerado como um mero meio de produção, deve ser remunerado, ao lado do trabalho e, eventualmente, dos recursos naturais como a terra. A distribuição das riquezas sociais deixa assim de ser reconhecida como o resultado de um processo essencialmente conflituoso entre capitalistas e trabalhadores (e eventualmente proprietários de recursos naturais), mas como resultante da produtividade marginal de “fatores de produção” (como trabalho, capital e terra), que nada mais são do que formas reificadas das principais classes sociais do capitalismo.

É desta forma que a ciência econômica é ensinada nas escolas, na qual o lucro é apresentado como um elemento que proporciona racionalidade às escolhas dos capitalistas para a alocação dos recursos. E, apesar do inegável sucesso de Marx em revelar o caráter apologético do lucro, assim como dos “fatores de produção” que justificam a repartição das riquezas sociais em favor dos capitalistas, a sua crítica não se traduziu, de uma forma explícita e claramente baseada no materialismo histórico, em novos métodos de cálculo econômico. A origem deste fenômeno encontra-se na forma como as relações entre riquezas, valores e preços tem sido consideradas no processo de reprodução social no âmbito do marxismo, como será discutido na próxima seção.

#### **4.3 As relações entre riquezas, valores e preços no processo de reprodução social**

O cálculo de uma taxa de lucro implica que o capital toma a si mesmo como referência para a definição da riqueza social apropriada pelos capitalistas pela divisão do valor monetário gerado pelo trabalho. Assim, é o capital e não o trabalho que passa a ser tomado como base para as decisões sobre a alocação dos recursos. Mas estas decisões só podem ocorrer a partir de preços, os quais, portanto, já devem estar definidos anteriormente à possíveis ajustes das taxas de lucro. A implicação de tudo isto é que o lucro, cuja determinação inclui tanto processos de produção como de distribuição de riquezas, não pode se constituir em uma forma adequada de analisar como os preços são definidos a partir das relações entre riquezas (isto é, quantidades físicas de recursos e produtos) e valores em tempo de trabalho. Assim, o ajuste dos preços decorrente da reorientação dos investimentos em

função da maximização das taxas de lucro apresenta-se como uma perturbação das condições para a reprodução do sistema econômico de forma eficiente, isto é, de forma a satisfazer a demanda de meios de produção e de produtos, a partir dos recursos disponíveis, com o mínimo de tempo de trabalho.

A questão da eficiência é importante. Em uma economia monetária, os preços devem ser informações que indiquem aos produtores em que condições produzir (incluindo nisto as técnicas que devem ser empregadas) diante dos recursos disponíveis de forma a assegurar que a produção corresponda à demanda social. Mas para que isto ocorra, o processo macroeconômico de formação dos preços deve ser o resultado de relações entre tempo de trabalho e riquezas, não podendo, portanto, tomar parte da sua própria formação (o que se constituiria em um ajuste que deixaria em aberto o processo fundamental de sua formação).

É a partir da minimização do trabalho socialmente necessário que podemos analisar as relações fundamentais entre riquezas, valores e preços que nos permitem definir, de forma rigorosa, categorias econômicas para a análise de unidades de produção. Estas relações podem ser formalizadas por meio da programação linear. Assim, no problema primal do modelo temos,

$$\text{Função objetivo: minimizar } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x \quad (4.1)$$

Sujeito às restrições

$$\sum q_i^l \geq D_i \quad (4.2)$$

$$\sum k_z^x - \sum d_{iz}^l q_i^l \geq K_z \quad (4.3)$$

$$\sum \sigma_{jz}^x k_z^x \leq R_j \quad (4.4)$$

onde temos,

$c_i^l$  = quantidade ( $c$ ) de trabalho necessária por unidade do produto ( $i$ ) com a técnica ( $l$ ).

$q_i^l$  = quantidade ( $q$ ) do produto ( $i$ ) fabricado com a técnica ( $l$ ).

$c_z^x$  = quantidade ( $c$ ) de trabalho por unidade do meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $x$ ).

$k_z^x$  = quantidade ( $k$ ) do meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $x$ ).

$D_i$  = quantidade demandada ( $D$ ) de produto ( $i$ ).

$K_z$  = quantidade excedente ( $K$ ) do meio de produção ( $z$ ) para reprodução ampliada (reprodução simples  $K = 0$ )

$a_{iz}^l$  = quantidade ( $a$ ) do meio de produção ( $z$ ) necessária para produzir uma unidade do produto ( $i$ ) com a técnica ( $l$ ).

$\sigma_{jz}^x$  = quantidade ( $\sigma$ ) de recurso natural ( $j$ ) necessário para a produção do meio de produção ( $z$ ) com a técnica ( $x$ ).

$R_j$  = quantidade máxima ( $R$ ) a ser utilizada do recurso natural ( $j$ ).

O problema dual é formulado a partir do problema primal, do qual se obtém, as condições monetárias que lhe são correspondentes. Assim, por meio do problema dual são definidos os preços dos produtos de consumo final, dos meios de produção gerados pelo trabalho e dos recursos naturais, que maximizam o valor monetário, considerando a demanda de produtos, a disponibilidade de recursos e as condições técnicas de produção. Ele é formulado como,

$$\text{Função objetivo: maximizar } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (4.5)$$

Sujeito à restrição

$$p_i - \sum a_{iz}^l \beta_z \leq c_i^l \quad (4.6)$$

$$\beta_z - \sum \sigma_{jz}^x r_j \leq c_z^x \quad (4.7)$$

onde, além das variáveis do problema primal, já descritas, temos,

$p_i$  = preço ( $p$ ) do produto ( $i$ ).

$\beta_z$  = preço ( $\beta$ ) do meio de produção ( $z$  - gerado pelo trabalho).

$r_j$  = preço ( $r$ ) do recurso natural ( $j$ ).

De acordo com o teorema da dualidade, com as soluções ótimas temos,

$$\text{mínimo } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x = \text{máximo } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (4.8)$$

ou seja, o valor total em tempo de trabalho é equivalente ao valor monetário agregado.

Assim, a partir das riquezas representadas pelos produtos de consumo final, os recursos naturais e os meios de produção que constam nas restrições do problema primal, pode-se determinar os preços e, a partir deles, o valor agregado monetário (doravante denominado apenas de valor agregado), descrito na função objetivo do problema dual. O valor agregado, portanto, é uma categoria econômica determinada diretamente a partir das relações entre as riquezas, os valores e os preços, independentemente da forma como as riquezas são distribuídas. Como mostra o modelo descrito nos parágrafos anteriores, a distribuição da riqueza, que define o perfil da demanda e o acesso aos recursos naturais, é um fenômeno exógeno ao processo de formação dos preços propriamente dito. Assim, de um ponto de vista

analítico, o valor agregado permite que os processos de geração e de distribuição de riquezas na economia sejam estudados de forma clara. Por isto, o valor agregado pode ser considerado como a principal categoria para a análise econômica de unidades de produção.

No entanto, observa-se que os meios de produção possuem um sinal positivo no cálculo do valor agregado na função objetivo do problema dual, o que pode parecer contraditório com o fato deles, do ponto de vista microeconômico, se constituírem em um “custo”, isto é, como um valor agregado consumido no processo de produção. Ocorre que, como mostra a função objetivo do problema primal, os meios de produção, de um ponto de vista macroeconômico, são gerados a partir do trabalho diretamente aplicado na produção, ou seja, a partir de trabalho “vivo”. Isto porque os meios de produção que são consumidos no processo produtivo (o trabalho indireto ou “morto”, isto é, objetivado nos meios de produção) são também gerados ao longo deste processo, sendo assim anulados. No caso da existência de excedentes de meios de produção (necessários para que a quantidade de produtos de consumo final possa aumentar no próximo ciclo), em que a variável “K” assume um valor não nulo, os meios de produção representados por esta variável são produzidos no próprio ciclo, decorrendo, portanto, de trabalho “vivo” que só posteriormente poderá ser considerado trabalho “morto”. Assim, apenas o saldo do que é produzido ao longo do ciclo de produção corrente é considerado nos meios de produção que constam no modelo (nas restrições do problema primal e nos coeficientes da função objetivo do problema dual).

Por outro lado, ao expressarmos os resultados do modelo em esquemas de reprodução do sistema econômico em termos de riquezas (quantidades físicas) e em valores monetários, fica claro que, neste último, os meios de produção devem constar como custos. Um exemplo numérico será empregado a seguir para discutir este ponto. O modelo primal deste modelo é descrito como,

$$\text{Minimizar } 2 a_1 + 50 a_2 + 30 b_1 + 60 b_2 + k_1 + 5 k_2 + 0.4 x_1 + 2 x_2 + 0.3 z_1 + 3 z_2 \quad (4.9)$$

Sujeito às restrições,

$$\text{demanda de a)} a_1 + a_2 \geq 100 \quad (4.10)$$

$$\text{demanda de b)} b_1 + b_2 \geq 50 \quad (4.11)$$

$$\text{demanda de k)} -10 a_1 - 5 a_2 - 20 b_1 - 15 b_2 + k_1 + k_2 \geq 1000 \quad (4.12)$$

$$\text{demanda de x)} -2 k_1 - k_2 + x_1 + x_2 - 0.4 z_1 - 0.3 z_2 \geq 5000 \quad (4.13)$$

$$\text{demanda de z)} 0.2 k_1 - 0.1 k_2 - 1.5 x_1 - 0.5 x_2 + z_1 + z_2 \geq 7000 \quad (4.14)$$

$$\text{demanda de rn)} z_1 + 0.3 z_2 \leq 16000 \quad (4.15)$$

onde,

$a_i$  = produto de consumo final ( $a$ ) gerado com a técnica ( $i$ ) ( $i = 1$  e  $2$ );

$b_i$  = produto de consumo final ( $b$ ) gerado com a técnica ( $i$ ) ( $i = 1$  e  $2$ );

$k_i$  = meio de produção ( $k$ ) gerado com a técnica ( $i$ ) ( $i = 1$  e  $2$ );

$x_i$  = meio de produção ( $x$ ) gerado com a técnica ( $i$ ) ( $i = 1$  e  $2$ );

$z_i$  = meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $i$ ) ( $i = 1$  e  $2$ ).

O problema dual do modelo é descrito como,

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } 100 pa + 500 pb + 1000 pk + 5000 px + 70000 pz - 16000 rn \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned} \quad (4.16)$$

$$a1) \quad pa - 10 pk \leq 2 \quad (4.17)$$

$$a2) \quad pa - 5 pk \leq 50 \quad (4.18)$$

$$b1) \quad pb - 20 pk \leq 30 \quad (4.19)$$

$$b2) \quad pb - 15 pk \leq 60 \quad (4.20)$$

$$k1) \quad pk - 2 px - 0.2 pz \leq 1 \quad (4.21)$$

$$k2) \quad pk - px - 0.1 pz \leq 5 \quad (4.22)$$

$$x1) \quad px - 1.5 pz \leq 0.4 \quad (4.23)$$

$$x2) \quad px - 0.5 pz \leq 2 \quad (4.24)$$

$$z1) \quad -0.4 px + pz - rn \leq 0.3 \quad (4.25)$$

$$z2) \quad -0.3 px + pz - 0.3 rn \leq 3 \quad (4.26)$$

onde,

$pa$  = preço do produto de consumo final ( $a$ );

$pb$  = preço do produto de consumo final ( $b$ );

$pk$  = preço do meio de produção ( $k$ );

$px$  = preço do meio de produção ( $x$ );

$pz$  = preço do meio de produção ( $z$ );

$rn$  = preço do recurso natural.

A partir da solução do modelo são obtidos o esquema de reprodução do sistema econômico em riquezas (quantidades físicas), mostrado na tabela 1 e em valores monetários, mostrado na tabela 2.

Tabela 4 1: Esquema de reprodução econômica em riquezas

	Recurso natural rn	Meio de produção z	Meio de produção x	Meio de produção k	Produção	Trabalho
Recurso natural rn					16000	
Meio de produção z	16000		6400		16000	4800
Meio de produção x		8450			16900	33800
Meio de produção z		550	5500		2750	2750
Produto final a				1000	100	200
Produto final b				750	50	3000
Demanda	16000	9000	11900	1750		44550
Excedente	0	7000	5000	1000		
Total	16000	16000	16900	2750		

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 4 2: Reprodução do sistema econômico em valores monetários\*.

	Recurso natural rn	Meio de produção z	Meio de produção x	Meio de produção k	Valor dos meios de produção	Valor total	Valor agregado
Demanda de rn						2880	
Demanda de z	2880		17920		20800	25600	4800
Demanda de x		13520			13520	47320	33800
Demanda de z		880	15400		16280	19030	2750
Demanda de a				6920	6920	7120	200
Demanda de a				5190	5190	8190	3000
Demanda	2880	14400	33320	12110	62710	110140	44550
Excedente	0	11200	14000	6920			
Total	2880	25600	47320	19030			

\* preço de  $a = 71,2$ ;  $b = 163,8$ ;  $k = 6,92$ ;  $x = 2,8$  ;  $z = 1,6$ ;  $rn = 0,18$  unidades monetárias.

Fonte: elaborado pelo autor.

É interessante observar que os esquemas de reprodução mostrados nas tabelas 1 e 2 representam um sistema aberto, no qual um recurso natural deve ser introduzido para, por meio do trabalho, gerar meios de produção e, a partir destes, serem gerados produtos de consumo final, também por meio do trabalho. Assim, os esquemas mostram explicitamente que riquezas são introduzidas, transformadas pelo trabalho e consumidas no sistema econômico. Tais esquemas de reprodução contrastam com os esquemas marxistas em que apenas os fluxos de trabalho e monetários são representados, o que os leva a negligenciar o papel dos recursos naturais na reprodução do sistema econômico.

Comparando os resultados mostrados nas duas tabelas, observa-se que o tempo de trabalho aplicado diretamente em cada atividade, mostrados na tabela 1, correspondem ao valor agregado em cada atividade, mostrados na tabela 2. Neste caso, porém, a obtenção do valor agregado ocorreu a partir da subtração do valor monetário dos meios de produção do

valor monetário total dos produtos. Assim, embora na solução do problema dual do modelo de programação linear o valor agregado seja obtido a partir dos valores gerados no mesmo ciclo de produção, nos esquemas de reprodução o valor agregado em cada atividade é obtido considerando que os meios de produção foram gerados no ciclo anterior ao dos produtos finais. Como pode ser observado nas duas tabelas, o total do valor em tempo de trabalho é equivalente a soma dos valores agregados (monetários), sendo que o recurso natural, embora possua um valor monetário, não agrega valor pois não exige trabalho para ser produzido. Salientamos que o preço do produto natural deve ser distinguido do preço que decorre do trabalho exigido para a sua extração, o qual, no caso do modelo, está incluído no preço da atividade “mineradora” que gera o meio de produção ( $z$ ). Como o preço de ( $z$ ) encontra-se no início da cadeia produtiva de todas as demais atividades, o preço do recurso natural, pela sua influência sobre o preço de ( $z$ ), se repercute sobre os preços de todos os outros meios de produção e, assim, também sobre o preço dos produtos para consumo final.

Na tabela 3, a partir da solução do modelo, são mostrados os resultados econômicos gerados pela aplicação de oito unidades de tempo de trabalho. É interessante observar que as atividades selecionadas pela solução do modelo são aquelas em que, como mostrado na tabela 3, o valor agregado é gerado em uma quantidade equivalente ao tempo de trabalho aplicado (oito unidades). Em primeiro lugar, isto mostra a coerência do modelo com a teoria do valor de Marx. Isto porque, no capítulo X do volume II de O Capital (p. 127-128), ao discutir quanto dois produtores receberiam por uma jornada de trabalho empregando força de trabalho e meios de produção em diferentes proporções, e considerando que estes receberiam todo o valor agregado gerado (não havendo lucro), Marx afirma que tais produtores receberiam o mesmo valor agregado.

Tabela 4 3: Valor agregado nas atividades obtido a partir da solução do modelo considerando a aplicação de oito unidades de trabalho.

Atividade e técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	x1	x2	z1	z2
Valor em trabalho	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Quantidade	4	0,16	0,27	0,13	8,00	1,60	20,00	4,00	26,67	2,67
Valor monetário do produto	284,80	11,39	43,68	21,84	55,36	11,07	56,00	11,20	42,67	4,27
Valor do monetário do meio de produção	276,80	5,54	36,91	13,84	47,36	4,74	48,00	3,20	29,87	2,24
Renda do recurso natural									4,80	0,14
Valor agregado	8	5,86	6,77	8	8	6,34	8	8	8,00	1,88

Elaborado pelo autor.



Em segundo lugar, isto mostra também que a teoria do valor de Marx implica na existência de preços eficientes, ou seja, que induzem os produtores a escolher as técnicas necessárias para a satisfação da demanda, pois coerentes com a minimização do tempo de trabalho socialmente necessário a partir dos recursos e das técnicas disponíveis. Há fortes evidências que Marx, assim como até os dias de hoje marxistas e neoricardianos em geral, não suspeitou que sua teoria do valor, no seu aspecto mais fundamental, implicava na determinação de preços eficientes (conceito ausente na obra de Marx). Provavelmente, o principal obstáculo para a percepção de que preços eficientes são necessários para manter a coerência entre a aplicação de trabalho “vivo” e valor agregado esteja na crença de que os preços correspondem a valores médios, mesmo em condições de produção heterogêneas.

#### **4.4 As categorias econômicas para a determinação microeconômica do valor agregado**

Como já discutido, o valor agregado corresponde ao trabalho diretamente aplicado na produção (trabalho “vivo”). Em termos macroeconômicos, o valor agregado, portanto, corresponde a todo o trabalho realizado em determinado período, independentemente dele ser dedicado à geração de produtos de consumo final ou meios de produção. Isto porque, em escala macroeconômica, o trabalho aplicado para a geração dos meios de produção se constitui em trabalho vivo. Também nesta escala, em termos monetários, isto implica que os meios de produção gerados apenas repõem os meios que foram consumidos no período, ou gera excedentes que se adicionam ao seu estoque. Por exemplo, dado que determinado tipo de máquina dura em média 10 anos, no caso de não haver variação de estoque, a cada ano devem ser produzidos 10% do número de tais máquinas existentes na economia.

De um ponto de vista microeconômico, ou seja, do ponto de vista da unidade de produção, porém, os meios de produção devem ser considerados de forma diferente. Na escala microeconômica é preciso distinguir a unidade de produção do seu meio externo, correspondente às demais unidades, com a qual ela realiza trocas monetárias. Assim, o valor monetário dos meios de produção agora deve ser considerado no cálculo do valor agregado. Na verdade, é em escala microeconômica que a expressão valor agregado adquire seu pleno sentido, na medida em que representa o valor que é agregado pelo trabalho diretamente

aplicado (trabalho vivo) sobre o trabalho indireto objetivado socialmente nos meios de produção (trabalho morto) proveniente do exterior da unidade de produção.

No que diz respeito aos meios de produção consumidos no ciclo de produção, como fontes de energia fóssil ou outras matérias primas, não há dificuldade na sua contabilidade. Tais meios de produção são denominados “consumo intermediário”, denominação derivada provavelmente do seu papel transitório no processo de produção, na medida em que a sua quantidade consumida em cada ciclo é diretamente proporcional à quantidade produzida.

No entanto, em relação aos meios de produção que levam vários ciclos de produção para serem consumidos, apenas o custo da sua reposição por ciclo deve ser contabilizado. Neste caso, já não é possível estabelecer uma relação direta entre tal custo anual e a quantidade produzida. Por esta razão, tais custos são considerados “fixos”, sendo denominados de “depreciação”, porque correspondem à perda de valor sofrida pelo meio de produção em cada ciclo. Uma questão importante relativa aos meios de produção que exigem mais de um ciclo para serem consumidos diz respeito ao seu caráter estrutural, isto é, ao fato de que normalmente eles são utilizados em várias atividades. Por exemplo, um trator (ou um depósito) em uma unidade de produção pode ser utilizado em várias atividades, sendo a sua depreciação independente do seu uso em uma ou várias atividades. Isto cria não linearidades no cálculo do valor agregado que impedem que ele possa ser efetuado para cada atividade produtiva separadamente.

Há ainda várias questões, bastante delicadas, que se colocam no cálculo do valor agregado em uma unidade de produção. A primeira delas diz respeito às rendas, que, embora sendo transferências de valor, deveriam ser deduzidas do valor monetário total para a determinação do valor agregado (conforme mostra a expressão 5 e os dados numéricos da tabela 3, apresentados anteriormente). Como demonstrado nas seções anteriores, o valor agregado em uma unidade de produção gerado a partir de preços eficientes corresponde rigorosamente ao trabalho vivo. Assim, no caso em que, por exemplo, os produtores são os proprietários dos recursos naturais que geram rendas diferenciais a quantidade de valor agregado (que é monetário) por unidade de tempo de trabalho é a mesma, embora a unidade de produção que gera mais riqueza (valores de uso) receba uma porção maior do valor agregado gerado, considerando que a produção de ambas seja necessária para satisfazer a demanda. Na prática, ou as rendas diferenciais são totalmente desconsideradas no cálculo do valor agregado em uma unidade de produção, ou elas são consideradas como uma repartição

do valor agregado, como nos casos de arrendamento de terras. Considerando a teoria do valor de Marx, porém, ambos os procedimentos não são corretos. Por outro lado, este procedimento se justifica porque um dos principais objetivos da análise econômica de uma unidade de produção é averiguar as eventuais vantagens econômicas proporcionadas pelas técnicas que nela são praticadas. E tais vantagens são proporcionadas justamente pela apropriação de rendas diferenciais, decorrentes da diferença da produtividade dos seus trabalhadores em relação aos de outras unidades de produção. Por isto, rigorosamente, o que é normalmente medido como valor agregado em uma unidade de produção na verdade é a parte apropriada pela mesma do valor gerado pelo conjunto das unidades de produção (para cada produto nela gerado).

Outra questão importante no cálculo do valor agregado diz respeito aos impostos. Em geral, estes são considerados como uma apropriação pelo Estado de parte do valor agregado na unidade de produção. No entanto, este procedimento não é correto. Ocorre que as atividades públicas também agregam valor. Setores como os relacionados a infraestrutura (estradas, pontes, portos e obras de saneamento, por exemplo), a educação, os transportes e os serviços de saúde públicos, a construção civil promovida pelo Estado, e mesmo os serviços prestados pela burocracia estatal se constituem em dispêndio de trabalho socialmente necessário que gera valor. A diferença entre o valor gerado pelo setor público e o privado é que este último é pago diretamente pelo consumidor que em seu conjunto expressa uma demanda solvável que só se confirma no momento da compra. Já o valor gerado no setor estatal, não mercantil, se realiza a partir de uma demanda definida anteriormente à produção, sendo o seu pagamento cotizado coletivamente por meio dos impostos. No entanto, apesar desta diferença, a natureza do valor gerado é a mesma<sup>3</sup>. Por isto não é verdade que o setor público é sustentado financeiramente pelo setor privado. Ao contrário, os setores pelos quais o Estado se responsabiliza são, em geral, aqueles que, embora importantes para a reprodução da sociedade, proporcionam taxas de lucro insuficientes para atrair investimentos privados. O problema para a determinação quantitativa da influência dos impostos sobre a formação do valor agregado em termos microeconômicos é que a quantidade de impostos arrecadada em cada unidade de produção individualmente não guarda uma relação direta com as demandas específicas das atividades nela colocadas em prática. Por esta razão, os impostos em geral são

---

3 Como demonstra HARRIBEY, J.-M. Le travail productif dans les services non marchands: un enjeu théorique et politique. *Economie appliquée, an international journal of economic analysis*, Tomo LVII, n° 4, dezembro de 2004, p. 59-96.

considerados na repartição do valor agregado e não na sua formação, como, de um ponto de vista conceitual, seria mais correto.

Além das complicações discutidas nos parágrafos anteriores, é necessário alertar que o valor agregado calculado a partir dos dados observados em uma unidade de produção dificilmente é estritamente proporcional ao trabalho diretamente aplicado nas atividades nela desenvolvidas devido ao fato de que é provável que os preços raramente são eficientes. Uma causa importante da existência de ajustes nos preços que podem torná-los ineficientes é a forma como são tomadas as decisões que regem os investimentos. Isto pode ocorrer, por exemplo, no caso da ocorrência de rendas que são apropriadas pelos proprietários dos recursos naturais que as geram ou que têm origem em condições de produção específicas (como a localização ou condições climáticas), que pode levá-los a adotar técnicas não eficientes. Porém, provavelmente ainda mais importante são as relações de produção que podem fazer com que os agentes econômicos adotem critérios de decisão que guardam pouca relação com o valor agregado, como é o caso da taxa de lucro, cuja adoção para orientar os investimentos pode causar ajustes nos preços que os tornam ineficientes. Esta questão, aliás de importância central para a compreensão da dinâmica das economias capitalistas, será discutida em mais detalhes na próxima seção, dedicada às categorias econômicas derivadas da distribuição do valor agregado.

#### **4.5 As categorias econômicas relacionadas à distribuição do valor agregado**

O processo fundamental de distribuição do valor agregado nas economias contemporâneas é realizado por meio da subordinação dos trabalhadores aos proprietários dos meios de produção. Esta subordinação pode ser direta, caso típico das relações de produção capitalistas, ou indireta, exercida por meio de empréstimos (a qual é muito mais antiga do que o sistema capitalista). No primeiro caso, o controle dos meios de produção pelos empresários capitalistas é exercido diretamente, sendo que, no segundo, embora o empresário mantenha o poder de decisão sobre a gestão da sua unidade de produção, os meios de produção adquiridos por meio dos empréstimos são, de um ponto de vista jurídico, propriedade do agente financeiro, o que lhe assegura a apropriação de uma parte do valor agregado na forma de juros.

Assim, a repartição do valor agregado ocorre, fundamentalmente, entre os proprietários dos meios de produção, os trabalhadores que recebem uma remuneração

monetária estabelecida em contrato (assalariados) e os agentes financeiros que eventualmente financiam atividades da unidade de produção. Além disto, como discutido anteriormente, os impostos e as rendas normalmente constam na distribuição do valor agregado embora, rigorosamente, devessem ser considerados na formação do valor agregado e não na sua distribuição. No entanto, a inclusão das rendas e dos impostos na repartição do valor agregado pode ser justificada, especialmente do ponto de vista da análise da unidade de produção.

Esta distribuição, excetuando os impostos, refletem relações de sociais, especialmente de produção e de propriedade que são determinantes para a definição dos critérios de decisão que orientam as atividades desenvolvidas na unidade de produção. Neste sentido é interessante comparar os casos de unidades de produção na qual os trabalhadores receberiam uma porção equitativa do valor agregado, decidindo eles próprios sobre as atividades que o geram, do caso em que há separação entre trabalho e gestão na unidade de produção. No primeiro caso encontram-se, por exemplo, as unidades de produção baseadas no trabalho familiar, sem a contratação de trabalhadores. No segundo caso encontram-se as unidades de produção capitalistas, nas quais os proprietários dos meios de produção não exercem atividades diretamente relacionadas à produção, sendo estas executadas exclusivamente por trabalhadores contratados.

No caso da produção familiar, deduzidos impostos, e eventuais rendas e juros, resta uma renda<sup>4</sup> a qual é diretamente proporcional ao valor agregado. Já no caso da produção capitalista, além dos impostos e eventuais rendas e juros, há também os salários recebidos pelos trabalhadores. O que resta ao proprietário dos meio de produção é o lucro empresarial. E, dada a possibilidade de investir em outras atividades, o critério de decisão dos capitalistas é a taxa de lucro, ou seja, a proporção entre o lucro e o capital investido em meios de produção e salários. É interessante observar que, também em função da existência de depreciações que não podem ser imputadas especificamente a cada atividade, como no valor agregado, a renda e o lucro não podem ser determinados de forma isolada para cada atividade da unidade de produção. Assim, também nestes casos o que pode ser definido é a contribuição de cada atividade na renda, ou no lucro, global gerada na unidade de produção.

As relações de produção induzem os agricultores familiares a adotar critérios de decisão para realizar seus investimentos diferentes dos critérios adotados pelos capitalistas,

---

4 Em português a palavra renda significa tanto o “retorno” que alguém recebe pelo seu trabalho como a renda paga pelo uso de um recurso natural. A “renda” do agricultor familiar corresponde, assim, ao “retorno” recebido pelo seu trabalho.

inclusive os relativos às técnicas a serem adotadas na unidade de produção. Para o agricultor familiar o critério é diretamente proporcional ao do valor agregado, ou seja, quanto maior o valor agregado, maior será a renda do agricultor. Isto torna os critérios adotados pelos agricultores familiares coerentes com a formação de preços eficientes. Mas para o capitalista, esta relação direta com o valor agregado apenas se verifica para o lucro, mas não para a taxa de lucro, sendo esta última que orienta os seus investimentos (ou seja, é a rentabilidade do capital e não o nível de lucro absoluto que é importante para o capitalista). Isto ocorre porque uma mesma renda pode ser obtida por diferentes proporções entre o valor monetário dos meios de produção e os salários (ou seja, em termos marxistas, por diferentes “composições orgânicas do capital”). Para ilustrar os efeitos destes critérios sobre a escolha de técnicas de produção, foram adicionadas duas linhas na tabela 3 para indicar o lucro e a taxa de lucro que seriam proporcionados em cada atividade, gerando a tabela 4, na qual pode ser observado que a adoção da taxa de lucro como critério de investimento levaria a escolha de técnicas ineficientes. De fato, como a taxa de lucro é obtida pela divisão do lucro pelos investimentos, tanto em salários como em meios de produção, as técnicas que proporcionam um valor agregado equivalente ao tempo de trabalho não são as que proporcionam as maiores taxas de lucro. Estes resultados indicam claramente que as relações de produção capitalistas provocam perturbações no funcionamento do sistema econômico, as quais podem ser as principais responsáveis pela sua grande instabilidade.

Tabela 4 4: Valor agregado, lucro e taxa de lucro obtidos a partir da solução do modelo, com a aplicação de oito unidades de tempo de trabalho, e com uma repartição de 50% entre salários e lucros.

Atividade e técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	x1	x2	z1	z2
Valor em trabalho	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Quantidade	4	0,16	0,27	0,13	8,00	1,60	20,00	4,00	26,67	2,67
Valor monetário do produto	284,80	11,39	43,68	21,84	55,36	11,07	56,00	11,20	42,67	4,27
Valor do monetário do meio de produção	276,80	5,54	36,91	13,84	47,36	4,74	48,00	3,20	29,87	2,24
Renda do recurso natural									4,80	0,14
Valor agregado	8	5,86	6,77	8	8	6,34	8	8	8	1,88
Lucro	4	2,93	3,39	4	4	3,17	4	4	4	0,94
Taxa de lucro	1,4%	41,8%	8,8%	25,3%	8,1%	50,1%	8,0%	76,9%	12,6%	34,7%

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.6 Conclusão: repensar o trabalho no processo de reprodução social

A discussão realizada neste ensaio indica como as categorias econômicas empregadas para a análise de unidades de produção podem ser obtidas a partir das relações básicas entre riquezas, valores e preços, de um ponto de vista do materialismo histórico. Assim, embora os processos de geração e de distribuição do valor agregado ocorram de maneira integrada, a análise separada de cada um destes processos permite mostrar claramente as relações sociais que regem a sua apropriação pelas diferentes classes sociais. E são estas relações sociais que determinam os critérios de decisão adotados pelos agentes econômicos na escolha das atividades e das técnicas a serem praticadas na unidade de produção. Neste sentido, o caráter alienante e apologético da consideração da taxa de lucro como um critério universalmente aceito para a orientação dos investimentos torna-se evidente, tanto na esfera empresarial como na financeira. Na origem deste processo de alienação encontra-se, como bem analisou Marx, na apropriação pelos capitalistas das riquezas geradas pelos trabalhadores por meio da repartição do valor.

Cabe, no entanto, uma interrogação sobre como a legitimação desta apropriação se relaciona com a forma como a consideração das relações entre riquezas, valores e preços induzem a determinada concepção do papel do trabalho no processo de reprodução da sociedade. Um primeiro elemento para responder a esta questão é a consideração de que, no seu aspecto ontológico mais fundamental, as sociedades humanas se constituem em estruturas dissipativas, assim como os demais sistemas responsáveis pela dinâmica da biosfera terrestre. Em outras palavras, as sociedades humanas também se constituem em sistemas termodinâmicos abertos, auto-organizados e históricos, que asseguram a sua reprodução por meio de um constante aporte exterior de matéria e energia que são transformadas em seu interior e expelidas para o exterior com maior grau de entropia. Esta característica ontológica fundamental das sociedades humanas contrasta com a concepção corrente na economia de um processo fechado, circular, considerado como responsável pela sua reprodução.

Evidentemente, a dinâmica das sociedades humanas não pode ser explicada apenas a partir dos seus aspectos termodinâmicos, na medida em que, como sistemas sociais, apresentam também características que lhe são próprias, inexistentes em sistemas apenas físicos ou biológicos. E o processo fundamental responsável por tais características é a forma como os seres humanos se relacionam com a natureza, a qual sempre ocorre intimamente integrada à forma como os seres humanos se relacionam entre si (ou seja, sempre ocorre em

uma sociedade). Esta forma dos seres humanos se relacionarem com a natureza, relacionando-se entre si neste processo, é o trabalho, o qual é parte da própria vida humana. Ocorre que nos modelos que procuram representar a reprodução econômica da sociedade como um processo fechado e circular, abordagem que é adotada tanto por marxistas, como por neoricardinos e neoclássicos, o trabalho sempre figura como um meio para produzir, e não como parte da vida e, portanto, como a própria finalidade da produção.

O modelo apresentado neste ensaio, que formaliza as relações entre riquezas, valores e preços no interior de um sistema econômico aberto e histórico permite atribuir um sentido diferente ao papel desempenhado pelo trabalho no processo de reprodução da sociedade. Neste sistema o trabalho não é um meio de produção, o que impede, inclusive, que a remuneração recebida pelos trabalhadores, em termos monetários (salários) ou traduzida em termos físico por meio dos produtos por eles consumidos, possa ser considerada como um custo. A partir desta abordagem, fica claro que a consideração do trabalho como um custo implica em adotar a perspectiva daqueles que se apropriam da riqueza por ele produzida, considerando apenas parte da riqueza por eles apropriada (o lucro) como produção, sendo sua existência, portanto, declarada como um imperativo econômico incontornável. Tal consideração é totalmente falsa. Como mostram os dados das simulações apresentadas neste ensaio, é por meio da geração de valor que as riquezas são geradas pelo trabalho em uma sociedade monetária. O lucro se constitui apenas na parte do valor agregado que é apropriada pelos capitalistas, sendo que a procura da maximização da taxa de lucro exerce um papel perturbador na reprodução da sociedade.

Assim, a partir do exposto acima, pode-se concluir que as categorias econômicas para a análise de unidades de produção obtidas a partir das relações entre riquezas, valores e preços formalizadas no modelo permite aprofundar a sua coerência com um projeto emancipatório baseado no materialismo histórico fundado por Marx e Engels.



## 5 TECNOLOGIA E RIQUEZAS NATURAIS: POR UMA PLANIFICAÇÃO ECOLÓGICA RADICALMENTE DEMOCRÁTICA

### 5.1 Introdução

O padrão tecnológico mais adequado para a promoção da sustentabilidade das sociedades contemporâneas é objeto de intensa polêmica. Por um lado, é comum a crença em que os problemas relativos a sustentabilidade podem ser resolvidos pelo desenvolvimento tecnológico em curso, especialmente no que diz respeito e relacionado a novas fontes de energia, às tecnologias de informação, ao desenvolvimento de novos materiais, a biotecnologia, enfim, ao que se tem convencionado denominar de “alta” tecnologia<sup>1</sup>. A questão ambiental, portanto, estaria relacionada essencialmente ao tempo que será necessário para o desenvolvimento adequado de tais tecnologias, o que implica que deveríamos investir o máximo possível de recursos neste sentido. No outro extremo, é crescente a percepção de que, diante das contradições apresentadas pela alta tecnologia com a disponibilidade dos recursos naturais das quais ela depende, a decisão mais racional seria aderirmos à soluções de “baixa” tecnologia<sup>2</sup>, adequando o perfil e o nível de nosso consumo a esta situação. Um exemplo desse tipo de contradição concerne às soluções de alta tecnologia oferecidas aos problemas provocados pelo aquecimento global e pela escassez de petróleo. Dentre estas soluções temos, por exemplo, os geradores de energia eólica e solar de alta performance, os carros elétricos ou híbridos, o uso de ligas metálicas mais leves e resistentes e o desenvolvimento de catalisadores. Ocorre que todas estas tecnologias exigem um (ou mais) recurso natural raro ou difícil de ser produzido e normalmente mais difícil ainda de ser reciclado, devido ao seu emprego altamente disperso. Como exemplo desses materiais se pode citar os chamados “metais críticos”<sup>3</sup> e as “terras raras”<sup>4</sup>.

Essa polarização entre posições extremas observa-se também na discussão dos problemas da agricultura, embora em termos um pouco diferentes. Ocorre que o padrão

1 A adoção dos termos “alta” e “baixa” tecnologia é utilizada neste ensaio apenas para facilitar a exposição, na medida que elas possuem significados que, embora cientificamente inexatos, traduzem razoavelmente bem as características gerais das tecnologias discutidas.

2 BIHOUIX, P. *L'Age des low tech. Vers une civilization techniquement soutenable*. Paris: Seuil, 2014.

3 GILLES LEPESANT, *La transition énergétique face au défi des métaux critiques*, Études de l'Ifri, Paris: Ifri, janvier 2018.

4 CNUCED. *Coup d'oeil sur les produits de base. Édition spéciale sur les terres rares*. N° 5, New York et Genève: Nations Unies, 2014.

tecnológico dominante ~~agricultura~~ na agricultura é responsável por ~~graves~~ problemas que ameaçam gravemente a sustentabilidade das sociedades contemporâneas, como a erosão dos solos;<sup>5</sup> o desmatamento ~~para a expansão da área cultivada, com~~ a ~~consequente~~ diminuição da biodiversidade;<sup>5</sup> o intenso uso de energia ~~(inclusive para a síntese de certos adubos químicos)~~; a degradação ambiental pela exploração de minerais para a fabricação de adubos químicos, e o uso de agrotóxicos, devido aos ~~negativos~~ efeitos altamente negativos destes produtos sobre a saúde humana e à biodiversidade. Há, no entanto, fervorosos defensores do atual padrão tecnológico, alegando que os gravíssimos problemas por ele gerados tendem a ser superados pelo seu próprio aprofundamento por meio, por exemplo, decorrente do desenvolvimento de agrotóxicos e equipamentos mais seguros e com menos impactos sobre o ambiente. Mas há também os que sustentam que a única maneira de enfrentar tais problemas é uma mudança radical no padrão tecnológico vigente, a qual deveria incluir o completo banimento do uso de agrotóxicos e adubos químicos, assim como uma severa limitação do uso de equipamentos pesados na agricultura, a qual deveria ser realizada de forma mais artesanal, com especial atenção à qualidade dos seus produtos.

O aprofundamento da polarização de posições como as descritas nos parágrafos anteriores têm gerado discursos altamente normativos que dificultam o debate dos obstáculos que objetivamente se colocam para um desenvolvimento tecnológico compatível com a sustentabilidade, qualquer que seja o posicionamento adotado como ponto de partida. Neste ensaio exploramos a hipótese de que uma planificação ecológica pode se constituir em uma forma mais racional de conduzir um debate democrático sobre os padrões tecnológicos mais adequados para promoção da sustentabilidade. Tal posicionamento contrasta com o de autores que atribuem um caráter tecnocrático e produtivista intrínseco a todo processo de planificação.<sup>5</sup> A experiência histórica de processos de planificação, de modo geral, corrobora esta posição. No presente ensaio, no entanto, procuramos demonstrar que não se pode afirmar que a planificação é intrinsecamente produtivista e tecnocrática. Neste sentido, a hipótese que pretendemos examinar neste ensaio é que o maior obstáculo ~~apontado neste ensaio~~ para a instituição de um processo de planificação ecológica genuinamente democrático é que ele implica em profundas mudanças nas estruturas de poder ora vigentes. Na verdade, tal panificação, como será discutido, é indissociável de um combate sistemático à influência do

---

5 Como por exemplo em TOMJO, *L'Enfer vert. Un projet pavé de bonnes intentions, suivi de Critique de la planification écologique*. Montreuil: L'Echappée, collection « Négatif », 2013.

poder econômico sobre as decisões de investimento, o que, no limite, implica na contestação do próprio sistema capitalista.

A discussão realizada neste ensaio tem como principal elemento de apoio um modelo formal, elaborado por meio da programação linear. Uma característica importante deste modelo é que ele pode ser facilmente adaptado e parametrizado para que problemas como os citados acima possam ser analisados de forma objetiva, inclusive no que diz respeito as repercussões de diferentes alternativas sobre o nível de consumo, a exigência de trabalho e a demanda de recursos naturais. Por outro lado, é importante salientar que os procedimentos aqui propostos não pretendem demonstrar qualquer verdade incontestável pelo fato de estarem apoiados em modelos quantitativos, pois, como afirma Lukács,

“(...) não se deve esquecer que espelhamentos desse tipo [da geometria e da matemática] podem espelhar somente determinados momentos da realidade, enquanto a realidade existente em si possui uma infinidade de outros componentes”<sup>6</sup>

Feita esta ressalva, destaca-se que a facilidade de cálculo da solução de problemas de programação linear e o acesso aos dados, ~~mesmo que básicos~~, para a sua parametrização faz com que modelos de grandes dimensões possam ser elaborados permitindo simular situações bastante realistas. Antes porém de ilustrar como uma planificação ecológica, na prática, pode ser realizada por meio de exemplos relacionados aos problemas descritos anteriormente, é interessante apresentar a estrutura formal do modelo e discutir as suas características que permitem superar o caráter tecnocrático normalmente assumido pela planificação.

## 5.2 ~~Ap~~Planificação ~~ecológica e democracia~~

Quase invariavelmente, um dos méritos mais salientados de uma planificação ecológica seria a sua capacidade de relançar o crescimento econômico por meio de atividades sustentáveis que permitiriam um consistente combate ao desemprego. A planificação ecológica seria, portanto, uma forma eficaz de aliar a promoção da sustentabilidade com a criação de empregos, o que lhe atribuiria uma incontestável importância social.

Neste ensaio, porém, questionamos este ponto de vista. Entendemos que a criação de empregos não pode ser considerada como um fim em si e, talvez menos ainda, como um meio de promover o desenvolvimento. Ao contrário, uma das premissas ao desenvolvimento da sociabilidade humana é justamente a disposição de tempo livre que permita aos indivíduos se

6 LUKÁCS, G. *Para uma ontologia do ser social I*. São Paulo: Boitempo, 2012, p. 14.

dedicar a atividades que permitam o pleno desenvolvimento da sua personalidade. É claro que o aumento da produtividade do trabalho, no capitalismo contemporâneo, apenas tem gerado, por um lado, desemprego e a marginalização por ele provocada que acompanha o desemprego, assim como a superexploração dos que ainda mantêm um posto de trabalho e, consequentemente, por outro lado, uma crescente concentração da riqueza. Mas, para evitar que a planificação assuma um caráter à adesão de um necessário produtivista, mesmo que “verde” mas fundamentalmente reacionário, mesmo que verde, entendemos ser necessário colocar explicitamente em debate a necessidade de uma distribuição a mais igualitária possível do tempo de trabalho, de forma que todos possam (e devam) trabalhar com jornadas menores de trabalho, da forma a mais uniforme possível. menos em, mas O primeiro objetivo da planificação ecológica, portanto, seria uma verdadeira democratização do próprio trabalho.

Outra característica importante da planificação ecológica aqui proposta diz respeito às decisões sobre a produção e o acesso ao consumo das riquezas sociais, produzidas pelo trabalho ou fornecidas pela natureza. No sistema de planificação aqui proposto, tais decisões devem ser tomadas anteriormente ao desencadeamento dos processos econômicos que, por meio de um sistema de preços, permitiriam orientar o comportamento dos agentes que atuam nas unidades de produção. Neste sentido não seriam os processos econômicos que determinariam as decisões a serem tomadas sobre as riquezas sociais, mas eles deveriam desempenhar um papel meramente operacional, posteriormente a tais decisões.

Uma terceira característica importante desta planificação ecológica é que ela deve permitir uma análise objetiva das consequências do tipo, do perfil e do nível de consumo de produtos finais, da geração de excedentes de meios de produção necessários para o crescimento econômico (se este for considerado desejável), assim como da quantidade dos recursos naturais considerados aceitáveis de serem explorados. No quadro dessa planificação, a avaliação dessas consequências é realizada considerando o universo das técnicas disponíveis, assim como a diversidade das condições de produção.

As características gerais da planificação aqui proposta podem ser detectadas facilmente no modelo formal apresentado a seguir. O problema primal do modelo é

$$\text{Função objetivo: minimizar } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x \quad (5.1)$$

Sujeito às restrições

$$\sum q_i^l \geq D_i \quad (5.2)$$

$$\sum k_z^x - \sum a_{iz}^l q_i^l \geq K_z \quad (5.3)$$

$$\sum \sigma_{jz}^x k_z^x \leq R_j \quad (5.4)$$

onde temos,

$c_i^l$  = quantidade ( $c$ ) de trabalho necessária por unidade do produto ( $i$ ) com a técnica ( $l$ ).

$q_i^l$  = quantidade ( $q$ ) do produto ( $i$ ) fabricado com a técnica ( $l$ ).

$c_z^x$  = quantidade ( $c$ ) de trabalho por unidade de meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $x$ ).

$k_z^x$  = quantidade ( $k$ ) do meio de produção ( $z$ ) gerado com a técnica ( $x$ ).

$D_i$  = quantidade demandada ( $D$ ) de produto ( $i$ ).

$K_z$  = quantidade ( $K$ ) do meio de produção ( $z$ ) excedente para reprodução ampliada (reprodução simples  $K = 0$ )

$a_{iz}^l$  = quantidade ( $a$ ) do meio de produção ( $z$ ) necessária para produzir uma unidade do produto ( $i$ ) com a técnica ( $l$ ).

$\sigma_{jz}^x$  = quantidade ( $\sigma$ ) de recurso natural ( $j$ ) necessário para a produção do meio de produção ( $z$ ) com a técnica ( $x$ ).

$R_j$  = quantidade máxima ( $R$ ) a ser utilizada do recurso natural ( $j$ ).

O problema dual ~~é formulado a partir do problema primal, de maneira a obter, a partir do problema primal, as condições monetárias que lhe são correspondentes. Assim, a partir do problema dual são definidos~~ fornece os preços dos produtos de consumo final, dos meios de produção gerados pelo trabalho e dos recursos naturais, que maximizam o valor agregado monetário, considerando a demanda de produtos, a disponibilidade de recursos e as condições técnicas de produção. Ele é formulado como,

$$\text{Função objetivo: maximizar } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (5.5)$$

Sujeito às restrições

$$p_i - \sum a_{iz}^l \beta_z \leq c_i^l \quad (5.6)$$

$$\beta_z - \sum \sigma_{jz}^x r_j \leq c_z^x \quad (5.7)$$

onde, além das variáveis do problema primal, já descritas, temos,

$p_i$  = preço ( $p$ ) do produto ( $i$ ).

$\beta_z$  = preço ( $\beta$ ) do meio de produção ( $z$ ) ( $z$  gerado pelo trabalho).

$r_j$  = preço ( $r$ ) do recurso natural ( $j$ ).

De acordo com o teorema da dualidade, com as soluções ótimas temos,

$$\text{mínimo } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x = \text{máximo } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (5.8)$$

Neste o modelo apresentado nos parágrafos anteriores as variáveis relativas às riquezas relativas correspondentes aos produtos de consumo final ( $D$ ), ao excedente de meios de produção necessários ao crescimento econômico ( $K$ ) e aos recursos naturais ( $R$ ), são variáveis exógenas. Isto significa que a quantidade e o tipo dos produtos de consumo final, o crescimento (ou eventualmente até mesmo um decrescimento) econômico e a exploração dos recursos naturais são considerados como decisões que não podem ser definidas pelo próprio modelo. Ao contrário, neste ensaio é possível considerar mes que as decisões que envolvem tais variáveis são essencialmente políticas na medida em que elas, conjuntamente com o tempo a ser dedicado ao trabalho, são componentes do bem estar social para os quais não é possível determinar um “trade-off” entre as mesmas sem ambiguidades. Por outro lado, é evidente que as restrições técnicas que definem as possibilidades de escolha (assim como as consequências de cada escolha), não podem ser negligenciadas. Mas é importante salientar que tais restrições jamais podem decidir, por si sós, o que uma sociedade considera mais desejável em relação às suas riquezas.

No modelo proposto, a escolha das técnicas a serem empregadas é definida a partir das decisões relativas às riquezas. Assim, se uma sociedade considera mais importante diminuir seus problemas ambientais, por meio do consumo de produtos finais em menor quantidade e elaborados com meios de produção menos exigentes em recursos naturais, mas que, podem exigir mais trabalho para serem elaborados, o modelo fornece as técnicas correspondentes a tais meios de produção. Fica claro, assim, que a questão da sustentabilidade diz respeito menos ao padrão tecnológico escolhido do que às decisões fundamentais que uma sociedade toma sobre as suas riquezas materiais (mesmo que tais decisões, no capitalismo, sejam definidas essencialmente pelos interesses das suas classes dominantes por meio do lucro).

Diante do exposto, é possível afirmar que, de um ponto de vista formal, a elaboração de um sistema de planificação que possa servir de base para um debate democrático na sociedade sobre as suas riquezas materiais, de forma que os interesses das diferentes classes sociais sejam claramente explicitados, é relativamente simples. No entanto, na prática, sempre podem surgir complicações. Algumas dessas complicações são ilustradas nos exemplos numéricos apresentados nas duas próximas seções.



quantidades, demanda um tempo de trabalho elevado para ser extraído e é de difícil reciclagem.

Como ponto de partida, é interessante observarmos as características da solução do modelo quando, tanto os recursos naturais tradicionais como os recursos naturais de alta tecnologia não são limitantes à adoção das técnicas que exigem mais trabalho para a satisfação da demanda de 70 e 30 unidades dos produtos de consumo final (*a*) e (*b*), respectivamente (conforme descrito nas expressões 10 e 11). Na tabela 1 é apresentada a solução do modelo nestas condições.

Tabela 5 1: Solução dos problemas primal (tempo de trabalho) e dual (valores monetários) considerando uma demanda de 70 unidades de produto final (*a*) e 30 unidades de produto final (*b*), com recursos naturais abundantes.

	Produto final a		Produto final b		Meio de produção k		Meio de produção z		Meio de produção h	Recurso natural tradicional	Recurso natural TA	Total
Técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	h	rn	rnh	
Tempo de trabalho	140,00	0,00	300,00	0,00	710,87	0,00	1.521,74	0,00	0,00	0,00	0,00	2.672,61
Quantidade produzida pelo trabalho	70,00	0,00	30,00	0,00	710,87	0,00	1.521,74	0,00	0,00	0,00	0,00	
Valor monetário	1.360,43		1.312,17		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	2.672,61
Preço	19,43		43,74		3,26		1,13		0,00	0,00	0,00	

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 1 observa-se que os valores em tempo de trabalho e monetários são equivalentes, o que indica que as soluções obtidas são ótimas, de acordo com a expressão (8). Assim, as técnicas associadas a valores não nulos de tempo de trabalho e quantidade produzida pelo mesmo são as que compõem a base ótima da solução do problema primal. Da mesma forma, os valores monetários e os preços não nulos são os que compõem a base ótima do problema dual. Devido ao fato dos recursos naturais não serem limitantes, as técnicas que compõem a base ótima do problema primal são as que permitem as maiores produtividades do trabalho, exigindo, no entanto, mais recursos naturais. Também devido à abundância dos recursos naturais, a solução do problema dual indica que os seus preços são nulos.

A partir dos dados mostrados na tabela 1 relativos às quantidades físicas foi elaborado o esquema de reprodução do sistema econômico em termos de riquezas. Este esquema é



mostrado na tabela 2. Nele se pode observar como o trabalho socialmente necessário fornecido pela solução do modelo se distribui entre as várias atividades produtivas. Também conforme a tabela 1, pode-se observar que o recurso natural ( $rh$ ) não é utilizado, o que se explica pelo fato de que apenas as técnicas ( $a1$ ) e ( $b1$ ) são empregadas para a geração dos produtos ( $a$ ) e ( $b$ ), as quais não empregam o meio de produção ( $h$ ).

Tabela 5 2: Esquema de reprodução do sistema econômico em termos físicos (riquezas) elaborado a partir da solução do modelo considerando uma demanda de produtos de consumo final de 30 e 70 unidades de ( $a$ ) e ( $b$ ), respectivamente.

	Recurso natural rh	Recurso natural rn	Meio de produção z	Meio de produção k	Meio de produção h	Produto	Trabalho
Recurso natural rh						2,00	
Recurso natural rn						6.086,96	
Meio de produção z		6.086,96		60,87		1.521,74	1.521,74
Meio de produção k			1.421,74			710,87	710,87
Meio de produção h	0,00					0,00	0,00
Produto final a			70,00	350,00	0,00	70,00	140,00
Produto final b			30,00	300,00	0,00	30,00	300,00
Subtotal	0,00	6.086,96	1.521,74	710,87	0,00		2.672,61
Excedente		0,00	0,00	0,00	0,00		
Total	0	6086,96	1521,739	710,8696	0		

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 32 é apresentado o esquema de reprodução do sistema econômico em termos monetários, elaborado a partir dos dados apresentados na tabela 1 e dos preços fornecidos pela solução do problema dual do modelo.

Tabela 5 3: Esquema da reprodução social, em termos monetários, elaborado a partir da solução do modelo considerando uma demanda de produtos de consumo final de 30 e 70 unidades fornecidos pelas atividades (a) e (b), respectivamente.

	Recurso natural rh	Recurso natural rn	Meio de produção z	Meio de produção k	Meio de produção h	Valor = prod.*preço	Valor solução	Valor agregado
Recurso natural rh						0,00	0,00	
Recurso natural rn						0,00	0,00	
Meio de produção z		0,00		198,49		1.720,23	0,00	1.521,74
Meio de produção k			1.607,18			2.318,05	0,00	710,87
Meio de produção h	0,00					0,00	0,00	0,00
Produto final a			79,13	1.141,30	0,00	1.360,43	1.360,43	140,00
Produto final b			33,91	978,26	0,00	1.312,17	1.312,17	300,00
Total	0,00	0,00	1.720,23	2.318,05	0,00		2.672,61	2.672,61
Excedente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Total	0	0	1720,227	2318,053	0			

Fonte: elaborado pelo autor

Como já observado anteriormente na tabela 2, ~~os valores~~ dos recursos naturais são abundantes, o que faz com que, na prática, eles desapareçam do esquema de reprodução em termos monetários mostrado na tabela 3. Vale salientar que, comparando os resultados mostrados nas tabelas 2 e 3, ~~se pode observar que~~ o tempo de trabalho dedicado a cada uma das atividades, em termos físicos, corresponde, em termos monetários, ao valor agregado pelas mesmas, o que mostra que os resultados apresentados são coerentes com a teoria do valor de Marx. Neste sentido, é interessante também observar que, ao contrário dos meios de produção que exigem tempo de trabalho humano para serem gerados (inclusive o meio de produção ( $h$ )), a disponibilidade do recurso natural ( $rh$ ), mostrada na primeira linha da tabela 2, não exige que haja uma demanda equivalente, mesmo em termos físicos (o que implica que a quantidade de ( $rh$ ) é “excedente”), como mostrado na segunda coluna desta tabela. Já o recurso natural “tradicional” ( $rn$ ), na medida em que é empregado para a geração do meio de produção ( $z$ ), a sua demanda e a produção apresentam-se praticamente em equilíbrio, como pode ser observado comparando o valor mostrado na tabela 2 com o valor do lado direito da expressão (16). Por outro lado, como a quantidade disponível do recurso natural ( $rn$ ) não é

limitante, as suas quantidades produzidas e demandadas são nulas em termos monetários, como mostrado na tabela 3.

Na tabela 4 é mostrada a solução do modelo considerando um aumento de 10% da demanda de produtos finais, ou seja, 77 unidades do produto (a) e 33 unidades do produto (b).

Tabela 5 4: Solução do modelo considerando uma demanda de 77 e 33 unidades dos produtos para consumo final (a) e (b), respectivamente.

	Produto final a		Produto final b		Meio de produção k		Meio de produção z		Meio de produção h	Recurso natural tradicional	Recurso natural TA	Total
	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	h	rn	rnh	
Técnica												
Tempo de trabalho	154,00	0,00	232,14	391,43	707,50	0,00	1.525,00	0,00	39,14	0,00	0,00	3.049,21
Quantidade produzida pelo trabalho	77,00	0,00	23,21	9,79	707,50	0,00	1.525,00	0,00	0,78	0,00	0,00	
Valor monetário	2.172,50		1.996,50		0,00		0,00		0,00	-1.119,79	0,00	3.049,21
Preço	28,21		60,50		4,86		1,93		50,00	0,18	0,00	

Fonte: elaborado pelo autor

A partir dos resultados mostrados na tabela 4, foi elaborada a tabela 5 onde é mostrado o esquema de reprodução do sistema econômico em termos de riquezas (valores físicos), considerando uma demanda de 77 e 33 unidades dos produtos de consumo final (a) e (b), respectivamente.

Tabela 5 5: Reprodução social com base nas riquezas, considerando uma demanda de 77 e 33 unidades dos produtos de consumo final (a) e (b).

	Recurso natural rh	Recurso natural rn	Meio de produção z	Meio de produção k	Meio de produção h	Produto	Trabalho
Recurso natural rh						0,78	
Recurso natural rn						6.100,00	
Meio de produção z		6.100,00		61,00		1.525,00	1.525,00
Meio de produção k			1.415,00			707,50	707,50
Meio de produção h	0,78					0,78	39,14
Produto final a			77,00	385,00	0,00	77,00	154,00
Produto final b			33,00	261,50	0,78	33,00	623,57
Subtotal	0,78	6.100,00	1.525,00	707,50	0,78		3.049,21
Excedente		0,00	0,00	0,00	0,00		
Total	0,78	6.100,00	1.525,00	707,50	0,78		

Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 5, pode-se observar que o tempo de trabalho aumentou consideravelmente em relação ao mostrado na tabela 2, passando de 2.672,61 para 3.049,21 unidades. Em primeiro lugar este aumento deveu-se, evidentemente, a maior demanda de produtos finais. No entanto, este aumento deveu-se também pela mudança da técnica 1 para a 2 empregada para a geração do produto de consumo final (*b*); que, além dela mesma exigir mais trabalho, provocou um aumento da demanda do meio de produção (*h*), altamente exigente em trabalho.

Na tabela 6 é mostrado o esquema de reprodução do sistema econômico em valores monetários, também considerando uma demanda de 77 e 33 unidades dos produtos de consumo final (*a*) e (*b*), respectivamente.

Tabela 5 6: Reprodução social com base nos valores monetários, considerando uma demanda de 77 e 33 unidades dos produtos de consumo final (*a*) e (*b*).

	Recurso natural rh	Recurso natural rn	Meio de produção z	Meio de produção k	Meio de produção h	Valor = prod.*preço	Valor solução	Valor agregado
Recurso natural rh						0,00	0,00	
Recurso natural rn						1.119,79	1.119,79	
Meio de produção z		1.119,79		296,29		2.941,07	0,00	1.525,00
Meio de produção k			2.728,93			3.436,43	0,00	707,50
Meio de produção h	0,00					0,00	0,00	0,00
Produto final a			148,50	1.870,00	0,00	2.172,50	2.172,50	154,00
Produto final b			63,64	1.270,14	0,00	1.996,50	1.996,50	662,71
Subtotal	0,00	1.119,79	2.941,07	3.436,43	0,00		3.049,21	3.049,21
Excedente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Total	0,0	1119,8	2941,1	3436,4	0,0			

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme mostrado na tabela 5, a quantidade física demandada do recurso natural (*rh*), de 0,78 unidades, é inferior a quantidade disponível (2 unidades). Isto explica o valor nulo deste recurso natural em termos monetários, como mostrado na tabela 6.

A tabela 7 mostra o efeito de uma diminuição da quantidade disponível do recurso natural tradicional (*rn*) de forma a promover a aplicação das técnicas poupadoras deste recurso. É interessante informar que a solução do modelo foi obtida com o valor de 5.173

unidades do recurso natural tradicional pelo fato deste valor ser um pouco mais elevado do que o limite no qual a demanda do recurso natural ( $rh$ ) atinge o seu máximo de 12 unidades.

Tabela 5 7: Solução do modelo considerando uma demanda de 77 unidades do produto ( $a$ ) e 33 unidades do produto ( $b$ ), com uma disponibilidade de 5.173 unidades do recurso natural tradicional ( $rn$ ).

	Produto final a		Produto final b		Meio de produção k		Meio de produção z		Meio de produção h	Recurso natural tradicional	Recurso natural AT	Total
	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	h	rn	rh	
Técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	h	rn	rh	
Tempo de trabalho	154,00	0,00	80,00	1.000,00	591,52	0,63	1.293,25	0,00	100,00	0,00	0,00	3.219,40
Quantidade produzida pelo trabalho	77,00	0,00	8,00	25,00	591,52	0,21	1.293,25	0,00	2,00	0,00	0,00	
Valor monetário	2.233,00		2.046,00		0,00		0,00		0,00	-1.034,60	-25,00	3.219,40
Preço	29,00		62,00		5,00		2,00		62,50	0,20	12,50	

Fonte: elaborado pelo autor

Como pode ser observado na tabela 7, o recurso natural “AT” ( $rh$ ) possui um preço não nulo (12,5 unidades monetárias) devido ao fato de se tornar limitante. A partir desta tabela pode-se constatar que a demanda do recurso natural ( $rh$ ) aumentou devido à aplicação da técnica 2 para gerar uma parte do produto ( $b$ ). Assim, atingido o limite de 25 unidades de produto ( $b$ ) produzido pela técnica 2, ou seja, ( $b2$ ), toda a quantidade disponível do recurso natural ( $rh$ ) é utilizada. É interessante observar que com a disponibilidade de recurso natural ( $rn$ ) de 5.173 unidades, o meio de produção ( $k$ ) passa a ser produzido pela técnica 2 ( $k2$ ). Aliás, é justamente a partir da entrada de ( $k2$ ) na base ótima da solução do problema primal que o preço do recurso natural ( $rh$ ) passa a integrar a base ótima da solução do problema dual. Com uma diminuição ainda maior da disponibilidade do recurso natural ( $rn$ ), os meios de produção gerados pelas técnicas menos exigentes em recursos naturais mais econômicas passam a ser empregados, sendo que as quantidades de ( $b1$ ) e ( $b2$ ), de 8 e 25 unidades respectivamente, permanecem inalteradas.

Assim, a única forma de promover a substituição das atividades ( $b1$  e, eventualmente,  $a1$ ) pela ( $b2$ ) (ou  $a2$ ), permitindo assim que o recurso natural tradicional fosse poupado por meio de mudanças nas técnicas de produção dos produtos de consumo final, seria o aumento da disponibilidade do recurso natural ( $rh$ ). Neste sentido é importante salientar que, no

modelo apresentado, não foram consideradas técnicas para a geração dos meios de produção ( $z$ ) e ( $k$ ) que exigissem recursos naturais de alta tecnologia, não sendo, portanto, considerada a possibilidade de “demandas cruzadas” de recursos naturais (isto é, quando a geração de um produto demanda menos de um recurso natural, mas exige mais de outro) para a geração desses meios de produção. Mas é provável que tais demandas cruzadas sejam comuns, o que pode ser um obstáculo importante à promoção de uma transição ecológica baseada em produtos de alta tecnologia. Enfim, a satisfação da demanda de 77 e 33 unidades dos produtos para consumo final ( $a$ ) e ( $b$ ), respectivamente, é inviável se a disponibilidade do recurso natural ( $rn$ ) atingir valores abaixo de 678 unidades (mantendo-se a disponibilidade de 12 unidades do recurso natural ( $rh$ )).

Com uma disponibilidade inferior a 2.709 unidades de recurso natural ( $rn$ ), aproximadamente, ocorre a entrada de ( $z_2$ ) na base ótima do problema primal, o que implica no aumento do preço do recurso natural ( $rh$ ), de 12,5 unidades monetárias (como mostra a tabela 7) para 61,11 unidades monetárias; e no aumento do preço do recurso natural ( $rn$ ) de 0,2 unidades para 0,34 unidades monetárias. É interessante, pois, analisar qual seria o efeito deste aumento de preço sobre a lucratividade da exploração dos recursos naturais.

Na tabela 8 são mostrados os resultados econômicos obtidos a partir da solução do modelo considerando uma demanda 77 e 33 unidades de produtos finais ( $a$ ) e ( $b$ ), respectivamente, e 2.800 unidades de recurso natural ( $rn$ ). Nos resultados mostrados nesta tabela, foi considerada uma taxa de mais valia (calculada como repartição do valor agregado), de 20%, uniforme para todas as atividades. É importante salientar que o valor agregado foi obtido debitando a renda dos recursos naturais do valor monetário dos produtos. Como pode ser observado na tabela 8, há técnicas que não proporcionam um valor agregado equivalente ao tempo de trabalho diretamente aplicado, o que indica que tais técnicas não são eficientes sendo, portanto, incompatíveis com a satisfação da demanda com um mínimo de tempo de trabalho. É interessante observar que as técnicas que proporcionam as maiores taxas de lucro nem sempre são eficientes. Também na tabela 8, observa-se que as produções “mineradoras” ( $h$  e  $z$ ) estão entre as que proporcionam as maiores taxas de lucro, independentemente da sua eficiência. Tais taxas de lucro são ainda mais elevadas se as rendas diferenciais são adicionadas ao lucro, como seria o caso em que elas são apropriadas pelos proprietários dos meios de produção (em função dos quais os lucros são calculados).

Tabela 5 8: Resultados econômicos obtidos a partir da solução do modelo considerando uma demanda 77 e 33 unidades de produtos finais ( $a$ ) e ( $b$ ), respectivamente, e 2.800 unidades de recurso natural ( $rn$ ).

Produto e técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	h
Prod. física	4,00	0,53	0,80	0,20	8,00	2,67	8,00	4,00	0,16
Preços	29,00		62,00		5,00		2,00		62,50
Valor monetário da produção	116,00	15,47	49,60	12,40	40,00	13,33	16,00	8,00	10,00
Valor monetário dos meios de produção	108,00	8,07	41,60	4,40	32,00	5,33	1,60	0,80	0,00
Valor monetário dos recursos naturais (renda diferencial)							6,40	0,80	2,00
Valor agregado	8,00	7,40	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	6,40	8,00
Lucro	1,60	1,48	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,28	1,60
Taxa de lucro	1,40%	10,58%	3,33%	14,81481%	4,17%	13,64%	11,11%	19,05%	19,05%
Valor agregado + renda diferencial	8,00	7,40	8,00	8,00	8,00	8,00	14,40	7,20	10,00
Taxa de lucro com rendas diferenciais							55,56%	30,95%	42,86%

Fonte: elaborado pelo autor.

~~Nos resultados mostrados anteriormente na tabela 8, foi considerada uma taxa de mais valia (calculada como repartição do valor agregado), de 20%, uniforme para todas as atividades. É importante salientar que o valor agregado foi obtido debitando a renda dos recursos naturais do valor monetário dos produtos. Como pode ser observado a tabela 8, há técnicas que não proporcionam um valor agregado equivalente ao tempo de trabalho diretamente aplicado, o que indica que tais técnicas não são eficientes sendo, portanto, incompatíveis com a satisfação da demanda com um mínimo de tempo de trabalho. É interessante observar que as técnicas que proporcionam as maiores taxas de lucro nem sempre são eficientes. Também na tabela 8, observa-se que as produções “mineradoras” ( $h$  e  $z$ ) estão entre as que proporcionam as maiores taxas de lucro, independentemente da sua eficiência. Tais taxas de lucro são ainda mais elevadas se as rendas diferenciais são adicionadas ao lucro, como seria o caso em que elas são apropriadas pelos proprietários dos meios de produção (em função dos quais os lucros são calculados).~~

Na tabela 9 são mostrados os resultados econômicos obtidos a partir da solução do modelo considerando uma demanda 77 e 33 unidades dos produtos finais ( $a$ ) e ( $b$ ), respectivamente, desta vez com 2.700 unidades de recurso natural ( $rn$ ).

Tabela 5 9: Resultados econômicos obtidos a partir da solução do modelo considerando uma demanda 77 e 33 unidades de produtos finais (a) e (b), respectivamente, e 2.700 unidades de recurso natural (rn)

Produto e técnica	a1	a2	b1	b2	k1	k2	z1	z2	h
Prod. física	4,00	0,53	0,80	0,20	8,00	2,67	8,00	4,00	0,16
Preços	32,33		68,11		5,56		2,56		111,11
Valor monetário da produção	129,33	17,24	54,49	13,62	44,44	14,81	20,44	10,22	17,78
Valor monetário dos meios de produção	121,33	10,25	46,49	5,62	40,89	6,81	1,78	0,89	0,00
Valor monetário dos recursos naturais (renda diferencial)							10,67	1,33	9,78
Valor agregado	8,00	6,99	8,00	8,00	3,56	8,00	8,00	8,00	8,00
Lucro	1,60	1,40	1,60	1,60	0,71	1,60	1,60	1,60	1,60
Taxa de lucro	1,25%	8,83%	3,03%	13,30869%	1,63%	12,11%	8,49%	18,56%	9,89%
Valor agregado + renda diferencial	8,00	6,99	8,00	8,00	3,56	8,00	18,67	9,33	17,78
Taxa de lucro com rendas diferenciais							65,09%	34,02%	70,33%

Fonte: elaborado pelo autor.

Comparando os resultados mostrados na tabela 9 e 8, observa-se que as rendas diferenciais geradas pelos recursos naturais aumenta com a diminuição da disponibilidade do recurso natural tradicional (rn). Isto ocorreu porque a diminuição da disponibilidade do este recurso natural tradicional intensifica a escassez do recurso natural de alta tecnologia (rh), mesmo com a sua disponibilidade permanecendo inalterada. Como pode ser observado na tabela 9, as taxas de lucro das atividades mineradoras, embora sendo ainda as mais elevadas dentre a maior parte das atividades, diminuem em relação às mostradas na tabela 8 quando as rendas diferenciais são excluídas do lucro. No entanto, quando as rendas diferenciais são incluídas nas taxas de lucro, estas assumem valores muito mais elevados do que os observados na tabela 8. Assim, a escassez de recursos naturais provoca um aumento significativo das taxas de lucro das atividades mineradoras se as rendas diferenciais são apropriadas pelos capitalistas.

Estes resultados nos leva a algumas considerações que, embora altamente especulativas, podem ser interessantes. Ocorre que a exploração dos minerais empregados para a fabricação de produtos de alta tecnologia, como as terras raras, é altamente destruidora do ambiente, o que a torna difícil de ser desenvolvida nos países mais ricos diante da forte oposição da sociedade civil (especialmente dos movimentos ambientalistas). Além disto, boa



parte das reservas desses minerais encontra-se nos países pobres, cujos salários são muitos mais baixos do que os dos países ricos, proporcionando taxas de lucro mais elevadas. Assim, com legislações ambientais muito menos restritivas (e menos fiscalizadas pelos Estados), reservas abundantes e mão de obra barata, os países mais pobres tendem a tornar-se um alvo privilegiado das multinacionais mineradoras, que tendem assim a diminuir (ou mesmo encerrar) suas atividades nos países mais ricos. O caso da produção de produtos oriundos de terras raras nos EUA, que encerraram sua produção, e na China, que mantém uma posição quase monopólica nesse setor, é emblemático desta situação<sup>7</sup>.

Um aumento da produção dos recursos naturais empregados para a fabricação de produtos de alta tecnologia é, pois, bastante provável. O problema que se coloca é a repartição dos benefícios e dos prejuízos que este aumento provoca. É grande a possibilidade de que os principais beneficiados serão as classes mais privilegiadas, especialmente (mas não só) dos países ricos, enquanto que os maiores prejudicados serão as classes populares dos países mais pobres, que, além de baixos salários e condições precárias de trabalho, deverão arcar com os efeitos mais diretos do impacto ambiental da mineração dos recursos naturais necessários para a fabricação de produtos de alta tecnologia sem, em geral, poder usufruir dos benefícios proporcionados ~~vocados~~ pelos mesmos.

#### 5.4 A questão agroecológica

Uma especificidade importante da agricultura em relação aos demais setores da economia é a sua dependência em relação ao acesso à terra, o que está intimamente relacionado com os limites muito mais estreitos à artificialização dos seus processos produtivos. Estas características fazem com que relações sociais baseadas no parentesco na agricultura se mostrem muito mais funcionais ao capitalismo do que em outros setores da economia. Surge, assim, a questão de definir sobre quais bases sociais, associadas ao padrão tecnológico e as formas de acesso à terra que lhe sejam adequadas, deveria se assentar o desenvolvimento da agricultura. Desde o final do século XIX até recentemente esta “questão agrária” ocupou uma posição central nas reflexões sobre o desenvolvimento das sociedades capitalistas, assim como nas sociedades com economia centralmente planejada. Atualmente, porém, as discussões sobre esta questão tem sido negligenciadas, com a crença de que ela

---

7 CNUCED. *Coup d'oeil sur les produits de base. Édition spéciale sur les terres rares*. N° 5, New York et Genève: Nations Unies, 2014, p. 12.

estaria praticamente “resolvida”, pela generalização do uso de insumos e equipamentos de origem industrial na agricultura.

No entanto, como atestam muitos movimentos sociais ao redor do mundo, a questão agrária está longe de ser resolvida. Ao contrário, tal questão adquire uma importância ainda maior na atualidade ao considerarmos que a ela se integram ~~associam também~~ os graves problemas ambientais provocados pelo padrão tecnológico dominante na agricultura. Para destacar a necessidade de integrar os problemas ecológicos ao debate sobre o progresso técnico e as bases sociais sobre os quais deveria se assentar o desenvolvimento da agricultura é que a questão agrária, no contexto socioambiental do século XXI, tem sido denominada como uma “questão agroecológica”<sup>8</sup>.

---

8 SILVA NETO, B. **A questão agroecológica. Uma perspectiva ecossocialista.** Curitiba: Ed. CRV, 2017.

Sustentamos ao logo deste ensaio que uma planificação ecológica poderia ser realizada adequadamente por meio da determinação de preços eficientes. Nesta seção procuramos demonstrar que tal determinação pode fornecer argumentos convincentes para a defesa de uma agricultura camponesa, assim como para a determinação de instrumentos eficientes para a promoção de um processo de transição ecológica na agricultura (ou seja, uma transição agroecológica). Na seção anterior foi evidenciado que a determinação de preços eficientes implica na maximização do valor monetário agregado, a qual é equivalente à minimização do valor em tempo de trabalho. Isto mostra que o valor é a categoria econômica que possui uma natureza tanto física, ~~como valor~~ em tempo de trabalho, como monetária, ~~como valor~~ quando definido a partir dos preços. Neste sentido, o valor é a única categoria que permite estabelecer uma relação clara entre, por um lado, a geração e o uso das riquezas (físicas), por meio do tempo de trabalho, e, por outro lado, os aspectos monetários da economia, por meio do valor monetário definido pelos preços. Este fenômeno fica perfeitamente claro na medida em que o valor em tempo de trabalho das atividades nos esquemas de reprodução de um sistema econômico em termos físicos (de riquezas) é equivalente ao valor agregado destas mesmas atividades que constam nos esquemas de reprodução do sistema econômico em termos monetários. Isto pode ainda ser observado pela equivalência entre o tempo de trabalho aplicado e o valor agregado gerado por uma atividade eficiente (descontadas as rendas nas atividades que utilizam diretamente recursos naturais ~~diretamente~~). Assim, em nível microeconômico, o valor agregado se relaciona diretamente com a escolha de atividades eficientes na alocação dos recursos. A maximização do valor agregado, portanto, possui uma relação direta com uma alocação racional dos recursos.

Isto pode ser de uma importância crucial para o enfrentamento dos graves problemas ecológicos provocados pelo padrão tecnológico dominante na agricultura. Há uma abundante literatura que analisa a contaminação dos alimentos, a perda da biodiversidade, a profunda perturbação da dinâmica dos ecossistemas naturais, a erosão dos solos, a destruição do patrimônio genético, causados pela agricultura baseada em insumos químicos e equipamentos pesados na agricultura<sup>9</sup>. Além disso, o aumento excessivo da escala de produção, com a consequente concentração da renda e queda da população empregada no meio rural,

---

9 Uma síntese desses problemas é encontrada em AUGUSTO, L. G. S.; CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; FARIA, N. M. X.; BÚRIGO, A.C.; Freitas, V.M.T.; GUIDUCCI FILHO, E. **Dossiê ABRASCO - Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Parte 2 - Agrotóxicos, saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO), junho de 2012.

provocadas por este tipo de agricultura são as principais causas do rápido declínio do desenvolvimento rural<sup>10</sup>.

Ocorre que a agricultura é, talvez, o setor da economia em que há gestores de as unidades de produção que adotam critérios de alocação de recursos que se correlacionam fortemente com o valor agregado. Estes gestores são os agricultores familiares, que privilegiam a remuneração da família (fornecedora da força de trabalho) como critério para a tomada de decisão. Isto implica que é o nível de renda absoluto que é importante para a reprodução social desses agricultores, e não o retorno sobre os seus investimentos, e menos ainda quando tal retorno inclui uma “remuneração” da terra e do capital (isto é, do valor monetário dos meios de produção). Como a renda dos agricultores familiares corresponde ao valor agregado após serem debitadas despesas como, por exemplo, impostos, eventuais juros bancários e arrendamentos de terra, ela mantém uma correlação fixa com o valor agregado. É importante salientar que esta correlação tende a ser fixa porque os agricultores familiares, embora proprietários dos meios de produção, não se apropriam de mais valia, pois não empregam mão de obra contratada. Em outras palavras, o valor agregado e, assim, a renda na agricultura familiar são gerados apenas pelo seu próprio trabalho.

Esta alta correlação entre renda e valor agregado é ainda maior na agricultura camponesa. Mas é preciso que se esclareça que, quando empregamos o termo camponês para designar estes gestores, isto não pode necessariamente ser vinculado a uma condição de pobreza e de precariedade, como normalmente a produção camponesa é concebida pelo senso comum e mesmo por muitos pesquisadores. O que designamos como agricultura camponesa neste ensaio é simplesmente aquela em que os agricultores procuram manter certa autonomia de decisão e, como a agricultura familiar da qual ela é uma categoria específica, apenas o trabalho familiar é responsável pela produção. É importante esclarecer que esta autonomia não implica em autarcia, pois é determinada pelo grau de liberdade que o agricultor (e sua família) mantém para manejar os seus recursos internos e não pelo seu isolamento em relação ao seu contexto econômico. Em outras palavras, de acordo com nossa concepção, um agricultor pode estar perfeitamente integrado aos circuitos de comercialização de produtos e de insumos, sem perder sua condição camponesa, desde que ele mantenha certa autonomia de

---

10 Uma análise detalhada dos efeitos da expansão do atual padrão tecnológico dominante sobre o desenvolvimento rural, no Estado do Rio Grande do Sul, é realizada em SILVA NETO, B; BASSO, D. **Sistemas agrários do Rio Grande do Sul. Análise e recomendações de políticas**. 2ª Edição. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2015.

decisão sobre o que e como produzir com base nos recursos disponíveis na sua unidade de produção<sup>11</sup>.

A definição de camponês apresentada no parágrafo anterior, que exclui qualquer elemento subjetivo na sua formulação, implica que o comportamento econômico dos camponeses é determinado pelas suas condições materiais, assim como pelas relações de produção, baseadas no parentesco, que eles mantêm em suas unidades produtivas. Isto implica que o comportamento econômico dos camponeses é seja diferente do comportamento dos capitalistas sem que, por isto, possa ser considerado irracional. Na verdade é justamente o contrário que ocorre na medida em que só camponeses estas categorias sociais baseiam suas decisões sobre critérios econômicos que são coerentes com uma alocação adequada dos recursos na sociedade<sup>12</sup>. E de um ponto de vista estritamente microeconômico, tais critérios, embora sejam diferentes dos adotados pelos capitalistas, são da mesma forma objetivamente definidos. Isto pode ser demonstrado formalmente por meio de modelos de programação linear.

Assim, um sistema de produção camponês pode ser descrito pelo modelo básico da programação linear, cujo problema primal é,

$$\begin{array}{l} \text{Maximizar } \sum c_i x_i \\ \text{Sujeito às restrições} \end{array} \quad (5.27)$$

$$\sum a_{ij} x_i \leq b_j \quad (5.28)$$

onde

$c_i$  = contribuição à renda ( $c$ ) da atividade ( $i$ )

$x_i$  = nível ( $x$ ) da atividade ( $i$ )

$a_{ij}$  = coeficiente ( $a$ ) do recurso ( $j$ ) da atividade ( $i$ )

$b_j$  = disponibilidade ( $b$ ) do recurso ( $j$ )

Cujo problema dual é,

$$\begin{array}{l} \text{Minimizar } \sum b_j y_j \\ \text{Sujeito às restrições} \end{array} \quad (5.29)$$

$$\sum a_{ij} y_j \geq c_i \quad (5.30)$$

onde, além das variáveis já descritas,

$y_j$  = produtividade marginal ( $y$ ) do recurso ( $j$ )

11 Uma discussão mais completa deste tópico é realizada em SILVA NETO, B. **A questão agroecológica. Uma perspectiva ecossocialista**. Curitiba: Ed. CRV, 2017.

12 Como discutido na seção anterior ao analisarmos os dados das tabelas 8 e 9.

É importante salientar que muitos dos coeficientes do lado direito das restrições técnicas aos sistemas de produção camponeses são variáveis exógenas, como, por exemplo, a mão de obra, a terra e os fundos de investimento, cujas disponibilidades são fixas. O mesmo ocorre, pelo menos em parte, com as condições ecológicas, como a fertilidade dos solos e a disponibilidade de água para as culturas. Isto faz com que os camponeses em grande medida se baseiem nos seus recursos internos para escolher as suas atividades e as técnicas para manejá-las.

No caso de uma unidade de produção capitalista o problema primal é descrito como,

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } \sum c_i x_i - \sum p_i r_i \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned} \quad (5.31)$$

$$\sum a_{ij} x_i - r_i \leq 0 \quad (5.32)$$

$$\sum x_i \leq l \quad (5.33)$$

onde, além das variáveis já descritas

$p_i$  = preço ( $p$ ) do recurso ( $i$ )

$r_i$  = nível ( $r$ ) do recurso ( $i$ )

$l$  = limite à expansão do conjunto das atividades ( $i$ )

É importante salientar que a restrição descrita pela expressão 33 28 possui apenas um caráter prático. Teoricamente, a unidade de produção estritamente capitalista buscaria no mercado todos os fatores de produção necessários ao seu funcionamento, o que implica na inexistência de restrições fixas para a definição dos seus sistemas de produção. Como as aquisições dos fatores de produção são realizadas de forma a equalizar as suas produtividades marginais e os seus preços (custos marginais), se um sistema de produção proporcionar produtividades marginais inferiores ao preço de mercado, os capitalistas não investirão neste sistema de produção. E se as condições internas da unidade de produção permitirem que os seus fatores de produção proporcionem produtividades marginais maiores do que os preços de mercado, os capitalistas vão adquirir estes fatores até que o aumento da sua demanda provoque uma elevação dos seus preços de forma que estes atinjam um valor equivalente a produtividade marginal dos fatores de produção.

Mas a elevação dos preços dos fatores de produção provocados pelo aumento da sua demanda não pode ser formulada em um modelo microeconômico (ou seja, de uma unidade de produção). Dada a mobilidade dos recursos entre as unidades de produção, a limitação que estes recursos impõe à expansão da produção só pode ser definida macroeconomicamente (isto é, no sistema econômico como um todo). É por esta razão que a expressão 33 28 foi

introduzida no modelo. Caso contrário, a dimensão do sistema da unidade de produção definido pelo problema primal não teria limites e a função objetivo do problema dual não poderia ser formulada. O problema dual, então, é formulado como,

$$\text{Minimizar } l y_i \quad (5.34)$$

Sujeito às restrições

$$\sum a_{ji} y_i + l \geq c_i \quad (5.35)$$

$$y_i \leq p_i \quad (5.36)$$

onde, além das variáveis já descritas,

$y_j$  = produtividade marginal ( $y$ ) do recurso ( $i$ )

Dois exemplos numéricos, um de uma unidade camponesa e outro de uma unidade capitalista, foram formulados para ilustrar o que foi discutido acima.

O problema primal que descreve a unidade de produção camponesa é,

$$\text{Maximizar } 1600 \text{ soja} + 1200 \text{ milho} + 1000 \text{ feijão} \quad (5.37)$$

Sujeito às restrições

$$\text{terra) } \text{soja} + \text{milho} + \text{feijão} \leq 25 \quad (5.38)$$

$$\text{trabalho) } 6 \text{ soja} + 3 \text{ milho} + 2 \text{ feijão} \leq 78 \quad (5.39)$$

$$\text{icirc) } 300 \text{ soja} + 600 \text{ milho} + 100 \text{ feijão} \leq 7500 \quad (5.40)$$

onde as variáveis (*soja*), (*milho*) e (*feijão*) são as atividades agrícolas que podem compor o sistema de produção e as restrições de (*terra*), (*trabalho*) e (*capital* ~~circulante~~ icirc = *capital* circulante) correspondem às limitações impostas ao sistema, de acordo com a disponibilidade destes recursos (correspondente aos coeficientes do lado direito das inequações). Os coeficientes técnicos das restrições correspondem às necessidades dos respectivos recursos para o desenvolvimento de cada atividade.

O problema dual da unidade de produção camponesa é,

$$\text{Minimizar } 25 \text{ terra} + 78 \text{ trabalho} + 7500 \text{ icirc} \quad (5.41)$$

Sujeito às restrições

$$\text{soja) } \text{terra} + 6 \text{ trabalho} + 300 \text{ icirc} \geq 1600 \quad (5.42)$$

$$\text{milho) } \text{terra} + 3 \text{ trabalho} + 600 \text{ icirc} \geq 1200 \quad (5.43)$$

$$\text{feijão) } \text{terra} + 2 \text{ trabalho} + 100 \text{ icirc} \geq 1000 \quad (5.44)$$

onde as variáveis (*terra*), (*trabalho*) e (*icirc*) correspondem às produtividades marginais desses recursos e as restrições (*soja*), (*milho*) e (*feijão*) expressam as necessidades de recursos de cada uma destas atividades, cujo valor total deve ser pelo menos correspondente a sua contribuição à agregação de valor.

Os resultados fornecidos pela solução do problema primal são:

Função objetivo: 29.600 unidades monetárias

soja: 5 unidades de superfície

milho: 8 unidades de superfície

feijão: 12 unidades de superfície

O sistema obtido é, portanto, diversificado, sendo que a soja, atividade que apresenta a maior contribuição por unidade de superfície à agregação de valor, é a que apresenta a menor superfície cultivada, situação inversa a da atividade de produção de feijão. Este resultado pode ser explicado pela complementaridade entre as exigências de recursos das atividades e por certa proporcionalidade entre a disponibilidade dos recursos. Como se pode observar nas expressões 398 e 4039, a soja é a atividade que exige mais recursos, seguida pelo milho e depois pelo feijão (sendo, porém, a soja que proporciona o maior resultado por superfície, conforme mostra a expressão 37). Além disto, as limitações impostas pelas restrições só são atingidas quando todas as atividades compõem o sistema de produção, não havendo sobra de qualquer recurso. Assim, a forma do agricultor otimizar o seu sistema de produção é por meio da diversificação das atividades. Esta situação é comum entre os camponeses, com a ressalva de que, em geral os recursos disponíveis e suas complementaridades são considerados por estes de forma muito mais detalhada. Destacam-se, neste sentido, diferentes condições ecológicas, como de fertilidade e condições físicas do solo e de disponibilidade de água que, diante das diferentes exigências das culturas, podem resultar em sistemas de produção bastante diversificados para serem exploradas de forma adequada. Este processo é, aliás, fundamentalmente o mesmo do que ocorre nos ecossistemas naturais, nos quais as complementaridades das disponibilidades de matéria, energia e espaço determinam a biodiversidade. Assim, colocando em termos mais técnicos, a baixa mobilidade dos recursos da unidade camponesa tende a favorecer o estabelecimento de sistemas de produção mais coerentes com a dinâmica dos sistemas naturais. Por outro lado, vale salientar que baixos preços dos insumos químicos podem estimular os agricultores, mesmo camponeses, a empregá-los como forma de aumentar o valor agregado gerado pela unidade de produção. Portanto, não se pode afirmar a existência de um caráter “agroecológico” inato da agricultura camponesa, na medida em que a adoção de práticas agroecológicas o mesmo depende do seu contexto econômico, especialmente no que diz respeito às relações dos preços entre insumos e produtos.

A solução do problema dual do modelo da unidade de produção camponesa é,



Função objetivo: 29.600

terra: 700 unidades monetárias por unidade física

trabalho: 144,44 unidades monetárias por unidade física

capital circulante: 0,11 unidades monetárias por unidade física

Como já mencionado, a solução do problema dual fornece a produtividade marginal dos recursos da unidade de produção. De acordo com o modelo, por exemplo, uma unidade física de trabalho a mais na unidade de produção geraria 144,44 unidades monetárias. Isto significa que se houvesse trabalho disponível que poderia ser contratado por um valor abaixo desta produtividade, seria interessante para o agricultor contratá-lo. Da mesma forma, se os trabalhadores na unidade de produção recebessem uma remuneração maior do que esta produtividade, o agricultor deveria dispensar mão de obra. No entanto, como se trata de uma unidade camponesa, o número de trabalhadores não pode ser alterado facilmente (pois são membros da família do agricultor). Neste sentido, a maneira como o agricultor pode melhorar esta produtividade é por meio de maiores investimentos, o que só pode ocorrer em detrimento da produtividade marginal do seu “capital”. Por outro lado, como a terra também é um recurso de pouca mobilidade, a sua produtividade marginal tende a aumentar com o investimento do agricultor em mais meios de produção (gerados pelo trabalho). A maneira de atingir estes aumentos da produtividade marginal do trabalho e da terra é por meio da maximização do valor agregado, em condições de baixa mobilidade dos recursos produtivos, mesmo que isto ocorra em detrimento da rentabilidade (produtividade marginal) do “capital”.

Quanto a unidade de produção capitalista, o problema primal do modelo é,

$$\text{Maximizar } 1600 \text{ soja} + 1200 \text{ milho} + 1000 \text{ feijão} - 40 \text{ mdo} - 100 \text{ aterra} - 0.12 \text{ ccirc} \quad (5.45)$$

Sujeito às restrições

$$\text{terra) } \text{soja} + \text{milho} + \text{feijão} - \text{aterra} \leq 0 \quad (5.46)$$

$$\text{trabalho) } 6 \text{ soja} + 3 \text{ milho} + 2 \text{ feijão} - \text{mdo} \leq 0 \quad (5.47)$$

$$\text{capcirc) } 300 \text{ soja} + 600 \text{ milho} + 100 \text{ feijão} - \text{ccirc} \leq 0 \quad (5.48)$$

$$\text{limite) } \text{soja} + \text{milho} + \text{feijão} \leq 25 \quad (5.49)$$

onde, além das variáveis já descritas no modelo da unidade camponesa, (*mdo*) corresponde à mão de obra contratada, (*aterra*) corresponde às unidades de superfície arrendadas, (*ccirc*) é o capital circulante tomado como empréstimo. Como pode ser observado nas expressões 464 a 483, os recursos a serem utilizados devem ser todos adquiridos no mercado, o que representa a estruturação de uma unidade de produção estritamente capitalista, na medida em que o gestor do sistema (o capitalista) não trabalha. Como já mencionado, o caráter

microeconômico do modelo não permite a integração dos processos que levariam ao ajuste dos preços de mercado pelas disponibilidades globais (macroeconômicas) de recursos. Para evitar que a solução do modelo da unidade de produção seja infinita, foi introduzida a expressão 44 que define um limite correspondente a 25 unidades de terra. Salientamos que este limite foi escolhido para facilitar a comparação da sua solução com a fornecida pelo modelo de unidade camponesa anteriormente apresentado, na medida em que seu nível não altera as quantidades relativas das atividades fornecidas pela solução. Como o investimento em capital fixo não foi considerado no modelo, esta restrição pode ser interpretada como a capacidade operacional dos equipamentos já em propriedade do capitalista (embora a superfície seja bastante limitada).

O problema dual do modelo da unidade capitalista é,

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } 25 \text{ limite} & (5.50) \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned}$$

$$\text{soja) terra} + 6 \text{ trabalho} + 300 \text{ ccirc} + \text{limite} \geq 1600 \quad (5.51)$$

$$\text{milho) terra} + 3 \text{ trabalho} + 600 \text{ ccirc} + \text{limite} \geq 1200 \quad (5.52)$$

$$\text{feijão) terra} + 2 \text{ trabalho} + 100 \text{ ccirc} + \text{limite} \geq 1000 \quad (5.53)$$

$$\text{mdo) trabalho} \leq 40 \quad (5.54)$$

$$\text{ater) terra} \leq 100 \quad (5.55)$$

$$\text{cc) ccirc} \leq 0,12 \quad (5.56)$$

A solução do problema primal da unidade capitalista é,

Função objetivo: 30.600

soja: 25 unidades de superfície

milho: 0 unidades de superfície

feijão: 0 unidades de superfície

trabalho: 150 unidades de trabalho

terra: 25 unidades de superfície

capital circulante: 7.500 unidades monetárias

A solução do problema primal da unidade capitalista mostra que o sistema de produção adotado é especializado. Neste caso, a escolha da atividade soja é a que proporciona a maior contribuição ao lucro do capitalista, em função da sua contribuição por superfície ser relativamente alta em comparação com as demais atividades e, também, em relação aos recursos exigidos por esta atividade. É importante observar que o fato da contribuição ao lucro, mostrada pela função objetivo do problema primal, ser superior à contribuição à renda no modelo de unidade camponesa anteriormente discutido deve-se apenas às estas relações.

Por exemplo, um aumento da exigência de trabalho na atividade soja de 6 para 10 unidades provocaria um valor da função objetivo da unidade camponesa de 28.231,58 unidades monetárias, caso em que as unidades de superfície da atividade soja diminuiriam, mas o sistema continuaria diversificado, contra um resultado de 26.600 unidades monetárias fornecido pela função objetivo do modelo da unidade capitalista, cujo sistema de produção continuaria a ser especializado na atividade soja. Estes resultados mostram que, considerando as mesmas condições de produção, não é possível afirmar que a mobilidade dos recursos traz quaisquer vantagens no que diz respeito ao resultado econômico gerado pela unidade de produção. Além disto, de um ponto de vista ecológico, o sistema de produção da unidade capitalista, pela sua especialização, não permitiria ajustar as exigências das atividades aos recursos internos disponíveis. Ao contrário, para compensar os desequilíbrios ambientais provocados pela especialização (aumento de insetos predadores, micro-organismos fitopatogênicos e plantas espontâneas) em geral é necessário um aumento do uso de insumos químicos, o que, por sua vez, tende a provocar poluição ambiental e aumentar o risco de contaminação dos alimentos produzidos. No modelo formulado, é possível um aumento significativo da aplicação de capital circulante, que seria uma decorrência de um uso maior de insumos químicos, sem com isto alterar o sistema de produção, que continuaria especializado na atividade soja. Apesar da extrema simplicidade do modelo, os resultados ilustram o que se observa na agricultura brasileira que, a partir do ano de 2.008 tornou-se o maior consumidor mundial de agrotóxicos, processo concomitante a uma acentuada expansão da monocultura da soja em unidades de produção capitalistas<sup>13</sup>.

A solução do problema dual do modelo da unidade capitalista é,  
Função objetivo: 30.600  
terra: 100 unidades monetárias por unidade de superfície  
trabalho: 40 unidades monetárias por unidade de trabalho  
capital circulante: 0,12 unidades monetárias por unidade monetária

Como pode ser observado comparando a solução do problema dual com os preços dos meios de produção constantes na função objetivo do problema primal descrita na expressão 40, a produtividade marginal dos recursos terra, trabalho e capital circulante corresponde aos

---

13 AUGUSTO, L. G. S.; CANRNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; FARIA, N. M. X.; BÚRIGO, A.C.; FREITAS, V.M.T.; GUIDUCCI FILHO, E. Dossiê ABRASCO - **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 2 - Agrotóxicos, saúde, ambiente e sustentabilidade.** ABRASCO, Rio de Janeiro, junho de 2012.

seus preços. Isto indica que o sistema de produção adotado pela unidade de produção capitalista está adquirindo as quantidades ótimas destes recursos.

Comparando as soluções dos problemas duais da unidade capitalista com a da unidade camponesa, se observa que a produtividade marginal da terra e da mão de obra é menor na unidade capitalista, sendo a produtividade marginal do capital circulante maior, em relação à unidade camponesa. Este resultado é coerente com a tendência dos camponeses em privilegiar a produtividade da terra e do trabalho em detrimento da produtividade do capital, anteriormente mencionada.

Os resultados discutidos nos parágrafos anteriores mostram claramente que o estímulo à agricultura camponesa pode ser um meio extremamente importante para a promoção de um desenvolvimento sustentável da agricultura. Isto indica uma estreita relação entre os aspectos econômicos, sociais e ecológicos na agricultura. No Brasil, porém, para assegurar avanços significativos na sustentabilidade da agricultura são necessárias mudanças estruturais no setor agropecuário que possibilitem tornar a produção camponesa a principal base social da agricultura, em detrimento da agricultura capitalista, ao contrário do que ocorre atualmente. Dentre estas mudanças destaca-se uma reforma agrária que possibilite um amplo acesso dos trabalhadores rurais a terra, principal meio de produção na agricultura. Vale salientar que, para que tal reforma agrária pudesse servir para a constituição de uma agricultura camponesa, a dimensão das unidades de produção deveria ser suficiente para um emprego efetivo da mão de obra familiar dos seus beneficiários. Além da reforma agrária, outras medidas para a promoção da agricultura camponesa também seriam imprescindíveis, como a orientação da pesquisa e da extensão rural de forma que elas possam responder adequadamente às características da produção camponesa agindo, assim, no sentido de reforçá-las. Para que tais mudanças possam ser efetivadas, também seria necessária uma radical reorientação do ensino agrícola, em todos os níveis, mas, principalmente no superior, de forma a tornar os profissionais formados neste campo do conhecimento capazes de compreender a dinâmica da agricultura dos locais em que forem atuar, para que possam agir de forma coerente com a promoção de um desenvolvimento rural não excludente e sustentável.

No entanto, as mudanças tecnológicas necessárias à promoção da sustentabilidade da agricultura, dada a sua amplitude, provavelmente não poderiam ser asseguradas de forma estável apenas por meio das medidas indicadas no parágrafo anterior. Uma incisiva política agrícola, coerente com a promoção da agricultura camponesa, deve ser implantada. Neste

ponto, é preciso atentar para o fato de que muitas medidas ~~que~~, embora possam beneficiar certos agricultores familiares individualmente, têm como efeito uma aceleração dos processos de diferenciação social na agricultura, em detrimento dos agricultores camponeses. Destacam-se neste sentido, as políticas que visam estimular mudanças tecnológicas por meio do crédito rural.

Ocorre que os preços que prevalecem atualmente na economia são altamente desfavoráveis a mudanças tecnológicas coerentes com a promoção de uma agricultura camponesa e com a adoção de técnicas poupadoras de insumos químicos. Neste contexto, as mudanças tecnológicas têm como resultado a marginalização dos camponeses na agricultura, na medida em que a diminuição do tempo de trabalho necessário à produção é, quase sempre, uma condição incontornável para a sua viabilidade econômica. Como o uso de insumos químicos é uma forma de aumentar a produtividade do trabalho diretamente aplicado na agricultura, mudanças tecnológicas baseadas nestes insumos são muito mais fáceis de serem promovidas.

No entanto, é possível estabelecer sistemas de preços que possam estimular técnicas poupadoras de insumos químicos, promovendo um uso mais racional dos recursos internos às unidades de produção em conformidade com a dinâmica da produção camponesa. Este sistema de preços pode ser definido por meio de um modelo de programação linear, em cujo problema primal os tempos de trabalho necessário para a geração dos insumos químicos são aumentados, passando a corresponder aos seus preços (que na prática podem ser assegurados, por exemplo, por meio de impostos). Com o modelo assim modificado, a solução do seu problema dual fornece os preços dos produtos para consumo final que seriam eficientes para a promoção de técnicas poupadoras de tais insumos.

Por outro lado, é necessário manter presente que as técnicas que exigem maiores quantidades de insumos químicos, em geral, permitem rendimentos físicos médios maiores por área, exigindo, assim, menos terra. Portanto, a adoção de técnicas poupadoras de insumos químicos implica em maior exigência de terra. Isto coloca limites à diminuição do uso de insumos químicos semelhantes aos que foram discutidos na seção anterior em relação à promoção de produtos de alta tecnologia.

Um exemplo numérico foi elaborado para ilustrar ~~como uma aplicação do~~ modelo de determinação de preços ~~pode ser empregado~~ para a diminuição do uso de insumos químicos. No exemplo é considerado que as culturas do milho e do feijão podem ser desenvolvidas por

meio de diferentes quantidades de agrotóxicos e de adubos químicos. Três técnicas para cada cultura estão disponíveis. Uma técnica convencional, que utiliza mais insumos, proporcionando maior produtividade do trabalho. Uma técnica intermediária (“em transição”), que utiliza quantidades menores de insumos, exigindo mais trabalho; em relação à técnica convencional. Uma técnica “agroecológica” que utiliza a menor quantidade de insumos dentre as três, sendo, porém, a mais exigente em trabalho.

O procedimento adotado para que o modelo defina um sistema de preços favorável ao emprego das técnicas não convencionais consiste em aumentar o valor do coeficiente relativo ao tempo de trabalho necessário à produção dos insumos químicos. Como o modelo é formulado para que estes coeficientes correspondam aos preços destes insumos, tal aumento poderia ser realizado por meio de impostos. O problema primal do modelo, ~~no qual são inseridos os preços dos insumos (correspondentes aos coeficientes que descrevem as quantidades de trabalho que seriam necessárias à sua produção)~~ e que fornece as quantidades a serem produzidas por cada uma das técnicas selecionadas, é,

$$\text{Minimizar } 0,8 mc + 2,5 mta + 4 ma + 10 fc + 22,5 fta + 28,57 fa + ag + 20 ad \quad (5.57)$$

Sujeito às restrições

$$\text{agt)} \quad 1,25 mc + 0,5 mta + 0,1 ma + 10 fc + 3,125 fta + 1,42 fa - ag \leq 0 \quad (5.58)$$

$$\text{agt2)} \quad ag \leq 4625 \quad (5.59)$$

$$\text{adq)} \quad 0,06 mc + 0,025 mta + 0,012 ma + 0,3 fc + 0,09375 fta + 0,042 fa - ad \leq 0 \quad (5.60)$$

$$\text{adq2)} \quad ad \leq 150 \quad (5.61)$$

$$\text{dm)} \quad mc + mta + ma \geq 500 \quad (5.62)$$

$$\text{df)} \quad fc + fta + fa \geq 400 \quad (5.63)$$

$$\text{dt)} \quad 0,1 mc + 0,167 mta + 0,2 ma + 0,667 fc + 1,25 fta + 1,4285 fa \leq 1000 \quad (5.64)$$

onde as variáveis são,

$mc$  = milho convencional

$mta$  = milho em transição

$ma$  = milho agroecológico

$fc$  = feijão convencional

$fta$  = feijão em transição

$fa$  = feijão agroecológico

$ag$  = agrotóxico (cujo coeficiente é alterado conforme a técnica a ser estimulada)

$ad$  = adubo químico (cujo coeficiente é alterado conforme a técnica a ser estimulada)

Quando às restrições,

$agt$  = ligação entre as necessidades e a quantidade de agrotóxico

$agt2$  = limitação da quantidade de agrotóxico

$adq$  = ligação entre as necessidades e a quantidade de adubo químico

$adq2$  = limitação da quantidade de adubo químico

$dm$  = demanda de milho

$df$  = demanda de feijão

$dt$  = demanda-disponibilidade de terra

O problema dual, que fornece os preços dos produtos, os quais são eficientes para a promoção das técnicas definidas no problema primal, é,

$$\text{Maximizar } 500 pm + 400 pf - 0 pagt - 4625 rag - 0 padq - 150 rad - 1000 rt \quad (5.65)$$

Sujeito às restrições

$$mc) \quad pm - 1,25 pagt - 0,06 padq - 0,82 rt \leq 0,8 \quad (5.66)$$

$$mta) \quad pm - 0,5 pagt - 0,025 padq - 0,167 rt \leq 2,5 \quad (5.67)$$

$$ma) \quad pm - 0,1 pagt - 0,012 padq - 0,2 rt \leq 4 \quad (5.68)$$

$$fc) \quad pf - 10 pagt - 0,3 padq - 0,667 rt \leq 10 \quad (5.69)$$

$$fta) \quad pf - 3,125 pagt - 0,09375 padq - 1,25 rt \leq 22,5 \quad (5.70)$$

$$fa) \quad pf - 1,42 pagt - 0,04 padq - 1,4285 rt \leq 28,57 \quad (5.71)$$

$$ag) \quad pagt - rag \leq 1 \quad (5.72)$$

$$ad) \quad padq - rad \leq 20 \quad (5.73)$$

onde as variáveis são,

$pm$  = preço do milho

$pf$  = preço do feijão

$pagt$  = preço do agrotóxico

$padq$  = preço do adubo químico

$rag$  = renda gerada pela escassez do agrotóxico

$rad$  = renda gerada pela escassez do adubo químico

$rt$  = renda da terra

Quando às restrições, elas indicam a relação do processo de formação de preço com cada variável do problema primal. Por exemplo, a restrição ( $mt$ ) indica que a restrição que diz respeito à influência das condições de produção do milho convencional sobre a formação do preço do milho e assim por diante.

É interessante observar que o valor das variáveis que indicam a renda devido aos insumos químicos é nulo. Isto ocorre porque os coeficientes que indicam as quantidades dos insumos não se alteram porque os preços dos insumos são definidos por meio da alteração dos coeficientes que indicam a necessidade de trabalho para produzi-los na função objetivo do

problema primal (expressão 572). Estes coeficientes são equivalentes aos do lado direito das restrições descritas pelas expressões 7266 e 7367, do problema dual. Já o mesmo não ocorre com a renda da terra, que dependendo do seu nível valor do coeficiente do lado direito da expressão 64.

Na tabela 10 são mostrados os preços dos produtos e os resultados econômicos, incluindo o valor agregado, obtidos a partir de uma jornada de 8 unidades de tempo de trabalho aplicado por meio das diferentes técnicas, considerando os preços básicos dos insumos químicos que constam no modelo. Como se pode observar na tabela 10, as culturas conduzidas por meio das técnicas convencionais são as únicas eficientes, na medida em que proporcionam um valor agregado monetário equivalente ao tempo de trabalho aplicado. É provável que, nestas condições, mesmo a agricultura camponesa tenderia a adotar as técnicas convencionais. A tabela 10 mostra também que a renda da terra neste caso é nula não afetando, portanto, a determinação do valor agregado. Isto ocorre porque as técnicas convencionais são as que exigem menos superfície de terra implicando em uma área cultivada (316,67 unidades) menor do que as 1000 unidades de superfície disponíveis.

Tabela 5 10: Preços e valor agregado proporcionados pelas diferentes técnicas aplicadas às culturas do milho e do feijão, obtidos a partir de 8 de trabalho de unidades de tempo e pelos preços de uma e 20 unidades monetárias por unidade física do agrotóxico e do adubo químico, respectivamente.

Produto e técnica	milho convencional	milho em transição	milho agroecológico	feijão convencional	feijão em transição	feijão agroecológico
Preços do milho e do feijão		3,25			26	
Produção	10,00	3,20	2,00	0,80	0,36	0,28
Receita (valor total)	32,50	10,40	6,50	20,80	9,24	7,28
Gasto agrotóxico	12,50	1,60	0,20	8,00	1,11	0,40
Gasto adubo químico	12,00	1,60	0,48	4,80	0,67	0,22
Renda da terra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor agregado	8	7	5,82	8	7	6,66
V.agregado + renda da terra	8	7	5,82	8	7	6,66

Fonte: elaborado pelo autor.



A tabela 11 mostra os resultados obtidos com a fixação de um aumento de 40% dos preços dos insumos químicos. Nesta tabela observa-se que este aumento tornaria a agregação de valor proporcionada pelas técnicas convencionais nitidamente inferiores à proporcionada pelas demais. Como também se pode observar na tabela 115-8, as técnicas consideradas como de transição agroecológica, para as duas culturas, tornaram-se eficientes com o aumento dos preços dos insumos químicos. Pode-se observar, também, que neste caso as técnicas agroecológicas, embora ineficientes, proporcionam um valor agregado maior do que as técnicas convencionais. Por outro lado, comparando os preços do milho e do feijão mostrados nas tabelas 107 e 118, se constata que o aumento de 40% do preço dos insumos químicos provocou um aumento de 20% e de 13,5% nos preços do milho e do feijão, respectivamente. Estes aumentos são reflexos do maior tempo de trabalho exigido pelas técnicas em transição agroecológica, assim ~~como do aumento dos preços dos insumos químicos, conforme~~ ~~mostrado na expressão 52 do modelo~~

Tabela 5 11: Preços e valor agregado proporcionados pelas diferentes técnicas aplicadas às culturas do milho e do feijão, obtidos a partir de 8 de trabalho de unidades de tempo e pelos preços de 1,4 e 28 unidades monetárias por unidade física do agrotóxico e do adubo químico, respectivamente.

Produto e técnica	milho convencional	milho em transição	milho agroecológico	feijão convencional	feijão em transição	feijão agroecológico
Preços do milho e do feijão		3,90			29,50	
Produção	10,0	3,2	2,0	0,8	0,4	0,3
Receita (valor total)	39,0	12,5	7,8	23,6	10,5	8,3
Gasto com agrotóxico	17,5	2,2	0,3	11,2	1,6	0,6
Gasto com adubo químico	16,8	2,2	0,7	6,7	0,9	0,3
Renda da terra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor agregado	4,7	8,0	6,8	5,7	8,0	7,4
VA + renda terra	4,7	8,0	6,8	5,7	8,0	7,4

Fonte: elaborado pelo autor.

A solução do problema primal indica um aumento de 14% no trabalho total para a produção do milho, do feijão e dos insumos, incluindo o aumento fixado para estes últimos para haver aumento dos seus preços. Salientamos, porém, que o aumento dos coeficientes da função objetivo do problema primal relativos aos insumos é devido à política de preços e não ao aumento do tempo de trabalho. De qualquer forma, é importante observar que, no caso em

que apenas as técnicas eficientes fossem aplicadas, a relação entre o valor monetário obtido pela multiplicação da quantidade de insumos pelo aumento dos seus preços e o valor monetário da quantidade de produtos multiplicada pelo aumento dos seus preços é de 58%. Isto significa que, neste caso, 58% do aumento do preço dos produtos poderia ser subsidiado por meio dos impostos que incidiriam sobre os insumos químicos.

Na tabela 12 são mostrados os resultados obtidos a partir de um aumento de 2,50% vezes n\_d dos preços dos insumos em relação aos seus valores originais (mostrados na tabela 10). Este aumento foi necessário para que as técnicas agroecológicas pudessem se distinguir nitidamente das demais, tornando-se as únicas eficientes. Este aumento é acompanhado por um aumento de 60% e 40% nos preços do milho e do feijão. A necessidade total de trabalho mostrada pela solução do problema primal é de 42,5% em relação ao valor sem aumento do preço dos insumos. É interessante observar que, mesmo empregando técnicas em que o uso de insumos químicos seria mínimo, neste caso 52% do aumento do preço dos produtos poderia ser subsidiado por meio dos impostos que incidiriam sobre os insumos químicos.

Tabela 5 12: Preços e valor agregado proporcionados pelas diferentes técnicas aplicadas às culturas do milho e do feijão, obtidos a partir de 8 de trabalho de unidades de tempo e pelos preços de 3,5 e 70 unidades monetárias por unidade física do agrotóxico e do adubo químico, respectivamente.

Produto e técnica	milho convencional	milho em transição	milho agroecológico	feijão convencional	feijão em transição	feijão agroecológico
Preços do milho e do feijão		5,19			36,34	
Produção	10	3,2	2	0,8	0,4	0,3
Receita (valor total)	51,9	16,6	10,4	29,1	12,9	10,2
Gasto agrotóxico	43,8	5,6	0,7	28	3,9	1,4
Gasto adubo químico	42	5,6	1,7	16,8	2,3	0,8
Renda da terra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor agregado	-33,9	5,4	8	-15,7	6,7	8
VA + renda da terra	-33,9	5,4	8	-15,7	6,7	8

Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados mostrados nas tabelas 10, 11 e 12 indicam que um modelo deste tipo, parametrizado a partir de dados observados nas unidades de produção de forma a definir com certa precisão as condições de produção vigentes, especialmente no que diz respeito às técnicas disponíveis, poderia ser uma ferramenta importante para uma efetiva transformação do atual padrão tecnológico da agricultura de forma a torná-la progressivamente mais sustentável, de maneira realista.

No entanto, a partir dos resultados das simulações várias questões podem ser levantadas, como a do aumento dos preços e do tempo de trabalho que a diminuição do uso de insumos químicos provavelmente implicaria, conforme discutido nos parágrafos anteriores. Uma questão importante, porém, ainda resta discutir. Ela diz respeito ao aumento da área que provavelmente a diminuição do uso de insumos químicos acarretaria (na medida em que estes, em geral, permitem a obtenção de produções maiores por área). Por isto uma simulação foi realizada para analisar os efeitos de uma restrição de área sobre os resultados obtidos a partir do aumento de 250% dos preços dos insumos químicos, na medida em que este aumento, sem restrições de área, induziria os agricultores a adotar as técnicas que empregam menos insumos químicos dentre as alternativas consideradas no modelo. É interessante comparar os resultados obtidos nesta simulação com os das demais simulações. Para realizar esta comparação, Na tabela 13 é mostrada uma síntese dos resultados obtidos em todas as simulações.

Tabela 5 13: Síntese dos resultados obtidos com as simulações.

Aumento dos preços dos insumos químicos	Preço do agrotóxico	Preço do adubo químico	Preço do milho	Preço do feijão	Valor	Área total	Quantidade de agrotóxico	Quantidade de adubo químico
0%	1	20	3,25	26	12025	316,667	4625	150
40%	1,4	28	3,9	29,5	13750	583,333	1500	50
250%	3,5	70	5,19	36,34	17131	671,4	618	22
250%	3,5	70	13,4286	95,714	20040	560	1775	58,25

Fonte: elaborado pelo autor.

A tabela 13 mostra que, a medida em que os preços fixados para os insumos químicos aumentam, isto provocaria a diminuição do seu emprego pelos agricultores, mas provocaria,

também, o aumento dos preços dos produtos como consequência do aumento do tempo de trabalho exigido. Assim, como já comentado, os dados da tabela 13<sup>2</sup> indicam que o aumento de 250% dos preços dos insumos, na ausência de restrições de área, estimularia a implantação de culturas agroecológicas, o que provocaria uma drástica diminuição do uso de insumos químicos. Porém, a partir deste mesmo aumento dos preços dos insumos, considerando agora que a área disponível fosse menor do que a área necessária para a implantação das culturas menos exigentes em insumos químicos (560 unidades no lugar de 671,4), o trabalho necessário e, conseqüentemente, também os preços dos produtos seria ainda maior, sendo que as quantidades de insumos químicos permaneceriam maiores do que os obtidos com um aumento moderado dos preços dos insumos (como o de 40%, mostrado na tabela 13).

Na tabela 14 são mostrados os resultados econômicos obtidos a partir da aplicação de oito unidades de tempo de trabalho, a partir da simulação em que foram considerados 250% de aumento do preço dos insumos químicos e 560 unidades de área disponíveis.

Tabela 5 14: Preços e valor agregado proporcionados por uma jornada de 8 unidades de trabalho a partir de um aumento de 250% nos preços dos insumos químicos, com limitação da área de terra em 560 unidades.

Produto e técnica	milho convencional	milho em transição	milho agroecológico	feijão convencional	feijão em transição	feijão agroecológico
Preços do milho e do feijão		13,43			95,71	
Produção	10,0	3,2	2,0	0,8	0,4	0,3
Receita (valor total)	134,3	43,0	26,9	76,6	34,0	26,8
Gasto com agrotóxico	43,8	5,6	0,7	28,0	3,9	1,4
Gasto com adubo químico	42,0	5,6	1,7	16,8	2,3	0,8
Renda da terra	44,57	23,77	17,83	23,77	19,81	17,83
Valor agregado	4,0	8,0	6,6	8,0	8,0	6,8
VA + renda terra	48,5	31,8	24,5	31,8	27,8	24,6

Fonte: elaborado pelo autor.

Como pode ser observado na tabela 14, caso a renda da terra seja apropriada pelos produtores, a sua adição ao valor agregado neutralizaria a eficiência dos preços, na medida em

que as técnicas convencionais de produção de milho e feijão seriam mais vantajosas do que as empregadas para a produção do milho e do feijão em transição e agroecológicas. Além disto, a apropriação das rendas diferenciais pelos agricultores tornaria a técnica convencional para a cultura do milho mais vantajosa economicamente, mesmo sendo esta técnica ineficiente.

Os resultados mostrados nas tabelas 13 e 14 mostram claramente que a tentativa de uma repentina e drástica diminuição do uso de insumos químicos por meio de uma política de preços na ausência de técnicas adequadas, cuja produtividade do trabalho que possam evitar a necessidade de um rápido aumento da área cultivada, ou sem terras suficientes para uma grande expansão da fronteira agrícola, seria ineficaz tanto técnica como economicamente. Tecnicamente, tal medida provocaria uma diminuição limitada das quantidades empregadas de insumos químicos sendo, portanto pouco adequada para estimular o uso de técnicas mais sustentáveis. Economicamente, tal medida teria um caráter nitidamente inflacionário na medida em que provocaria aumentos significativos dos preços, sendo que tais preços seriam ineficientes no caso em que as rendas diferenciais originadas por eles fossem apropriadas pelos agricultores (o que é o mais comum). Os resultados mostrados nas tabelas 13 e 14 mostram, portanto, que —um sistema de preços adequado à adoção de técnicas mais sustentáveis na agricultura só pode ser definido a partir de um conhecimento suficientemente preciso e objetivo das condições técnicas de produção.

Os resultados mostrados na tabela 14 podem contribuir também para a reflexão sobre outras políticas para limitar o uso de insumos químicos. Uma forma radical de uma política deste tipo seria a proibição do uso de insumos químicos, como muitos adeptos da agricultura orgânica sustentam, com grandes repercussões junto à opinião pública. O que os resultados da tabela 14 mostram é que tal política seria pouco eficaz na impossibilidade de um rápido aumento da área cultivada. Neste caso, ou a produção teria que diminuir, sendo incapaz de satisfazer a demanda dos alimentos, ou a diminuição do uso de insumos químicos seria limitada, apesar das proibições. Isto não significa, é claro, que insumos químicos que comprovadamente causam sérios danos à saúde humana ou sejam altamente prejudiciais ao ambiente não devam ser proibidos. Significa apenas que a proibição generalizada e repentina do uso de insumos químicos sem que as condições técnicas que permitam que tal proibição seja efetiva para a sua aplicação estejam asseguradas traria resultados ~~efeitos~~ limitados com poucos benefícios à saúde humana e ao ambiente, ou provocaria escassez de alimentos.

Por outro lado, é interessante salientar que nas simulações foram consideradas situações estáticas, sem levar em conta as mudanças nas condições de produção (ou seja, do próprio universo tecnológico considerado no modelo) que elas incitariam. Esta questão é particularmente importante no que diz respeito à influência que uma política de preços poderia exercer sobre o progresso técnico. As vantagens econômicas das técnicas mais sustentáveis estimulariam os agricultores a adotá-las e, assim, procurar adaptá-las às condições específicas das suas unidades de produção. Este processo de adaptação e mesmo de criação pelos próprios agricultores de técnicas de acordo com as condições internas da unidade de produção é extremamente importante no caso da produção camponesa, em função das suas características discutidas anteriormente. No entanto, é forçoso reconhecer que apenas o desenvolvimento de técnicas pelos próprios agricultores dificilmente seria suficiente. Assim, uma política de pesquisa adequada é um ponto importante para a promoção da sustentabilidade da agricultura. Tal pesquisa, aliás, seria grandemente estimulada pela viabilidade econômica das alternativas mais sustentáveis.

Assim, a partir de medidas que possibilitassem aos camponeses um efetivo acesso à terra e a outros meios de produção, aliada a políticas de pesquisa e extensão voltadas especificamente às necessidades da agricultura camponesa, é provável que avanços significativos na sustentabilidade da agricultura possam ser alcançados em um período relativamente curto, por meio da definição de um sistema de preços adequado. O estímulo ao progresso técnico neste caso seria particularmente importante devido ao sistema de preços, assim como da necessidade de trabalho e de terra que, provavelmente, seriam provocados pela adoção de técnicas mais sustentáveis. Além disto, é importante salientar que tal avanço deve ser promovido a partir de rigorosas análises da dinâmica da agricultura, principalmente em nível local, para que as medidas tomadas, inclusive as relativas à política de preços, possam proporcionar os resultados esperados.

Evidentemente, a principal questão que se coloca é a viabilidade política de um sistema de preços como o aqui discutido, da mesma forma que esta questão se coloca para a realização de qualquer medida que vise uma mudança estrutural da agricultura, a qual só pode ocorrer com uma efetiva reforma agrária. É por esta razão que a promoção da sustentabilidade da agricultura não pode se limitar a procura de soluções técnicas, mas deve abarcar claras reivindicações políticas. No entanto, é forçoso reconhecer que as posturas hegemônicas entre aqueles que procuram protagonizar uma agricultura mais sustentável são extremamente

contraditórias politicamente. Há entre os que protagonizam a agricultura agroecológica uma nítida hegemonia de posturas “pós-modernas”, na qual se observa uma grande rejeição a qualquer análise objetiva da realidade agrária, claramente perceptível quando se trata de avaliar as condições materiais de reprodução social dos agricultores. Neste sentido, é importante salientar que o incentivo generalizado a atividades geradoras de alto valor agregado, muitas vezes protagonizado pelos adeptos da Agroecologia, pode representar um obstáculo à generalização de técnicas mais sustentáveis, pois negligencia que isto implica na manutenção de uma agricultora altamente exigente em trabalho e que tende fortemente a se limitar a nichos de mercado.

Ao mesmo tempo, no próprio seio da agricultura convencional observa-se a proliferação de propostas de uma agricultura orgânica (isto é, com baixo, ou mesmo nenhum, uso de insumos químicos), teoricamente sustentável, mas que implica apenas em um complemento ao padrão tecnológico dominante na agricultura, na qual ela ocuparia apenas um nicho voltado para consumidores de alto poder aquisitivo. Procurando distinguir a agricultura agroecológica desta agricultura orgânica “conservadora”, os protagonistas da agroecologia em geral propõem técnicas ainda mais radicais em relação às restrições ao uso de insumos químicos, pregando também como unidade de produção ideal a que não utiliza qualquer tipo de insumo externo (mesmo os não produzidos pelas indústrias químicas). Isto tende a provocar sérias restrições aos processos produtivos desenvolvidos pelos agricultores, as quais em geral têm que ser impostas aos mesmos por complicados sistemas de certificação. Assim, paradoxalmente, muitos adeptos da Agroecologia, ao mesmo tempo em que fazem elaborados discursos defendendo a agricultura camponesa, enfatizando fortemente a necessidade de possibilitar sua maior participação na orientação do progresso técnico, na prática se caracterizam por atitudes que lembram os mais conservadores métodos de “difusão de tecnologia” normalmente adotados pela extensão rural, especialmente no auge da adoção de insumos e equipamentos de origem industrial durante os anos 1970. A única diferença é que, enquanto a extensão rural procurava impor aos agricultores um “pacote tecnológico” baseado em insumos químicos e equipamentos pesados, os adeptos da Agroecologia procuram “convencer” os agricultores familiares a adotar técnicas agroecológicas, ambos agindo em detrimento da autonomia desses agricultores, a qual é uma característica central da condição camponesa, como discutido anteriormente.

### 5.5 O capitalismo verde em questão

Os dois exemplos discutidos nos itens anteriores indicam claramente que não há soluções fáceis para os graves problemas relativos à sustentabilidade das sociedades contemporâneas. O caráter contraditório das soluções meramente tecnológicas praticamente descarta a possibilidade que elas, por si sós, possam ser suficientes. Como indica a expressão 1 do modelo geral das relações entre riquezas, valores e preços apresentado no início deste ensaio, o desenvolvimento e a adoção de inovações tecnológicas implica em diminuição do tempo de trabalho socialmente necessário e, portanto, diminuição do valor. No entanto, a base do funcionamento do capitalismo encontra-se justamente na extração de valor. Assim, o aumento de produtividade, provocado pela concorrência entre os capitalistas, tem como efeito diminuir as possibilidades de obtenção de mais valia, portanto, de lucro. Evidentemente, o aumento da produtividade deve ser compensado por um aumento do consumo. No capitalismo fordista que se estabeleceu nos países mais ricos após a Segunda Guerra Mundial, as taxas de lucro puderam ser mantidas graças a uma sistemática redistribuição da produtividade entre capitalistas e trabalhadores, o que se traduziu por um aumento sistemático do consumo, mesmo entre os trabalhadores. É preciso, porém, salientar que, obviamente, a extração da mais valia (e, portanto, a obtenção do lucro) implica no fato dos trabalhadores não poderem consumir tudo o que produzem. Uma condição para a reprodução do fordismo, assim, foi um aumento mais do que proporcional ao da produtividade do consumo das classes mais abastadas. E para que este consumo pudesse aumentar foi preciso promover sistematicamente a transformação de desejos em necessidades. Esta transformação não é algo natural nos seres humanos. Ela teve que ser estabelecida por uma propaganda massiva e cada vez mais sofisticada, instalando assim um “capitalismo da sedução”<sup>14</sup>. Progressivamente, a procura frenética pelo consumo tornou-se, assim, uma das principais características das sociedades contemporâneas.

A crise do capitalismo fordista desencadeada a partir dos anos 1970 aprofunda esta tendência. Com a diminuição dos ganhos de produtividade inviabiliza-se o aumento generalizado do consumo, criando ao mesmo tempo aumento da inflação, e dificuldades para manter o crescimento econômico e aumento do desemprego (a chamada “estagflação”). A dinâmica até certo ponto virtuosa do capitalismo fordista, na medida em permitia uma real expansão do consumo das classes populares nos países capitalistas mais ricos, é substituída

---

14 CLOUSCARD, M. **Le capitalisme de la séduction** : critique de la social-démocracie libérraire. Paris: Éd. Sociales, 1981.



por um capitalismo “neoliberal”<sup>15</sup> ~~pós-fordista~~ que se caracteriza por uma cada vez mais violenta exploração dos trabalhadores, concretizada por uma frenética especulação financeira muitas vezes alimentada pela “liberação de capital” por meio da promoção do desemprego que, em certos casos, chega à liquidação de empreendimentos economicamente viáveis. Diante da impossibilidade de manter o consumo em massa (essencialmente de produtos duráveis e semiduráveis baseados em energia fóssil – automóveis principalmente – e na eletricidade), as estratégias capitalistas se voltam então de forma ainda mais intensa para a criação de produtos de alto valor agregado destinados às classes mais abastadas. Os produtos de alta tecnologia encaixam-se perfeitamente nesta dinâmica. A opulência das classes dominantes, que se traduz pelo consumo de produtos cada vez mais dispendiosos, tão sofisticados quanto inúteis, que exercem uma enorme pressão sobre os recursos naturais, passa a conviver com uma crescente precariedade das classes populares, as quais, no entanto, quando podem, mostram sua adesão à ideologia dominante pelo consumo de versões de produtos “modernos” de baixa tecnologia muitas vezes de duvidosa utilidade.

No que diz respeito aos defensores da promoção de produtos de baixa tecnologia, neste contexto, é difícil conceber como realizar, de forma efetiva, as drásticas mudanças no modo de vida considerado desejável nas sociedades contemporâneas para permitir que técnicas mais sustentáveis outrora predominantes possam satisfazer as necessidades sociais. Pode-se mesmo questionar se estas mudanças não implicariam em uma redução no nível de vida que poderia impossibilitar o necessário aumento do consumo das classes populares. Como no caso dos defensores da agroecologia, pode-se mesmo apontar que, objetivamente (isto é, independentemente das intenções dos seus formuladores), existe uma complementaridade entre a proposta dos defensores de produtos de baixa tecnologia que, ao ficarem reservados às populações de baixa renda reduziria o uso de recursos naturais e, assim, contribuiria para viabilizar o uso de produtos de alta tecnologia pelas classes mais abastadas.

As contradições apontadas anteriormente Isto indicam a necessidade de mudar a problemática centrada na escolha entre a alta e a baixa tecnologia, assim como entre, por um lado, o banimento de insumos químicos e, por outro lado, a manutenção e mesmo o aprofundamento do padrão tecnológico atualmente hegemônico na agricultura. Diante desta situação, a questão que se coloca é como, objetivamente, promover a sustentabilidade das sociedades contemporâneas diante das possibilidades técnicas e econômicas existentes, de

---

15 HUSSON, M. *Misère du capital: Une critique du néolibéralisme*. Paris: Syros, 1996.

forma que os benefícios trazidos por tal sustentabilidade possam ser usufruídos pelo conjunto da população.

No entanto, é evidente, como vimos, que soluções de compromisso entre soluções de alta e de baixa tecnologia já estão sendo implantadas, o sendo, porém, sob a intensa hegemonia ideológica exercida pelo neoliberalismo.eapitalismo pós-fordista. É interessante mostrar como esta ideologia procura se justificar. Assim, se produtos de alta tecnologia são consumidos cada vez mais o que de imediato pode gerar ainda mais destruição ambiental, por outro lado, alega-se que eles podem estimular o aperfeiçoamento dos produtos no sentido de torná-los mais sustentáveis, inclusive no que diz respeito à reciclagem dos seus constituintes e aos métodos de produção. Na agricultura, alega-se que o surgimento de novas técnicas possibilitaria avanços na sua sustentabilidade. Além disto, impulsionado por um mercado em contínua expansão, o consumo de alimentos “orgânicos” tende a crescer substancialmente. Enfim, de uma maneira geral, uma das principais forças motrizes deste consumo seria a forte expansão da demanda de produtos mais saudáveis aos seres humanos e menos agressivos ao ambiente. Isto indicaria, de acordo com a ideologia dominante, que o próprio mercado poderia impulsionar a sustentabilidade, o que coloca a perspectiva da emergência de um “capitalismo verde”.

Porém, a dificuldade de fabricar produtos de alta tecnologia e produzir alimentos ecológicos em alta escala faz com que eles sejam direcionados para consumidores de alto poder aquisitivo, o que gera uma acirrada competição entre os produtores. Tudo passa a ser válido na disputa pelo consumidor. Neste sentido, a ecologia, por si só, já é um argumento de peso para o “marketing” dos produtos. Mas isto não basta. Para serem cada vez mais vendidos, os produtos devem sempre apresentar “algo mais” para chamar a atenção do consumidor. Ocorre que este “algo mais”, em geral e de maneira crescente, é inútil, o que tende a gerar desperdícios, além de mais trabalho (pois este é compensado pelo alto preço dos produtos), o que neutraliza os potenciais benefícios ambientais proporcionados pelas técnicas empregadas. Por exemplo, os automóveis atualmente são mais eficientes energeticamente devido a computadorização do seu funcionamento e aos novos materiais utilizados em sua fabricação que utilizam (como catalisadores e ligas mais leves). Porém, isto invariavelmente vem acompanhado de uma enorme parafernália de utilidade mais do que duvidosa, que se traduzem pelo aumento do preço e pela diminuição da vida útil desses veículos. Além disto, o elevado ritmo de surgimento de “inovações”, mesmo que inúteis, diminuem ainda mais o

tempo de utilização desses veículos, em um verdadeiro processo de obsolescência programada. No que diz respeito aos alimentos, a rigidez dos sistemas de certificação impostos aos agricultores para que eles possam ser reconhecidos como orgânicos ou, muitas vezes de forma ainda mais radical, agroecológicos, está relacionada muito mais à imagem de marketing dos produtos do que às suas reais qualidades. Ao mesmo tempo, esta dinâmica tende a relegar à maioria da população, especialmente às classes populares, ao consumo de produtos de baixa tecnologia e alimentos sujeitos a altos graus de contaminação por agrotóxicos e produzidos de forma agressiva ao ambiente. E os movimentos ambientalistas, mesmo aqueles declaradamente críticos à “sociedade de consumo”, ao exigir imediatas e drásticas medidas de promoção da sustentabilidade, sem uma análise objetiva e realista das lutas de classe que elas implicam e das reais condições para implantá-las, tendem a reforçar os efeitos excludentes das alternativas ecológicas por eles protagonizadas. A ampla hegemonia nesses movimentos de posicionamentos que, embora se proclamando anticapitalistas, assumem posturas “pós-modernas”, agrava ainda mais esta situação, na medida em que tal postura os levam a negar a existência de verdadeiros processos sociais, reduzindo os fenômenos sociais à subjetividade dos indivíduos, o que impossibilita que tais processos possam ser compreendidos objetivamente<sup>16</sup>.

Pode-se alegar que isto nada mais é do que mais um exemplo de “desenvolvimento desigual e articulado”, categoria marxista que é aplicada para explicar que o desenvolvimento capitalista pode provocar efeitos negativos, e até catastróficos, sobre as classes trabalhadoras ou mesmo sobre a sociedade como um todo, mas assim mesmo pode ser considerado como um real desenvolvimento. Isto porque este processo de desenvolvimento desigual, principalmente devido ao aumento da produtividade que ele proporciona, poderia ampliar as possibilidades de emancipação desenvolvimento humana e em condições sociais diferentes das vigentes no capitalismo. No entanto, o capitalismo caracteriza-se por ser um sistema econômico que, embora tenha exibido ao longo da sua história uma eficácia produtiva sem precedentes, possui uma notória ineficiência alocativa. E é importante salientar que tal ineficiência não se constitui em uma característica meramente técnica do capitalismo, passível de ser corrigida por medidas igualmente técnicas. A ineficiência alocativa do capitalismo tem sua origem nas próprias relações de produção que o estruturam, o sistema capitalista, sendo

---

16 Para uma análise desta questão no movimento agroecológico ver SILVA NETO, B. **Agroecologia e classes sociais. Uma abordagem baseada nas obras de Gyorgy Lukács e Michel Clouscard.** Documento de trabalho, 2018 (acessível em [www.beneweb.com.br](http://www.beneweb.com.br))

delas indissociável. Na medida em que fundamentam a existência do lucro, são tais relações que proporcionam um acesso privilegiado pelos capitalistas às riquezas sociais produzidas pelos trabalhadores. É esta ineficácia alocativa que é responsável pelo caráter destrutivo do capitalismo, lhe causando instabilidades e recorrentes crises. Até recentemente, a cada uma dessas crises, a eficácia produtiva do capitalismo, grosso modo, prevaleceu sobre o seu caráter destrutivo. Mesmo catástrofes de grandes dimensões, como as duas grandes guerras, foram seguidas por períodos de relativa prosperidade, o que fez com que certos países capitalistas ricos fossem considerados verdadeiros modelos de desenvolvimento.

Porém, é possível que a própria eficácia produtiva do capitalismo tenha chegado aos seus limites diante da enorme demanda de recursos naturais das sociedades contemporâneas e às profundas perturbações nos sistemas naturais que elas provocam. No contexto do capitalismo fordista que surgiu em certos países capitalistas ricos após a segunda grande guerra, no qual havia uma relativa abundância de recursos naturais e limitadas perturbações dos ecossistemas, a produção em grande escala de produtos padronizados permitiu certa elevação do padrão de vida dos seus trabalhadores. No entanto, as mudanças tecnológicas em curso nas sociedades contemporâneas têm provocado justamente o contrário. Ocorre que as tendências das atuais mudanças tecnológicas, como indicado pelos exemplos discutidos nos itens anteriores, evidencia que os produtos gerados pelas técnicas “ecológicas”, pelas suas próprias contradições com a sustentabilidade, limitam-se estruturalmente a uma elite, além do fato de, muitas vezes, proporcionarem ganhos de produtividade exíguos ou até mesmo negativos (como no caso da limitação da agricultura orgânica ou agroecológica a produtos de alto valor agregado). Assim, um acesso generalizado a produtos mais sustentáveis implicaria em uma drástica reorientação do progresso técnico, o que significa que as mudanças tecnológicas atuais são pouco compatíveis com um verdadeiro desenvolvimento, mesmo que “desigual”<sup>17</sup>.

Por outro lado, cada vez mais recursos são utilizados para mostrar que, apesar da verdadeira crise social e ecológica que assola o capitalismo contemporâneo, “avanços” na sustentabilidade estão sempre ocorrendo. E pouco importa se tais avanços são reais ou apenas alegações empregadas em elaboradas estratégias de marketing, imprescindíveis no disputado mercado de produtos “ecológicos”. O importante é manter a ilusão de que a sustentabilidade

---

17 Sobre a aplicação da categoria marxista do desenvolvimento desigual às mudanças tecnológicas em curso na agricultura, ver SILVA NETO, B. **A questão agroecológica. Uma perspectiva ecossocialista**. Curitiba: Ed. CRV, 2017.

poderá ser assegurada antes que seja tarde demais. É neste sentido que se pode afirmar que se encontra em curso a implantação de um “capitalismo verde”. Mas, mesmo que as evidências da inviabilidade de um capitalismo desse tipo sejam massivas, a questão central que se coloca não é se um capitalismo verde é ou não viável (até porque sempre haverá aqueles que argumentam que avanços na sustentabilidade já estão ocorrendo e que se trata apenas de acelerá-los). A questão central é que um capitalismo verde continuará a ser um capitalismo, com toda a ~~a o o cortejo de~~ miséria, precariedade e alienação que isto implica.

## 5.6 Conclusões

A discussão aqui realizada neste ensaio evidencia os limites de posicionamentos que sustentam a adoção generalizada de soluções de “alta” tecnologia ou, ao contrário, “baixa” tecnologia, sem a consideração dos efeitos específicos que cada solução provocaria na sociedade. Isto porque qualquer uma destas orientações gerais pode reforçar o caráter excludente das estruturas sociais contemporâneas, podendo até mesmo ser contraditórias com a promoção da própria sustentabilidade. É por esta razão que propomos neste ensaio que as decisões a serem tomadas pela sociedade em relação às suas riquezas seja realizada por meio de uma planificação ecológica.

Por outro lado, como indicado na introdução deste ensaio, é importante salientar a existência de severas críticas à proposta de uma planificação ecológica. O principal argumento destas críticas está baseado na afirmação de um caráter tecnocrático e produtivista intrínseco a todo processo de planificação.<sup>18</sup> A discussão realizada neste ensaio indica exatamente o contrário. No modelo formal foi mostrado que na proposta de planificação apresentada as decisões fundamentais sobre as riquezas são anteriores aos processos econômicos propriamente ditos desencadeados pelas mesmas. Nos exemplos numéricos foi evidenciado que tais decisões não podem prescindir de uma análise suficientemente precisa das restrições técnicas e materiais que se impõe sobre as possibilidades de solução dos problemas ecológicos. Mas nestes exemplos ficou claro, também, que a maximização da taxa de lucro não pode ser considerada como um critério eficiente de alocação de recursos, evidenciando que a mesma representa apenas uma forma de assegurar um acesso privilegiado dos capitalistas às riquezas sociais.

---

18 Como por exemplo em TOMJO, *L'Enfer vert. Un projet pavé de bonnes intentions, suivi de Critique de la planification écologique*. Montreuil: L'Echappée, collection « Négatif », 2013.

Neste sentido, os resultados discutidos neste ensaio nos leva a concluir que a promoção da sustentabilidade não pode estar dissociada da perspectiva da elaboração de um projeto de sociedade baseado em um efetivo controle social e democrático da exploração dos recursos naturais, assim como da produção e da distribuição das riquezas sociais colocando-se, assim, em frontal contraposição à ordem social existente, na qual as decisões que regem esses processos são definidas pelo poder econômico exercido pelos capitalistas.

Em revisão

## 6 RIQUEZAS, VALORES E PREÇOS NO DEBATE SOBRE O SOCIALISMO

“Pressuposta a produção coletiva, a determinação do tempo permanece naturalmente essencial. Quanto menos tempo a sociedade precisa para produzir trigo, gado etc., tanto mais tempo ganha para outras produções, materiais ou espirituais. Da mesma maneira que para um indivíduo singular, a universalidade de seu desenvolvimento, de seu prazer e de sua atividade depende da economia de tempo. Economia de tempo, a isso se reduz afinal toda economia. Da mesma forma, a sociedade tem de distribuir apropriadamente seu tempo para obter uma produção em conformidade com a totalidade de suas necessidades (...) Economia de tempo, bem como distribuição planificada do tempo de trabalho entre os diferentes ramos de produção, continua sendo também a primeira lei econômica sobre a base da produção coletiva.”<sup>1</sup>

### 6.1 Introdução

As relações entre riquezas, valores e preços a serem estabelecidas em uma economia socialista é objeto de intensa polêmica. A noção de que uma sociedade socialista deve subordinar a economia aos seus objetivos e não o inverso, como ocorre no capitalismo<sup>2</sup>, é muitas vezes entendida como uma superação do valor em favor de uma economia baseada diretamente nas riquezas, o que supõe certa concepção do papel do valor no socialismo, assim como das suas relações com as riquezas e os preços.

A experiência das sociedades surgidas a partir da revolução russa de 1917, notadamente a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), apresenta contribuições importantes para a reflexão sobre as relações entre riquezas, valores e preços no socialismo. Este ensaio tem como objetivo discutir essa questão destacando as propostas da “escola marginalista” dos economistas matemáticos soviéticos<sup>3</sup> que participaram ativamente das discussões sobre as reformas econômicas da URSS realizadas nos anos 1960. Essas discussões ocorreram em um contexto em que questões fundamentais para a definição da natureza de uma economia socialista, que haviam provocado intensas polêmicas nos primeiros anos da URSS, foram retomadas após a morte de Stalin. Neste sentido, inicialmente serão

---

1 MARX, K. **Grundrisse**. São Paulo: Boitempo, 2011, p. 179 (edição eletrônica).

2 Embora possa se objetar se a suposta subordinação da sociedade à economia não é uma mera justificativa da apropriação pelos capitalistas das riquezas geradas pelos trabalhadores.

3 Especialmente a partir de NOVOZHILOV, V. V. **Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning**. New York, White Plains (NY): International Arts and Sciences Press, 1970, p. 312.

analisados, mesmo que de maneira muito sucinta, em que termos que as riquezas, os valores e os preços em uma sociedade socialista foram considerados pelo próprio Marx, termos que, em boa medida, ainda têm sido largamente adotados no interior do marxismo. Com base nesta análise procuramos situar a evolução da reflexão sobre esta questão na URSS para, após, avaliar as posições que estiveram em confronto no debate sobre as reformas da URSS e a relevância deste debate para a elaboração de uma perspectiva socialista no contexto atual do capitalismo.

## 6.2 Riquezas, valores e preços no socialismo

“O dinheiro, - meio e poder universais, exteriores, que não vem do homem enquanto homem e da sociedade humana enquanto sociedade, - meio e poder de converter a representação em realidade e a realidade em simples representação, transforma tanto as forças essenciais reais e naturais do homem em representação puramente abstrata e em seguida em imperfeições, em quimeras dolorosas, e de outra parte transforma as imperfeições e quimeras reais, as forças essenciais realmente impotentes que existem apenas na imaginação do indivíduo, em forças essenciais reais e em poder. Já de acordo com esta definição, ele é portanto a perversão geral dos indivíduos, que os muda em seu contrário e lhes dá qualidades que contradizem suas verdadeiras qualidades.”<sup>4</sup>

A citação acima mostra claramente que, em seus primeiros escritos sobre economia política, Marx é pouco ameno com o dinheiro e com a moeda. O que Marx condena, acima de tudo, é o caráter o alienante que ele atribui aos fenômenos monetários no capitalismo. Nas sociedades em que a produção toma apenas a forma de valores de uso e não de mercadorias, o caráter social da produção se exprime como uma relação direta entre as pessoas e a troca permite expressar as relações subjetivas entre elas. Na sociedade dominada pela burguesia, isto é, no capitalismo, as qualidades concretas da mercadoria se desvanecem por trás do “valor”, por meio do qual se opera uma prodigiosa uniformização. Nessa verdadeira “transmutação”, as coisas se tornam autônomas em relação às pessoas e as trocas efetuadas

---

4 “L'argent, - moyen et pouvoir universels, extérieurs, qui ne viennent pas de l'homme en tant qu'homme et de la société humaine en tant que société, - moyen et pouvoir de convertir la représentation en réalité et la réalité en simple représentation, transforme tout aussi bien les forces essentielles réelles et naturelles de l'homme en représentation purement abstraite et par suite en imperfections, en chimères douloureuses, que d'autre part il transforme les imperfections et chimères réelles, les forces essentielles réellement impuissantes qui n'existent que dans l'imagination de l'individu, en forces essentielles réelles et en pouvoir. Déjà d'après cette définition, il est donc la perversion générale des individualités, qui les change en leur contraire et leur donne des qualités qui contredisent leurs qualités propres.” MARX, K., **Manuscrits de 1844**. (Économie politique & philosophie). Présentation, traduction et notes d'Émile Bottigelli. Paris: Les Éditions sociales, 1972, p. 110.



com base no valor tornam-se apenas relações abstratas, que parecem se operar simplesmente entre coisas.

A crítica de Marx à moeda decorre dessa concepção. Baseada no valor, a moeda é concebida como um obstáculo, um “véu”, que esconde as verdadeiras relações entre as pessoas, ao mesmo tempo transformando-as por meio do poder que exerce sobre elas. No entanto, é por meio da moeda que os seres humanos no capitalismo chegam a um alto grau de cooperação, promovendo a solidariedade entre eles, a qual, porém, é neutralizada pela propriedade privada dos meios de produção. A moeda revela-se, assim, a quintessência da mercadoria, fazendo com que a circulação desta última entre os seres humanos para satisfazer suas necessidades adquira uma forma abstrata, a ponto de Marx afirmar que,

“Tudo se torna vendável ou comprável. A circulação torna-se o grande funil social onde tudo é lançado, para sair novamente como cristal-ouro. Nem mesmo os ossos dos santos (...) resistem a esta alquimia.”<sup>5</sup>

Mais tarde, porém, como indicam certas passagens de suas notas sobre o tratado de economia política de Adolphe Wagner, Marx parece superar sua concepção inicial da existência de uma rígida oposição entre valores de uso (riquezas) e valor de troca, em favor de uma concepção de que o valor pode assumir diferentes formas fenomenais. Além disto, neste mesmo trabalho Marx adverte que o seu interesse não está no valor, mas é centrado na mercadoria<sup>6</sup>. Colocando esta questão nos termos discutidos neste ensaio, riqueza, tempo de trabalho socialmente necessário e preços seriam apenas formas do valor, isto porque sequer pode haver riquezas sem seres humanos que as avaliam. Em outras palavras, algo não pode ser considerado riqueza sem que um ser humano lhe atribua um valor de uso. E a este não poderá ser atribuído um preço sem que haja um elemento comum, o tempo de trabalho, o qual permite a troca e a distribuição das riquezas produzidas. O valor surge, assim, não apenas em função de relações sociais específicas do capitalismo, mas da própria complexidade assumida pelas sociedades modernas. Isto implica que, se o valor nasce com a sociedade burguesa, não necessariamente ele deverá desaparecer com a mesma. Como indica a citação colocada no início deste ensaio, a implantação de uma sociedade socialista (ou primeira fase do

5 “Everything becomes saleable and buyable. The circulation becomes the great social retort into which everything is thrown, to come out again as a gold-crystal. Not even are the bones of saints (is) able to withstand this alchemy.” MARX, K., **The capital. A critique of Political Economy**. Volume I. Nova York: International Publishers, originalmente publicado em 1867, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999, p.84.

6 MARX, K. **Glosas marginais ao Tratado de Economia Política de Adolfo Wagner**. Tradução de Evaristo Comán, Serv. Soc. Rev., vol. 13, nº 2, p. 170-179, jan/jun, 2011.

comunismo, como se expressa Marx<sup>7</sup>), teria assim como primeiro efeito estabelecer uma repartição racional das riquezas explicitamente baseada no valor (tempo de trabalho), ao contrário da maneira irracional e alienada como ela ocorre no capitalismo.

Essas considerações sobre a concepção de Marx do valor e, portanto, da moeda como categorias que transcenderiam o capitalismo, são extremamente polêmicas. Na verdade, elas representam apenas uma forma de interpretar os escritos de Marx. Muitos autores sustentam posições contrárias, afirmando que uma sociedade socialista só pode se estabelecer baseando-se diretamente na produção e na repartição das riquezas considerando-as enquanto tais (isto é, em seu aspecto qualitativo), sem a intermediação de valores e da moeda, por meio de uma associação livre dos trabalhadores<sup>8</sup>. Em várias passagens dos seus escritos, Marx afirma que o valor se constitui na forma característica assumida pela riqueza no capitalismo, sobre a qual está baseada a exploração dos trabalhadores, na medida em que, para o trabalhador, é por meio dele que, conforme Marx, “o poder criativo do seu trabalho estabelece-se a si próprio como poder do capital, como um poder alienígena que se confronta com o trabalhador”<sup>9</sup>. A forma valor característica do capitalismo estaria, portanto, na origem do fetichismo da mercadoria e da alienação. O advento do socialismo, assim, exigiria a superação do valor.

Nas primeiras décadas de implantação da URSS, esta questão foi intensamente debatida. Na medida em que se pretendiam fiéis discípulos de Marx, os bolcheviques adotaram o posicionamento de que a condenação do sistema capitalista e a instalação de uma nova sociedade necessariamente engendraria a supressão da moeda e do valor. No entanto, ao chegarem ao poder em 1917, o que parece ter sido preponderante na definição das medidas em relação à moeda e ao valor foram muito mais respostas circunstanciais diante de situações completamente novas com as quais se depararam os bolcheviques do que reflexões de ordem teórica sobre os problemas colocados pela implantação de uma sociedade socialista<sup>10</sup>. Assim, se a economia da URSS, com a tomada do poder pelos bolcheviques, nos seus primeiros anos

7 MARX, K. (1818-1883). **Crítica do Programa de Gotha**. Seleção, tradução e notas Rubens Enderle. - São Paulo : Boitempo, 2012.

8 Por exemplo, MÉSZÁROS, I. **Para além do capital. Rumo a uma teoria da transição**. São Paulo: Editorial Bomtempo. 2002 ; e CHATTOPADHYAY, P. Socialism and Value Categories in Early Soviet Doctrine: Lenin, Trotsky, Bukharin, Preobrazhensky. In FREEMAN, A.; KLIMAN, A. (Org.) **The New Value Controversy and the Foundations of Economics**. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Limited, 2004.

9 “the creative power of his labour establishes itself as the power of capital, as an alien power confronting him.” MARX, K. **Grundrisse. Manuscritos econômicos de 1857-1858. Esboços da crítica da economia política**. São Paulo: Boitempo Editorial, Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2011, p. 244.

10 CHATTOPADHYAY, P. Socialism and Value Categories in Early Soviet Doctrine: Lenin, Trotsky, Bukharin, Preobrazhensky. In FREEMAN, A.; KLIMAN, A. **The New Value Controversy and the Foundations of Economics**. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Limited, 2004.

se transformou rapidamente em uma economia de trocas ‘in natura’, período que ficou conhecido como o do “comunismo de guerra”, isto não ocorreu devido a medidas deliberadas, muito menos a partir de qualquer consideração teórica<sup>11</sup>.

As afirmações de Nikolai Ivanovich Boukharine e Ievgueni Preobrajensky<sup>12</sup> nos primeiros anos do governo bolchevique de que as categorias marxistas, como o valor, já estariam superadas pela URSS na sua marcha para o socialismo, implicando na supressão da moeda, podem ser consideradas não tanto como uma forma de interpretar, mas, sobretudo, de justificar o comunismo de guerra implantado na época. Com o fim da guerra, reabre-se o debate sobre as medidas a serem tomadas diante do estado de extrema degradação da economia soviética. Preobrajensky, Boukharine e Leon Trotsky propõem uma organização da economia tendo por base os sindicatos, que controlariam a administração das empresas e os órgão de planejamento sob controle do Estado, mas mantendo sua democracia interna. Esta proposta, no entanto, é derrotada pelas proposições de Lênin de restabelecer as trocas mercantis, defendida como a maneira mais rápida de recuperar a economia. A proposta de Lênin se concretiza com a instituição da “Nova Política Econômica” (NEP) em 1921, a qual promoveu uma considerável recuperação da economia, especialmente do setor agrário. No entanto, como os níveis de industrialização avançavam lentamente, já em 1922 Preobrajenski apresenta um conjunto de teses sobre o problema agrário, nas quais defendia a formação de fazendas estatais e de grandes cooperativas e o estímulo a complexos coletivos agro-industriais inseridos no conjunto de uma economia planificada. Criticando a NEP, Preobrajensky prega uma industrialização acelerada da URSS a partir de um planejamento centralizado, propondo um plano de industrialização do país. Sem conseguir que qualquer das suas propostas fossem adotadas, é no período da NEP que Preobrajensky formula a teoria da acumulação primitiva socialista<sup>13</sup>, a qual posteriormente exercerá grande influência sobre a orientação da economia da URSS. Para Preobrajensky, a economia soviética se caracterizaria pela existência de dois setores. Um setor mercantil, remanescente da economia capitalista, e um setor socialista, representado pelos meios de produção socializados em mãos do Estado. Segundo Preobrajensky, o setor socialista deveria se expandir em detrimento do setor mercantil por meio de uma acumulação primitiva socialista, isto é, por meio de trocas entre

---

11 ROUSSEL, S. Les “catégories de la valeur” et de la monnaie dans l’économie soviétique. *Revue de l’Est*, vol. 3, n° 3, p. 61-130, 1972.

12 BOUKHARINE, N.; PREOBRAJENSKY, I. **ABC of communism**. Detroit: The Marxian Educacional Society, vol I, 1921.

13 PREOBRAJENSKY, E. **La nueva economia**. Barcelona: Ediciones Ariel, 1970 [1926].

ambos que privilegiassem o setor Estatal. É interessante observar que Preobrajensky considera este processo como uma progressiva superação da lei do valor.

O final da NEP em 1928 e a promoção de uma rápida industrialização por meio de um radical processo de acumulação primitiva socialista, se manifestou pelo desencadeamento de uma brutal coletivização da terra<sup>14</sup>. É interessante observar que Preobrajensky, porém, manifestou sua oposição a forma violenta como se instalou este processo. Segundo o autor, a acumulação primitiva socialista deveria ocorrer por meio de um sistema de trocas desiguais entre a agricultura e a indústria, e não pela expropriação dos camponeses, a qual engendrou uma importante queda da produção agrícola com efeitos prejudiciais ao funcionamento da economia. Diante desses problemas, a partir de 1940<sup>15</sup> começa a se restabelecer o debate sobre a lei do valor na URSS.

Em 1952, Joseph Stalin praticamente fecha o debate, definindo a natureza da economia soviética e as bases a partir das quais deveria ser buscado o seu funcionamento, especialmente no que diz respeito a sua planificação. Dado o papel fundamental que as concepções de Stalin exerceram sobre as políticas econômicas e a planificação da economia soviética, é interessante nos determos, mesmo que de forma muito sintética e breve, em uma exposição das suas principais ideias.

Baseando-se fortemente no “Anti-Düring” de Engels, Stalin argumenta que os processos econômicos, assim como outros estudados pela ciência possuem leis que ocorrem independentemente da vontade humana. Stalin afirma, portanto, o caráter objetivo das leis da economia política do socialismo. No entanto, Stalin considera que,

“Os traços fundamentais da lei econômica do socialismo podem ser formulados, aproximadamente, do seguinte modo: garantia da satisfação máxima das necessidades materiais e culturais sempre crescentes de toda a sociedade por meio do crescimento ininterrupto e aperfeiçoamento da produção socialista na base de uma técnica superior.”<sup>16</sup>

Ora, o que Stalin considera como uma “lei científica” parece ser apenas uma meta de política econômica, definida de forma voluntarista e, aliás, bastante vaga. No mesmo texto,

---

14 Na medida em que a agricultura se constituía na principal atividade do setor privado. Sobre a brutalidade do processo de coletivização da terra na URSS e seus efeitos econômicos e sociais, ver BETTANIN, F. **A coletivização forçada da terra na URSS: Stálin e a “revolução pelo alto”**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1981.

15 Preobrajensky é preso em 1936, sentenciado sem julgamento e fuzilado em 1937, no quadro dos “Processos de Moscou” protagonizados pelo governo stalinista.

16 A discussão da concepções de Stalin aqui realizada é baseada em STALIN, J. **Problemas Económicos do Socialismo na URSS**. Edição eletrônica: Para a História do Socialismo. Documentos. [1952] 2012 (disponível em [www.hist-socialismo.net](http://www.hist-socialismo.net), acessado em 12/07/2018).

porém, o autor define duas outras “leis” que agem de forma subordinada à “lei fundamental” descrita na citação. É neste ponto que Stalin se manifesta sobre a lei do valor. Para Stalin a lei do valor atua na economia soviética porque nesta ainda persiste uma produção mercantil. Esta produção mercantil ocorre principalmente porque nem toda a produção foi socializada, pois ainda havia produtores que mantinham parte dos meios de produção e, principalmente, os produtos por eles gerados. A circulação e o consumo de tais produtos, portanto, só podia ser realizada por meio da sua troca por outros produtos, a qual é determinada pelo valor das mercadorias. Na economia soviética, como os produtos de consumo pessoal tinham a compra e a venda como principal forma de circulação, baseando-se assim em uma economia monetária, a produção e o consumo de tais produtos sofriam a ação da lei do valor. Stalin destaca também a agricultura que, embora as cooperativas de produção (os “kolkhozes”) já representassem uma considerável socialização dos meios de produção, ainda não tinha uma produção plenamente socializada (“de todo o povo”, como se expressa Stalin), necessitando ser trocada por outros produtos de forma mercantil.

Stalin esclarece, porém, que esta produção mercantil não podia ser caracterizada como capitalista (ou como um resquício do mesmo). Apenas quando os trabalhadores são totalmente destituídos dos meios de produção, sendo obrigados a vender sua força de trabalho para os proprietários dos mesmos, os quais passam a exercer um controle completo dos investimentos e se apropriar de parte das riquezas produzidas pelos trabalhadores, apenas sob estas relações de produção que, segundo explica Stalin, pode haver produção capitalista. Por outro lado a produção mercantil existiu desde a Antiguidade, desenvolvendo-se a partir de diversas relações sociais. Assim, para Stalin, o que caracteriza o capitalismo não é o valor, mas a mais-valia, a qual supõe relações de produção que são específicas ao capitalismo. Já a produção mercantil é muito mais antiga do que o capitalismo, podendo assim continuar após o mesmo.

Mas para Stalin, a lei do valor na economia soviética possuía uma ação limitada. De acordo com Stalin uma plena aplicação da lei do valor na economia tem como consequência privilegiar o desenvolvimento da indústria leve, voltada para a geração de produtos de consumo, devido ao fato destas indústrias exigirem menos meios de produção sendo, portanto, em geral mais rentáveis de um ponto de vista microeconômico. Mas o autor argumentava que, no socialismo, a rentabilidade das atividades econômicas deveria ser analisada do ponto de vista da economia como um todo, cujo desenvolvimento assenta-se primordialmente nas indústrias de base. É por esta razão que a lei do valor não pode orientar os investimentos em

uma economia socialista, subordinando-se ao que Stalin denominou de “lei do desenvolvimento harmonioso da economia” (a qual, por sua vez, subordinava-se a lei fundamental da economia socialista, a “lei da satisfação máxima das necessidades sociais”, conforme discutido anteriormente).

Dois aspectos das concepções de Stalin discutidas nos parágrafos anteriores devem ser destacados. O primeiro é que elas se baseiam fortemente sobre a concepção dualista da economia soviética defendida por Preobrajensky, dela derivando, de forma um tanto grosseira e arbitrária, certas “leis” econômicas. O segundo aspecto é que, apesar dos intensos debates ocorridos após a sua morte, as concepções de Stalin continuaram a definir as políticas econômicas adotadas pela URSS até a sua extinção, especialmente no que diz respeito aos métodos de planificação a elas subordinados. É interessante, pois, analisarmos como ocorreu este processo.

Com a morte de Stalin em 1953 abre-se um novo período de discussão na URSS sobre a natureza da econômica soviética. Como um marco importante dessa discussão, a rejeição das teses de Stalin no Congresso dos Economistas de 1957 leva ao reconhecimento de que a lei do valor desempenhava um papel central em toda a economia, com as teses sobre a dualidade da economia soviética sendo praticamente abandonadas e a plena monetarização das trocas sendo assumida como prioritária. Mas, a partir deste evento, duas posições começam a se formar. Uma que afirmava que a uma produção mercantil prevalecia na economia soviética, embora ela fosse de natureza diferente da observada no capitalismo. A outra posição afirmava que uma produção mercantil é incompatível com uma economia socialista, qualquer que seja o estágio de transição em que se encontrava a URSS<sup>17</sup>.

Mas rapidamente este debate adquire novas características. Já não se tratava mais de saber se a lei do valor desempenhava ou não um papel relevante em uma economia socialista, mas sim como ela deveria desempenhá-lo para ser aplicada em um sistema centralizado de planificação por meio de procedimentos computadorizados. Neste debate, quatro correntes podem ser identificadas<sup>18</sup>.

A primeira corrente, composta de economistas em geral ligados aos centros de planificação estatais, os quais basicamente defendiam as concepções de Stalin (apesar das resoluções do Congresso dos Economistas), sustentava que o sistema de definição de preços

---

17 ROUSSEL, S. Les “catégories de la valeur” et de la monnaie dans l’économie soviétique. *Revue de l’Est*, vol. 3, n° 3, p. 61-130, 1972.

18 Como analisado de forma mais detalhada por LAVIGNE, M. *Les économies socialistes soviétiques et européennes*. Paris: Armand Colin, 1979, p. 24.

até então empregado, em que os mesmos eram simplesmente fixados de acordo com critérios “ad hoc”, sem uma ligação explícita com a lei do valor, era basicamente correto. De acordo com esta corrente, este sistema deveria apenas ser aplicado com mais rigor e precisão, especialmente por meio do aperfeiçoamento do sistema de coleta e processamento das informações estatísticas que alimentava a elaboração dos planos econômicos.

Por outro lado, as demais correntes procuravam fundamentar de forma rigorosa a determinação dos preços, tanto de um ponto de vista matemático como em relação à teoria marxista do valor. Neste sentido, a segunda corrente propunha fixar os preços de uma forma rigorosamente proporcional aos custos em trabalho dos produtos, baseando-se nos salários. Esta proposta procurava se fundamentar no princípio de que o valor de um produto é criado apenas pelo trabalho, sendo a formação dos preços regida por,

$$p = m + v + c \quad (6.1)$$

Evidentemente, nesta expressão a variável ( $m$ ) não seria a mais-valia extraída pelos capitalistas, mas um “produto adicional líquido”, ou o valor novo criado pelo trabalho, após descontados os salários. Na prática, segundo esta corrente, os planejadores deveriam, em primeiro lugar, calcular a taxa de acumulação geral da economia descrita como

$$ta = \frac{M}{V} \quad (6.2)$$

sendo,

$$M = D - V \quad (6.3)$$

onde

$ta$  = taxa de acumulação global da economia

$D$  = renda nacional

$V$  = total dos salários (produtos consumidos pelos assalariados)

Após esta definição, o preço de cada produto seria determinado somando-se ao custo de produção ( $c + v$ ), certa quantidade definida a partir do salário e da taxa de acumulação, ou seja,

$$p = c + v + v \left( \frac{M}{V} \right) \quad (6.4)$$

ou seja,

$$p = c + v (1 + ta) \quad (6.5)$$

A terceira corrente dos economistas que participaram dos debates sobre as reformas econômicas da URSS sustentava que os preços deveriam ser definidos a partir da adição de um montante proporcional ao investimento total realizado para a obtenção de um produto. A determinação dos preços se daria, assim, de forma equivalente a definição do “preço de produção” definido por Marx, obtido após a equalização das taxas de lucro médias, ou seja,

$$p = (1 + r) (v + c) \quad (6.6)$$

No entanto, como em uma economia socialista o lucro não existiria, ele seria substituído por uma “norma média de produto adicional líquido”. Tal norma seria definida como,

$$M = P - (C + V) \quad (6.7)$$

onde

$M$  = valor total do produto adicional

$P$  = valor do produto nacional bruto

$C$  = valor dos meios de produção

$V$  = valor dos produtos consumidos pelos assalariados

A norma média de produto adicional líquido seria então definida por,

$$r = \frac{M}{(C + V)} \quad (6.8)$$

A quarta corrente era a dos economistas marginalistas. De acordo com esta corrente, os preços deveriam ser definidos a partir da produtividade marginal dos recursos, tendo por base o emprego da programação matemática. É interessante salientar que a corrente marginalista formava um bloco politicamente bastante unificado, para o que, provavelmente, muito contribuiu a grande hostilidade que ela suscitava entre os economistas das demais correntes (especialmente os “conservadores”, da primeira corrente) que se consideravam fiéis à Marx. No entanto, ao contrário das demais, nessa corrente não havia um modelo único para a determinação dos preços. Neste sentido, é importante destacar a diferença entre as propostas de Leonid Vitalyevich Kantorovich e de Viktor Valentinovich Novozhilov.

Embora Kantorovich afirmasse constantemente que seus modelos eram plenamente compatíveis com a teoria marxista do valor, sua abordagem era próxima da empregada usualmente em problemas de otimização, nos quais os preços são considerados já formados,



com o trabalho figurando como recurso limitante em uma restrição<sup>19</sup>. O problema primal do modelo básico de Kantorovich pode ser descrito como,

$$\text{Maximizar } \sum p_i x_i \quad (6.9)$$

Sujeito às restrições,

$$\sum a_{ij} x_i \leq b_j \quad (6.10)$$

onde,

$p_i$  = preço do produto gerado pela atividade  $i$

$x_i$  = atividade  $i$

$a_{ij}$  = necessidade do recurso  $j$  da atividade  $i$

$b_j$  = quantidade disponível do recurso  $j$

E o problema dual é,

$$\text{Minimizar } \sum b_j y_j \quad (6.11)$$

Sujeito às restrições,

$$\sum a_{ji} y_j \leq x_i \quad (6.12)$$

Assim, ao problema de definir o nível de produção de cada atividade que maximiza a produção respeitando um conjunto de restrições de recursos se obtém o problema de definir a produtividade marginal dos recursos de forma a determinar o seu custo mínimo. No entanto, como os modelos usuais de otimização da produção, a produtividade marginal obtida a partir do modelo de Kantorovich não é de fácil interpretação de um ponto de vista macroeconômico. Isto porque tais produtividades são obtidas tendo como base os preços, os quais já corresponderiam a produtividades marginais. Outro grave inconveniente do modelo de Kantorovich é que, como a quantidade disponível de trabalho figura como uma restrição, a solução dual do modelo indicaria o salário que seria economicamente ótimo a ser pago aos trabalhadores. O modelo, assim, convergiria com a teoria da repartição neoclássica que é totalmente contraditória com a teoria marxista. Para Marx, não há automatismo econômico que possa determinar a repartição da riqueza, na medida em que esta é produto da luta de classes. A teoria neoclássica da repartição, baseada na reificação das classes sociais em “fatores de produção”, seria apenas uma forma de justificar o acesso privilegiado dos capitalistas às riquezas sociais produzidas pelos trabalhadores.

<sup>19</sup> Conforme se pode apreender dos modelos apresentados em KANTOROVICH, L. **The best use of economic resources**. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1965.

Alguns autores<sup>20</sup>, por outro lado, consideram que o modelo de Kantorovich poderia ser empregado em uma economia socialista, com os preços sendo definidos a partir de uma hierarquização quantitativa das necessidades sociais. Também neste sentido, porém, o modelo convergiria com os modelos neoclássicos, nos quais se considera que os preços são diretamente baseados na utilidade dos produtos. No entanto, é importante destacar que, de acordo com a teoria neoclássica, no capitalismo a utilidade de um produto seria avaliada com base em preferências individuais, as quais seriam depois agregadas para gerar o seu preço. No socialismo, ao contrário, a utilidade de um produto seria avaliada a partir da necessidade do conjunto da sociedade, o que permitiria eliminar o acesso desigual ao mesmo que ocorre no capitalismo. Assim, no socialismo seriam evitados os consumos suntuosos como, por exemplo, a construção de mansões ou luxuosas sedes de empresas privadas, em detrimento de necessidades sociais como habitações dignas para toda a população. Neste sentido uma planificação diretamente baseada nas riquezas poderia ser realizada. No entanto, o problema que se coloca é como calcular tais necessidades. Com base na utilidade, é difícil estabelecer um método de cálculo que forneça uma relação quantitativa precisa entre os preços e a demanda de produtos, considerando as alternativas técnicas para obtê-los e a disponibilidade de recursos. E acima de tudo, o que talvez tenha sido uma das críticas mais contundentes ao modelo de Kantorovich é que ele sugere o abandono da teoria do valor de Marx em favor de uma abordagem muito próxima à adotada pelos neoclássicos.

Por outro lado, como a leitura da sua principal obra<sup>21</sup> permite interpretar, é provável que o interesse de Kantorovich fosse menos o de estabelecer um método de planificação geral para a economia e mais o de promover um uso generalizado da programação linear, especialmente nas unidades de produção, de forma a promover um uso mais eficiente dos recursos. É por esta razão, talvez, que Kantorovich pouco discute como os preços poderiam ser determinados, concentrando-se em demonstrar a otimalidade das soluções dos seus modelos por meio da discussão das produtividades marginais que eles fornecem, aliás, prudentemente denominadas de “avaliações objetivamente determinadas”. Isto indica que, para Kantorovich, os preços poderiam ser definidos pelos organismos estatais de planificação, considerados oficialmente na URSS como os mais aptos a definir a utilidade social dos produtos.

---

20 Como HUSSON, M. **Misère du capital: Une critique du néolibéralisme**. Paris: Syros, 1996, p. 104.

21 KANTOROVICH, L. **The best use of economic resources**. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1965.

O modelo proposto por Novozhilov não apresenta as dificuldades, tanto práticas quanto teóricas ou doutrinárias, levantadas pela abordagem de Kantorovich. O problema primal do modelo de Novozhilov é formulado como,

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } \sum c_i^l q_i^l \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned} \quad (6.13)$$

$$\sum q_i^l \geq D_i \quad (6.14)$$

$$\sum a_{ij}^l q_i^l \leq R_j \quad (6.15)$$

onde,

$c_i^l$  = custo em tempo de trabalho da atividade  $i$  produzida com a técnica  $l$

$q_i^l$  = quantidade de produto gerado pela atividade  $i$  com a técnica  $l$

$D_i$  = demanda do produto gerado pela atividade  $i$

$a_{ij}^l$  = quantidade do recurso  $j$  necessária para a geração do produto  $i$  com a técnica  $l$

$R_j$  = quantidade disponível do recurso  $j$

A partir do qual se obtém o seguinte problema dual,

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } \sum D_i p_i - \sum R_j r_j \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned} \quad (6.16)$$

$$p_i - \sum a_{ji}^l r_j \leq c_i^l \quad (6.17)$$

onde, além das variáveis já descritas,

$r_j$  = preço do recurso  $j$

Os recursos aos quais se refere o modelo de Novozhilov compreendem tanto meios de produção gerados pelo trabalho quanto recursos naturais. Como,

$$\text{Mínimo } \sum c_i^l q_i^l = \text{Máximo } \sum D_i p_i - \sum R_j r_j \quad (6.18)$$

Novozhilov demonstra que, quando os recursos são meios de produção gerados pelo trabalho, a expressão 18 acima descrita tende à

$$\text{Mínimo } \sum c_i^l q_i^l = \text{Máximo } \sum D_i p_i \quad (6.19)$$

o que torna o seu modelo plenamente compatível com a consideração do tempo de trabalho médio como igual ao preço na ausência da equalização das taxas de lucro, sustentada por Marx.<sup>22</sup>

Tal demonstração sugere que Novozhilov adotava a mesma posição dos marxistas em geral segundo a qual os recursos naturais só afetam os preços dos produtos que deles

22 NOVOZHILOV, V. V. *Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning*. New York, White Plains (NY): International Arts and Sciences Press, 1970, p. 319

dependem diretamente. No entanto, Novozhilov por vezes parece considerar que rendas diferenciais podem ocorrer nas atividades que são exercidas em diferentes condições de produção, o que inclui as que apenas indiretamente se relacionam com recursos naturais (ou outras restrições à generalização das técnicas mais produtivas). Nestes casos Novozhilov indica a formação de “falsos valores”, correspondentes às rendas diferenciais, observados sempre que a curva de oferta é crescente<sup>23</sup>. Mas, de acordo com Novozhilov, a existência de “falsos valores” não colocaria problemas em uma sociedade socialista, pois estes seriam socializados por meio da propriedade coletiva dos meios de produção.

Ao contrário de Kantorovich, Novozhilov procurou demonstrar de forma explícita como o seu modelo poderia ser empregado na planificação da economia em seu conjunto. Neste sentido, ele afirmava que o modelo permitiria aperfeiçoar o centralismo democrático adotado como norma na URSS, na medida em que os preços seriam um meio eficiente de induzir o emprego de técnicas e, portanto, dos recursos disponíveis, de forma a respeitar decisões coletivas. Novozhilov, assim, afirmava que é o próprio respeito à lei do valor na determinação dos preços que possibilitaria uma democratização da planificação, ao contrário das concepções então vigentes na URSS, segundo as quais, na medida em que a lei do valor decorreria de relações mercantis, uma planificação democrática implicaria introduzir “correções” nos preços contrárias a uma estrita aplicação da lei do valor<sup>24</sup>. Embora Novozhilov não formule explicitamente o conceito de eficiência dos preços ao discutir seu modelo, a posição deste autor indica claramente que o problema com tais “correções”, definidas a partir de metas sociais sem a consideração da lei do valor, seria que elas levariam a definição de preços ineficientes, isto é, que induziriam os produtores a gerar quantidades não equivalentes à demanda, provocariam desperdícios de trabalho e seriam incoerentes com a satisfação da demanda a partir dos recursos disponíveis.

É importante salientar que o respeito à lei do valor sustentado por Novozhilov não implicava de forma algum na adoção de mecanismos “puramente” econômicos na definição dos preços, o que impossibilitaria uma participação democrática da população na definição da produção e do uso das riquezas. Ao contrário, ao compararmos as propostas das diferentes correntes na discussão sobre as reformas econômicas na URSS nos anos 1960, embora os marginalistas fossem severamente criticados devido à alegada incompatibilidade dos seus

---

23 Na verdade Novozhilov emprega exclusivamente tabelas em sua obra.

24 NOVOZHILOV, V. V. **Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning**. New York, White Plains (NY): International Arts and Sciences Press, 1970, p. 270-276.

métodos com o marxismo, as propostas desses economistas eram as únicas que permitiam retomar as questões relativas ao papel do valor e da moeda na economia, possibilitando a sua planificação diretamente a partir das riquezas, de forma clara e metódica. Nas demais correntes, ao contrário, ou a determinação dos preços seria sujeita a arbitrariedades de difícil controle (como na proposta defendida pela primeira corrente, elaborada a partir da posição de Stalin), ou os preços seriam formados sem que sua relação com as riquezas fosse claramente explicitada, como ocorre no capitalismo (caso da segunda e da terceira corrente). Assim, os processos de formação dos preços propostos pelos adversários dos marginalistas tendiam a obscurecer as suas relações com a riqueza, mantendo o caráter alienante dos preços, tão vigorosamente denunciado por Marx na citação colocada no início deste ensaio. Neste sentido, elas representavam o total abandono das preocupações expressas pelos bolcheviques nos debates ocorridos nas primeiras décadas após a Revolução de 1917.

De qualquer forma, a partir dos anos 1970, com a ascensão de Leonid Brejnev ao poder na URSS, os métodos de planificação desenvolvidos na época de Stálin, baseados essencialmente em produtos físicos, são reafirmados sem que sua supremacia jamais tenha sido efetivamente ameaçada, com os preços continuando a desempenhar um papel bastante limitado na economia. Assim, após fervorosas discussões, a aplicação de procedimentos de formação de preços que permitiriam uma planificação menos arbitrária e centralizada pouco avançou na URSS. Por outro lado, principalmente em certos países do leste europeu, como na Hungria, medidas de caráter essencialmente microeconômico foram tomadas em prol da implantação de um “socialismo de mercado”, procurando-se com elas proporcionar mais liberdade aos agentes econômicos. Em um primeiro momento os resultados pareceram promissores, especialmente na agricultura e no setor de serviços. Mas essas medidas logo provocaram o acúmulo de desequilíbrios, que se manifestaram principalmente pelo aumento da inflação e a deterioração da balança comercial, o que levou esses países a adotar políticas de austeridade que tiveram como resultado o ressurgimento de penúrias de produtos como as observadas antes do processo de mercantilização. No caso da Yougoslândia, cujas políticas econômicas se distanciaram precocemente das da URSS a partir do rompimento de Josip Broz Tito com Stálin já em 1948, o sistema de autogestão, limitado ao âmbito microeconômico, também provocou tais desequilíbrios, sendo um dos motivos do enfraquecimento do regime, observado especialmente após a morte de Tito.<sup>25</sup>

---

25 SAMARY, C. Plan, Market and Democracy. The experience of the so-called socialist countries. **Notebooks for Study and Research**, N°7/8, 1988.

### 6.3 As riquezas e a democracia

“Em sua máxima e mais profunda expressão, a democracia socialista – que se baseia no homem real ativo tal como ele é efetivamente, tal como é obrigado a se manifestar em sua prática cotidiana – transforma os produtos aos quais os homens chegam inconscientemente (ou com falsa consciência) em objetos produzidos conscientemente pelos homens.”<sup>26</sup>

A discussão realizada na seção anterior levanta a questão da democracia no socialismo. Ocorre que, entre os marxistas, a democracia em uma sociedade socialista está longe de ser uma unanimidade. Afinal, a democracia pressupõe a política, que nada mais seria do que o governo exercido por determinados seres humanos sobre outros. No socialismo, por outro lado, um governo propriamente dito não deveria existir, pois os problemas sociais seriam resolvidos diretamente pela livre associação dos trabalhadores. O socialismo, portanto, pressuporia o desaparecimento da dicotomia, típica do capitalismo, entre uma esfera pública, na forma do Estado, e uma esfera privada, na forma de uma sociedade civil. Não haveria necessidade de um contrato social formal. O socialismo, assim, seria fruto da implantação de relações sociais, especialmente de produção, totalmente novas, sendo a abolição da propriedade privada considerada largamente insuficiente para a constituição de uma sociedade socialista. Tais relações de produção, aliás, permitiriam a superação da divisão social do trabalho, com as trocas sendo efetuadas entre as pessoas sem a intermediação do valor e da moeda.

No extremo oposto dessa posição estão as concepções de caráter eminentemente jurídico do socialismo, na medida em que consideram que a principal medida para a sua implantação é a abolição da propriedade privada dos meios de produção pela sua socialização assegurada pelo Estado. Esta concepção, predominante entre os bolcheviques, é criticada por várias correntes do marxismo, segundo as quais os dirigentes soviéticos teriam traído a conhecida máxima de Lenin que afirmava que, “O comunismo é o poder dos soviets mais a eletrificação de todo o país”. Assim, enquanto os esforços em prol da “eletrificação” (isto é, do desenvolvimento das forças produtivas) foram inegáveis, logo após a Revolução de 1917, os bolcheviques, especialmente com a ascensão de Stalin ao poder, adotaram medidas que

---

26 LUKÁCS, G. O processo de democratização. In LUKÁCS, G. **Socialismo e democratização. Escritos políticos 1956-1971**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2008, p. 143-144.

limitaram fortemente a ação dos sovietes<sup>27</sup>, assim como de qualquer outra forma espontânea de organização popular.

Colocam-se, assim, em oposição duas concepções extremas do socialismo. De um lado, uma concepção de caráter “libertário” que parece desprezar os problemas concretos colocados pela construção de uma nova sociedade. De outro lado, uma concepção de caráter jurídico ou mesmo tecnocrático, que parece desprezar o fato de que a construção do socialismo é um processo histórico que deve ser fruto das ações dos próprios trabalhadores. É tentador associar estas concepções a diferentes frações da classe média, a qual, como se expressou Marx, já em 1850<sup>28</sup>, apresenta uma forte tendência em conceber sistemas socialistas de forma alheia às reais aspirações dos trabalhadores. Assim, é possível que tais concepções sejam típicas de uma classe média letrada (normalmente universitária), no interior da qual intelectuais “progressistas”, especialmente os com formação de engenheiros, administradores, juristas e economistas tenderiam a conceber o socialismo de maneira tecnocrática e jurídica. Por outro lado, intelectuais com menos contato com os processos de trabalho ou com os mecanismos jurídicos de institucionalização das relações sociais, tenderiam a conceber formas mais libertárias de socialismo, obtendo um apoio significativo da juventude. No entanto, é importante salientar que, dada a hegemonia da ideologia protagonizada pelos que se denominam “pós-modernos”, a segunda concepção, de caráter libertário, é atualmente largamente dominante entre os intelectuais<sup>29</sup>.

O fato, porém, é que nem a associação (supostamente) “livre” dos trabalhadores, nem a (também suposta) “socialização” dos meios de produção simplesmente por meio da sua apropriação pelo Estado, poderão suprimir os conflitos sociais que tornam necessárias instituições democráticas reguladas por alguma forma de regramento jurídico, assim como não poderão suprimir a divisão social do trabalho, a lei do valor e a necessidade de uma moeda. Assim, para alguns, a simples abolição da propriedade privada por meio do Estado e para outros, a livre associação dos trabalhadores, parecem possuir um poder mágico capaz de, por si só, levar a superação de todas as contradições das sociedades capitalistas. Por exemplo,

---

27 Os sovietes eram conselhos operários que se formaram desde a Revolução de 1905 na Rússia.

28 MARX, K. **Les luttes de classes em France (1848-1850)**. Paris: Éditions Sociales, [1895] 1974, p. 147. Embora tenha sido publicada por Engels apenas em 1895, esta obra foi redigida por Marx entre janeiro e outubro de 1850 (conforme nota dos editores).

29 Essas considerações baseiam-se nos estudos realizados por Michel Clouscard sobre as novas classes médias. Ver, por exemplo, CLOUSCARD, M. **Le capitalisme de la séduction: critique de la social-démocratie libérale**. Paris : Éd. Sociales, 1981; ou CLOUSCARD, M. **Les Métamorphoses de la lutte des classes. Pour une alternative progressiste**. Paris: Le Temps des Cérises. 1996.

como fazer com que a associação dos trabalhadores ultrapasse o nível local, de forma a evitar que condições de produção mais favoráveis desencadeiem o acúmulo de desigualdades? Da mesma forma, como evitar que uma casta de burocratas se aproprie do poder estatal para privilegiar seus próprios interesses em detrimento dos interesses coletivos? A resposta mais óbvia para estas questões é o reconhecimento de que em uma sociedade socialista haverá conflitos de interesse que só podem ser resolvidos, de forma coerente com um projeto emancipatório, por meio da implantação de instituições efetivamente democráticas. Uma dificuldade para a compreensão desta questão, é a forte tendência de muitos marxistas em conceber o socialismo como uma sociedade que crescentemente se simplificaria em sua direção a um comunismo semelhante ao comunismo primitivo do passado, apenas com a diferença que esta simplicidade seria possibilitada por um alto, e não um baixo, desenvolvimento das forças produtivas. Ora, o projeto socialista é, sobretudo, um projeto de emancipação humana, segundo o qual os indivíduos poderão desenvolver sua personalidade no limite das possibilidades oferecidas pelo desenvolvimento das forças produtivas. Dado o grau relativamente alto do desenvolvimento das forças produtivas nas sociedades contemporâneas, isto implica que o recuo das barreiras naturais proporcionado por este desenvolvimento deverá resultar em personalidades mais diversificadas e complexas e não em seres humanos mais homogêneos, como ocorria no comunismo primitivo devido, inclusive, à limitada divisão do trabalho observada nessas sociedades. Diferentes modos de vida, visões de mundo e comportamentos deverão se desenvolver. A convivência de indivíduos e, portanto, grupos humanos, com tal diversidade certamente gerará conflitos, muito deles provavelmente de natureza diferente dos que presenciamos hoje. Dificilmente tais conflitos poderão ser resolvidos espontaneamente, isto é, sem intermediações institucionalizadas. Em suma, a sociedade socialista deverá ser mais, e não menos, complexa do que as sociedades contemporâneas. É neste sentido que a democracia no socialismo será necessária. Mas é preciso salientar que a democracia socialista deverá ser totalmente diferente da democracia burguesa. O socialismo implica que a própria existência do poder econômico seja, senão eliminada, pelos menos drasticamente minimizada, ao contrário do que ocorre no capitalismo, no qual o poder econômico (ou seja, as classes sociais que o detêm) exerce uma influência ditatorial sobre a sociedade. Evidentemente, quanto menor for o grau de desigualdade existente em uma sociedade, menor é a influência do poder econômico sobre as decisões coletivas. E se esta igualdade, no socialismo, ocorrer já nas próprias relações de produção, as



condições para uma verdadeira democratização da sociedade estarão em boa parte satisfeitas. Mas, apenas em boa parte. Decisões de caráter local não poderão ser suficientes para assegurar uma democracia socialista. Decisões coletivas em nível mais geral também serão necessárias, assim como instrumentos capazes de coordenar a sua operacionalização, de forma efetiva e descentralizada.

É neste sentido que as concepções de Novozhilov podem servir de base para a elaboração de métodos de planificação que se constituam em instrumentos importantes para a instituição e a operacionalidade de uma democracia socialista. Porém, na medida em que as concepções de Novozhilov baseiam-se na programação linear, é interessante, em primeiro lugar, discutir alguns dos equívocos mais arraigados entre os estudiosos da modelagem matemática aplicada a planificação econômica, especialmente a baseada em métodos de otimização. Esta questão diz respeito a uma alegada necessidade dos formuladores de um modelo de definir uma “função de bem estar social”. Especialmente nos países socialistas, várias propostas para definir os objetivos que uma sociedade deve perseguir para assegurar o “bem estar” da sua população eram discutidas, sem que se tenha chegado a qualquer critério que tenha sido considerado suficientemente objetivo para a sua formulação, o que fazia com que esta tarefa fosse considerada particularmente difícil e, assim, como um dos mais graves limitantes à aplicação de métodos de otimização à planificação da economia.<sup>30</sup> É interessante mencionar, por outro lado, que as abordagens adotadas pelos neoclássicos para a definição de “funções de bem estar social” são muito mais homogêneas. Para esta corrente quase sempre a função que expressa a maximização do consumo é adotada como função de bem estar. Assim, qualquer medida que leve a uma diminuição do consumo é em geral interpretada como causadora de uma diminuição do bem estar. Por exemplo, a análise de uma alternativa para diminuir o uso de petróleo, ao implicar em diminuição do nível geral de consumo, em geral é considerada como prejudicial ao bem estar. No entanto, muitas vezes o motivo deste tipo de análise é a percepção de que o uso excessivo de petróleo provoca efeitos que ameaçam a própria manutenção dos níveis de consumo atuais. Na verdade, nos modelos neoclássicos qualquer medida que represente uma intervenção no mercado é interpretada como prejudicial ao bem estar. Isto é reforçado pelo conhecido critério de Pareto para a otimização do bem estar social, segundo o qual o estado ótimo é aquele em que não é possível melhorar o bem estar de qualquer indivíduo ou grupo social sem diminuir o de outro. A otimização do bem

---

30 Uma análise dessa questão no quadro da URSS e dos antigos países socialistas da Europa do Leste encontra-se em LAVIGNE, M. *Les économies socialistes soviétiques et européennes*. Paris: Armand Colin, 1979.

estar de uma sociedade de acordo com este critério, portanto, poderia ser realizada sem conflitos, porém as custas de uma reafirmação do “status quo”, especialmente no que diz respeito ao poder econômico detido pelos capitalistas e à distribuição da renda.

Quer seja do ponto de vista formulado pelos planejadores dos antigos países socialistas, quer seja do ponto de vista neoclássico, no entanto, a questão de como formular uma função que expresse matematicamente o bem estar de uma população nos parece totalmente absurda. Para que esta questão possa ser analisada de forma mais precisa, é interessante apresentarmos uma versão mais detalhada do modelo de Novozhilov.

#### 6.4 Um modelo de planificação baseado nas relações entre riquezas, valores e preços

“Estamos diante, portanto, de uma reestruturação do processo econômico enquanto tal, mas com finalidades – a serem materialmente realizadas – que já não são mais, em sua essência, meras categorias econômicas. Decerto, é claro que tais finalidades só são possíveis com base numa economia socialista planificada, na qual – como consequência da socialização dos meios de produção – o próprio processo econômico enquanto tal encontra-se sob uma direção teleológica unificada. Igualmente claro, porém, é que a mera direção planificada, unitária, de todo um processo econômico não conduz necessariamente, de modo algum, à posição e realização de finalidades deste tipo.”<sup>31</sup>

Neste modelo, o problema primal é formulado a partir das riquezas e dos processos produtivos empregados para transformá-las. A partir dele são definidas as técnicas e as quantidades de produto que minimizam o trabalho, de forma a satisfazer a demanda de produtos de consumo final considerando os meios de produção necessários gerados pelo trabalho e a disponibilidade de recursos naturais. Este problema primal é formalizado como,

$$\begin{aligned} \text{Função objetivo: minimizar } & \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x \\ \text{Sujeito às restrições} & \end{aligned} \quad (6.20)$$

$$\sum q_i^l \geq D_i \quad (6.21)$$

$$\sum k_z^x - \sum d_{iz}^l q_i^l \geq K_z \quad (6.22)$$

$$\sum \sigma_{jz}^x k_z^x \leq R_j \quad (6.23)$$

onde temos,

$c_i^l$  = quantidade  $c$  de trabalho necessária por unidade do produto  $i$  com a técnica  $l$ .

31 LUKÁCS, G. O processo de democratização. In LUKÁCS, G. **Socialismo e democratização. Escritos políticos 1956-1971**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2008, p. 183-184.

$q_i^l$  = quantidade  $q$  do produto  $i$  fabricado com a técnica  $l$ .

$c_z^x$  = quantidade  $c$  de trabalho por unidade de meio de produção  $z$  gerado com a técnica  $x$

$k_z^x$  = quantidade  $k$  do meio de produção  $z$  gerado com a técnica  $x$ .

$D_i$  = quantidade demandada  $D$  de produto  $i$ .

$K_z$  = meio de produção  $z$  excedente para reprodução ampliada (reprodução simples  $K = 0$ )

$a_{iz}^l$  = quantidade  $a$  do meio de produção  $z$  necessária para produzir uma unidade do produto  $i$  com a técnica  $l$ .

$\sigma_{jz}^x$  = quantidade  $\sigma$  de recurso natural  $j$  necessário para a produção do meio de produção  $z$  com a técnica  $x$ .

$R_j$  = quantidade máxima  $R$  a ser utilizada do recurso natural  $j$ .

O problema dual é formulado de maneira a obter, a partir do problema primal, as condições monetárias que lhe são correspondentes. Assim, a partir do problema dual são definidos os preços dos produtos de consumo final, dos meios de produção gerados pelo trabalho e dos recursos naturais que maximizam o valor agregado, considerando a demanda de produtos, a disponibilidade de recursos e as condições técnicas de produção. Esse problema dual é formulado como,

$$\text{Função objetivo: maximizar } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (6.24)$$

Sujeito à restrição

$$p_i - \sum a_{iz}^l \beta_z \leq c_i^l \quad (6.25)$$

$$\beta_z - \sum \sigma_{jz}^x r_j \leq c_z^x \quad (6.26)$$

onde, além das variáveis do problema primal, já descritas, temos,

$p_i$  = preço  $p$  do produto  $i$ .

$\beta_z$  = preço  $\beta$  do meio de produção  $z$  (gerado pelo trabalho).

$r_j$  = preço  $r$  do recurso natural  $j$ .

De acordo com o teorema da dualidade da programação linear<sup>32</sup>, com as soluções ótimas temos,

$$\text{mínimo } \sum c_i^l q_i^l + \sum c_z^x k_z^x = \text{máximo } \sum D_i p_i + \sum K_z \beta_z - \sum R_j r_j \quad (6.27)$$

No modelo a função objetivo do problema primal fornece o trabalho socialmente necessário para assegurar a satisfação da demanda dos produtos; e a função objetivo do

32 ACHER, J.; GARDELLE, J. **Programmation linéaire**. Paris : Dunod, 1978.

problema dual fornece o valor agregado monetário. Neste ponto é interessante colocar a seguinte questão: qual é o significado de tais funções em termos de bem estar para a sociedade? Para responder a esta questão é importante lembrar que, no caso de um aumento da produtividade proporcionado pelo aperfeiçoamento de alguma técnica, a diminuição do valor das soluções não implicaria em qualquer diminuição da geração de valores de uso (ou seja, de riquezas) para a sociedade. Isto porque tanto a demanda (e conseqüentemente o consumo) de produtos e meios de produção gerados pelo trabalho, como os recursos naturais utilizados poderiam não se alterar. A alteração da solução do problema primal significaria apenas que a mesma riqueza, a partir das novas condições técnicas, pode ser produzida com uma quantidade menor de trabalho. Neste sentido, ela poderia significar um aumento do bem estar. No entanto, a solução do problema dual indicaria que a mesma quantidade de riqueza obtida anteriormente agrega um valor menor em unidades monetárias. Assim, não se pode afirmar, a partir da diminuição do valor (em trabalho ou monetário) fornecido pelas soluções dos problemas primal e dual, que houve qualquer diminuição do valor de uso das riquezas produzidas. Isto mostra quão enganosa pode ser a consideração das funções objetivo de um modelo econômico como “funções de bem estar”, como ocorre nos modelos neoclássicos<sup>33</sup>, na medida em que, especialmente no caso do problema dual, não há uma proporcionalidade direta entre o valor expresso pela solução da função objetivo e o bem estar social. De acordo com o modelo apresentado, diante de um aumento da produtividade, a decisão entre trabalhar menos, consumir mais, ou restringir o uso de recursos naturais escassos, mantendo o nível de consumo e a geração de meios de produção, não pode ser tomada com base em qualquer automatismo econômico, tal como proposto pelos neoclássicos<sup>34</sup>.

A decisão sobre as riquezas a serem produzidas e consumidas por uma sociedade não são decisões técnicas, embora elas devam, evidentemente, ser informadas cientificamente para que possam ser tomadas de acordo com as restrições técnicas. Mas estas restrições técnicas jamais podem, por si mesmas, determinar as decisões a serem tomadas. Além disto, quanto mais alternativas técnicas são desenvolvidas, maior é o número de decisões possíveis. Neste sentido, o desenvolvimento de técnicas de planificação, incluindo as que se utilizam de métodos de otimização, devem considerar toda a diversidade das possibilidades de escolha,

---

33 Como, por exemplo, em WING, I. S. **Computable general equilibrium models and their use in economy-wide policy analysis: everything you ever wanted to know (but were afraid to ask)**. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Technical. Note nº 6. 2004.

34 Como em STIGLITZ, J. E.; WALSH, C. E. **Introdução à Microeconomia**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003, p. 171-174.

não sendo capazes de restringi-las a partir de critérios puramente técnicos. Isto fica claro quando se atenta que, no modelo apresentado, as riquezas (produtos de consumo final, meios de produção excedentes e recursos naturais) são variáveis exógenas, cujos valores devem ser definidos anteriormente à obtenção das soluções, as quais indicarão apenas os meios (especialmente técnicas e preços) que devem ser empregados para que tais decisões possam ser concretizadas. As “funções objetivo” dos problemas primal e dual do modelo, portanto, só podem possuir um caráter meramente operacional.

Um aspecto interessante do modelo é que as decisões que ele pressupõe para desencadear o processo de planificação remetem-se aos aspectos fundamentais da economia, relativos às relações entre as riquezas, os valores e os preços. Isto traz à tona a questão da possibilidade de uma superação do caráter alienante da moeda, denunciado por Marx (conforme a citação do início deste capítulo). Por exemplo, de acordo com o modelo, um aumento do crescimento econômico, que exige uma acumulação prévia de meios de produção, na ausência de aumentos da produtividade, em última instância só pode ser “financiado” por meio de mais trabalho, sem que possa haver um aumento imediato do consumo de produtos finais pelos trabalhadores<sup>35</sup>. A “criação de empregos” que este aumento do crescimento acarreta (para a acumulação de novos meios de produção) não pode, assim, ser acompanhada por um aumento imediato do poder de compra dos trabalhadores. É claro que, se uma sociedade dispõe de reservas monetárias que permitem a aquisição de produtos no exterior, ela pode empregar tais reservas para importar produtos de consumo (ou importar diretamente meios de produção). No entanto, de qualquer forma tais reservas devem ser acumuladas por meio de uma produção realizada pelo trabalho, apropriadas por outros agentes de forma que os trabalhadores não consumam os produtos por eles gerados para que estes permitam o acúmulo das reservas de divisas. Ora, nas sociedades capitalistas, o crescimento econômico é tido como uma panaceia, em qualquer circunstância, e até mesmo quando direcionado ao aumento da capacidade produtiva para satisfazer o consumo das classes dominantes, o que implica em estabelecer um perfil da demanda que assegure os seus privilégios. Isto revela a possibilidade de uma diferença importante entre economias capitalistas e socialistas. No capitalismo a concentração da renda resultante da apropriação das riquezas pelos capitalistas faz com que um dos problemas mais prementes neste sistema seja a insuficiência da demanda

---

35 Que, evidentemente, foram os que suportaram o ônus do acelerado processo de industrialização da URSS, de acordo com a “lei do desenvolvimento harmonioso da economia socialista” proposta por Stalin, conforme discutido anteriormente.

efetiva. No socialismo, de acordo com o modelo apresentado, como a demanda é fixada antecipadamente, com o acesso às riquezas geradas sendo assegurado ao conjunto da população, o principal problema seria o de atingir a produção prevista de acordo com o nível e o perfil da demanda. Em outras palavras, em uma economia socialista o principal problema estaria relacionado à produção, enquanto que em uma economia capitalista, além do problema da produção, a demanda efetiva também coloca obstáculos importantes ao funcionamento da economia.

Uma sociedade socialista pode, portanto, decidir por uma expansão dos meios de produção (relativo às variáveis  $K$  do modelo) para assegurar um crescimento futuro da demanda (relativo às variáveis  $D$ ), ou pela manutenção dos atuais níveis de consumo para, por exemplo, assegurar uma preservação dos recursos naturais (relativa às variáveis  $R$ ) que possibilite evitar graves perturbações nos ecossistemas, sem que uma determinação estritamente técnica da superioridade de uma destas decisões sobre as outras possa inequivocamente ser estabelecida. Além disto, uma distribuição igualitária do trabalho e da riqueza faria com que, em uma sociedade socialista, o progresso da produtividade deixasse de ser um mecanismo de exclusão social por meio do desemprego para ser um meio de aumentar o tempo livre para que todos os indivíduos pudessem exercer atividades de forma espontânea, sem serem submetidos à coerção econômica. Ainda, a introdução de inovações técnicas que resultassem em aumento da produtividade do trabalho nas unidades de produção lhes possibilitaria individualmente obter ganhos monetários mais elevados, estimulando a criatividade e a iniciativa dos trabalhadores. Isto porque o aumento da produtividade possibilitaria a estas unidades de produção o recebimento de rendas diferenciais. Tais rendas, porém, persistiriam apenas até o momento em que os preços fossem reajustados a partir da consideração das novas condições de produção. Isto faria com que as unidades de produção que introduziram as novas técnicas voltassem a receber um valor monetário equivalente ao seu tempo de trabalho aplicado, tal como os demais produtores que empregassem técnicas eficientes. Assim, os ganhos decorrentes da iniciativa dos trabalhadores em introduzir inovações técnicas em suas unidades de produção não resultariam em vantagens econômicas cumulativas, as quais originariam as diferenciações sociais e as desigualdades econômicas observadas no capitalismo.

Um aspecto interessante do processo econômico relacionado ao modelo apresentado, portanto, é que o aumento da produtividade, sem um aumento proporcional do consumo ou

uma diminuição, também proporcional, da exploração dos recursos naturais, permitiria uma progressiva diminuição da geração de valor, colocando a perspectiva da superação do seu papel na economia. É muito difícil saber até que ponto essa diminuição da importância do valor e o concomitante desenvolvimento de atividades autônomas poderia avançar, e muito menos qual estrutura econômica (ou até mesmo se ainda existiria uma “economia” tal como conhecemos) resultaria de um eventual “perecimento” do valor, especialmente no que diz respeito à divisão social do trabalho, à moeda e ao Estado. Mas, em todo caso, isto mostra que é possível pensar em uma forma de orientar a sociedade para uma progressiva diminuição da importância do valor na determinação da sua dinâmica<sup>36</sup>. Como já mencionado, em uma sociedade igualitária, o tempo livre resultante do “perecimento” do valor possibilitaria que as pessoas pudessem se dedicar a atividades de forma autônoma e livre de coerção econômica, o que permite vislumbrar um possível caminho para o comunismo.

O principal desafio que se coloca a uma planificação democrática de uma sociedade socialista, portanto, não está em encontrar modelos matemáticos que possam expressar o bem estar de uma sociedade, ou que possam levar a um funcionamento “ótimo” da economia. O principal obstáculo está em encontrar meios que assegurem processos efetivamente democráticos de decisão, capazes de expressar tal bem estar. Um desses meios é a promoção de relações sociais no interior das unidades de produção que permitam superar as relações de produção baseadas no salário, na medida em que este implica em lucro, isto é, na apropriação contratual de uma parte do produto do trabalho por agentes que não participam da produção. Esta superação só pode ocorrer por um controle dos trabalhadores sobre os meios de produção a ser exercido a partir de decisões democráticas sobre as condições técnicas para a geração e, sobretudo, a distribuição do valor agregado nas unidades de produção. Neste sentido, formas de autogestão que tenham como critério decisão a geração de valor agregado (e não o lucro) são as que se mostram mais coerentes com uma sociedade socialista.

A autogestão pelos trabalhadores das unidades de produção, porém, dificilmente pode ser suficiente para assegurar a democracia em uma sociedade socialista. Tal democracia, em alguma medida, dependerá da construção de instituições políticas, por meio das quais regras claras deverão ser estabelecidas para uma solução democrática dos conflitos de interesses, que certamente existirão no socialismo. Reiteramos que, para a definição de tais regras, é

---

36 Os adeptos da corrente da “Crítica do valor” afirmam que isto já está ocorrendo no quadro do capitalismo, sendo uma das causas da sua crise. Ver LARSEN, N.; NILGES, M.; ROBINSON, J.; BROWN, N.(ed.) **Marxism and the Critique of Value**. Chicago: MCM’ Publishing, 2014.

necessário reconhecer as suas inevitáveis imperfeições, possibilitando que elas sejam questionadas e aperfeiçoadas. Neste sentido, reiteramos, mais uma vez, que nenhum princípio geral, como a atuação por meio do Estado ou pela associação dos trabalhadores, pode ser considerado suficiente para assegurar uma democracia socialista.

## 6.5 Uma estratégia de transição

“É evidente que a arma da crítica não poderá substituir a crítica da arma: a violência material deve necessariamente ser revertida pela violência material; mas a teoria também se torna violência material quando se apodera das massas. A teoria é capaz de se apoderar das massas desde que ela argumenta *ad hominem*, e ela argumenta *ad hominem* desde quando ela se torna radical. Ser radical, é se apoderar da coisa pela raiz. Mas a raiz, para o homem, é o próprio homem.”<sup>37</sup>

A discussão realizada sobre a validade ou não da lei do valor nas economias socialistas pode ser útil para esclarecer a natureza das atividades não mercantis no capitalismo. Para muitos autores, o valor, pelo menos na sua forma monetária, só pode ser gerado por atividades mercantis, sendo que alguns afirmam que a geração de valor ocorre apenas a partir de relações de produção estritamente capitalistas, na medida em que ela não poderia ser dissociada da mais-valia. Como a dinâmica do sistema capitalista é determinada pelo lucro, neste sistema só poderia ser considerado como trabalho produtivo o que gera mais valia<sup>38</sup>. Como discutido anteriormente, a evolução do debate na URSS indicou que a geração de valor, embora tenha se tornado o processo dominante por meio do qual são geradas as riquezas no capitalismo, não se interromperia com a superação deste. Neste sentido, é importante salientar que o próprio Marx declara que o seu foco na análise da dinâmica do capitalismo é a mercadoria (que seria superada com a superação do próprio capitalismo) e não o valor. Além disto, o que define o valor e, portanto, o trabalho “produtivo” capaz de gerá-lo, é o tempo de trabalho socialmente necessário e não a mais valia.

Uma consequência importante da concepção de que atividades não mercantis, como as realizadas no âmbito do Estado, são geradoras de valor é que ela mostra claramente a falsidade da noção, intensamente protagonizada pelos capitalistas, de que o setor privado

37 “Il est evidente que l’arme de la critique ne saurait remplacer la critique des armes: la violence matérielle doit nécessairement être renversée para la violence matérielle; mais la théorie est capable de saisir les masses dès qu’elle argumente *ad hominem*, et elle argumente *ad hominem* dès que’elle devient radicale. Être radical, c’est saisir les choses par la racine. Mais la racine, pour l’homme, est l’homme lui-même.” MARX, K. **Contribution à la critique de la philosophie du droit de Hegel. Introduction**. Paris: Entremonde, 2010 [1844], p. 25.

38 Esta tese é defendida de forma bastante argumentada por COTRIM, V. **Trabalho produtivo em Karl Marx**. São Paulo: Alameda Casa Editorial, 2012.



sustenta economicamente as atividades do Estado. É com base nisto que alguns autores<sup>39</sup>, diante da reiterada incapacidade das classes dominantes em promover medidas efetivas para o enfrentamento da crise do capitalismo, vêm propondo a estruturação por meio do Estado de um setor não mercantil produtor de valor, voltado para as necessidades básicas da população. A principal diferença entre a produção mercantil e a não mercantil de valores monetários está na “realização” da produção (isto é, na forma como a ela é atribuído um valor monetário). Na produção mercantil tal realização ocorre a partir da sua venda em um mercado, momento em que a necessidade social do produto é reconhecida. Na produção não mercantil esta realização ocorre pelo pagamento pelo Estado, por meio da arrecadação de impostos. Assim, do ponto de vista da realização da produção, não há diferença entre o pagamento realizado por um consumidor no mercado e o realizado pelos contribuintes por meio do Estado. No entanto, enquanto a produção mercantil é desencadeada a partir de uma antecipação da demanda feita pelos próprios produtores, a produção não mercantil é desencadeada por preços reais, definidos a partir de uma antecipação da demanda realizada por meio do Estado. Assim, as condições para a realização da produção mercantil são incertas, pois ela ocorre, em última instância, a partir da demanda “solvable” na ocasião da sua venda, a qual raramente coincide com a antecipada pelos produtores<sup>40</sup>. Já na produção não mercantil, os preços pagos aos produtores são fixados pelo Estado antes da produção, com base em uma antecipação da demanda, que pode ser assegurada, por exemplo, por meio da tributação. A produção não mercantil, assim, pode permitir uma dupla socialização. Em primeiro lugar pela definição de demandas com base em reais necessidades da população e não apenas por aqueles que representam uma demanda solvable. Em segundo lugar, pela socialização do pagamento por meio de um sistema tributário adequado. A socialização promovida pela produção não mercantil possibilita que os valores monetários dela decorrentes sejam gerados a partir de decisões democráticas, que podem ser tomadas de forma independente do poder econômico das classes dominantes (tanto enquanto controladores do investimento como enquanto consumidores com maior poder aquisitivo).

---

39 Como HARRIBEY, J.-M. Expectation, Financing and Payment of Nonmarket Production: Towards a New Political Economy. *International Journal of Political Economy*. Vol. 38, N° 1, Spring 2009, p. 58-80.

40 Dependendo da estrutura do mercado, a antecipação realizada pelos produtores pode ser realizada diretamente a partir da demanda, quando estes fixam os preços (mercado de concorrência monopolista, oligopólio ou monopólio). Mas esta antecipação jamais pode ser exata. No caso de mercados de concorrência pura e perfeita, os preços são antecipados pelos produtores, sendo então estes considerados “tomadores de preço”. Assim, a diferença entre a previsão dos produtores e a realização do valor efetivada pelo mercado pode ocorrer por meio do nível das vendas ou pelos preços recebidos.

Duas dificuldades operacionais se colocam, no entanto, para a efetivação de uma produção não mercantil protagonizada por meio do Estado e geradora de valor. A primeira é a definição da demanda. Mas, se esta dificuldade se coloca para o conjunto dos produtos de consumo, ela praticamente não existe para os principais itens de consumo das classes populares, as quais se constituem na maioria da população. Ora, o principal problema (e de forma crescente) atualmente enfrentado por estas classes é a satisfação das suas necessidades mais básicas, relacionadas à educação, à saúde, à habitação, à alimentação e ao transporte público. A definição da demanda destas necessidades básicas (assim como a definição das reformas econômicas a elas relacionadas) não coloca dificuldade alguma à determinação das atividades não mercantis destinadas a satisfazê-las, ao mesmo tempo em que esta satisfação teria um enorme impacto sobre o bem estar das classes populares.

A segunda dificuldade diz respeito à necessidade de definir preços eficientes para assegurar que a produção não mercantil possa efetivamente corresponder a demanda, sem desperdício de recursos e de trabalho. As concepções básicas apresentadas por meio do modelo apresentado neste ensaio podem trazer contribuições importantes para a definição de preços eficientes para a estruturação de um setor de produção não mercantil, podendo, inclusive, melhorar a eficiência alocativa da economia, mesmo no interior do capitalismo. Neste ponto, é importante salientar que a superação do lucro como critério de decisão dos investimentos e certa socialização das rendas diferenciais proporcionariam a economia socialista uma eficiência alocativa muito superior à permitida pelo capitalismo. Assim, a aproximação com uma economia socialista representada pelo desenvolvimento de atividades não mercantis protagonizadas de forma democrática por meio do Estado poderia trazer uma valiosa contribuição para a superação da crise das sociedades contemporâneas provocadas pelo capitalismo.

A implantação de atividades não mercantis geradoras de valor, por meio do Estado e sob controle dos trabalhadores poderia se constituir em um elemento estratégico importante para uma transição ao socialismo. Evidentemente, as dificuldades políticas para a implantação desta estratégia de transição são imensas. Embora as atividades não mercantis geradoras de valor não representem um ônus direto às classes dominantes, elas diminuem as oportunidades dos capitalistas. Neste sentido, elas representam um enfraquecimento do poder econômico das classes dominantes que dificilmente as aceitarão. Portanto, a possibilidade de mostrar um processo claramente definido de transição ao socialismo é muito mais uma “arma da crítica”

(como na citação do início deste capítulo), ou seja, uma teoria, cuja possibilidade de se concretizar de forma pacífica é muito baixa, do que uma estratégia de uma transição imediata ao socialismo. Mas, de qualquer forma, ainda mais por ser fundamentalmente simples e clara, não é impossível que esta teoria possa ser apoderada pelas massas e transformar-se, assim, em uma força material.

## **6.6 Valor, fetiche e alienação**

A discussão realizada neste ensaio indica que o valor, embora seja a forma por excelência como a riqueza se apresenta e é trocada nas sociedades capitalistas, pode ser um elemento importante para o funcionamento de uma sociedade socialista. Neste sentido, a criação de valor, que com o advento do capitalismo se impõe como um dos principais fenômenos que determinam o funcionamento da economia, não seria superada no socialismo.

Por outro lado, não há dúvidas de que o valor é um meio de promoção do fetiche da mercadoria, a partir do qual as relações sociais são reificadas, aparecendo aos seres humanos como meras relações entre coisas. É por meio do valor que ocorre a expropriação dos trabalhadores pelos capitalistas, pois este permite que os seus salários sejam considerados como um simples produto de um contrato livremente definido. Estabelece-se, assim, um falso “automatismo econômico” que coloca o lucro (ou seja, a apropriação sistemática pelos capitalistas de parte do valor gerado pelos trabalhadores) como uma condição necessária e incontornável para o funcionamento da economia. Como na religião, em que um deus, que não pode ser outra coisa que uma criação dos próprios seres humanos, é entendido por estes como o seu criador, no capitalismo, as relações mercantis, por meio da qual se consagra a forma valor, estabelecidas pelos próprios seres humanos, mostra-se como algo que lhes é estranho, alienado, como um mero relacionamento entre coisas que se trocam.

Cabe, no entanto, questionar se o elemento chave desse processo de alienação é o valor. A discussão realizada neste ensaio indica que não há uma relação indissolúvel entre o valor e as relações mercantis (embora o valor seja imprescindível para a hegemonia destas relações). Ao contrário, a superação das relações mercantis permitiria eliminar as distorções por elas provocadas no papel do valor na economia. O caráter alienante da economia capitalista deve-se, assim, às relações mercantis em si e não ao valor. Reduzido a um papel meramente operacional, o valor poderia ser a base para a elaboração de instrumentos de planificação que permitiriam a promoção de uma verdadeira democracia, uma democracia socialista.

No entanto, de acordo com Marx,

“A troca de mercadorias aos seus valores, ou aproximadamente aos seus valores, assim requer um estágio muito mais baixo que a sua troca aos seus preços de produção, que requer um nível definido de desenvolvimento capitalista.”<sup>41</sup>

Esta citação pode ser empregada para justificar a tese de que a proposta do estabelecimento de uma economia baseada na troca dos produtos pelos seus valores estaria aquém do próprio capitalismo, podendo, assim, ser considerada como uma regressão. Tal proposta, portanto, estaria mais próxima do socialismo utópico do que do socialismo baseado no materialismo histórico, podendo ser interpretada como um retorno a uma mítica sociedade de produtores independentes, que essencialmente reproduziria um capitalismo meritocrático e igualitário, o qual é uma das mistificações típicas protagonizada pela pequena burguesia<sup>42</sup>.

Pode-se alegar, porém, que a troca dos produtos pelos seus valores apenas reflete as necessidades colocadas pela complexidade de uma sociedade com um elevado grau de divisão do trabalho e não, necessariamente, uma economia mercantil e menos ainda uma economia baseada em produtores independentes. Isto porque a troca de mercadorias baseada nos preços de produção, determinados pela tendência a equalização das taxas de lucro, apenas reflete a supremacia deste critério de alocação de recursos na economia, o qual, é antes um elemento perturbador do processo de reprodução do sistema econômico do que uma forma “superior”

---

41 “The exchange of commodities at their values, or approximately at their values, thus requires a much lower stage than their exchange at their prices of production, which requires a definite level of capitalist development.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 128.

42 Como salienta MARX, K. **Les luttes de classes en France (1848-1850)**. Paris : Ed. Sociales, 1974, p. 146-147.

do seu desenvolvimento. O socialismo pode, assim, estabelecer condições mais propícias a reprodução das condições materiais da sociedade por meio da promoção da troca dos produtos pelos seus valores. E isto não implica, de forma alguma, a manutenção de relações mercantis para a determinação dos preços, a qual pode ser realizada por meio de uma planificação democrática da economia.

É preciso, no entanto, reconhecer a existência de uma forte tendência do desenvolvimento de um produtivismo que pode representar uma séria ameaça à sustentabilidade em uma economia planificada. Como indica a estrutura do modelo apresentado anteriormente (expressões 20 a 26), a minimização do tempo de trabalho implica em uma substituição da energia humana, que quase sempre requer um suporte material (máquinas e equipamentos), a qual pode levar a uma exacerbada exploração dos recursos naturais. Isto pode ocorrer mesmo em uma sociedade na qual o valor deixe de ser essencial para o funcionamento da economia, na medida em que a sua diminuição deixe de se traduzir em desemprego e concentração de renda para significar um aumento do tempo livre. E a situação seria ainda pior se este aumento da produtividade for acompanhado por uma pretensão meramente tecnocrática de maximizar a produção de riquezas, sem levar em consideração as reais necessidades da população e o impacto desta política sobre a sustentabilidade ecológica da sociedade.

A única forma de evitar tal produtivismo é a instituição de uma verdadeira democracia socialista, isto é, livre da influência que o poder econômico exerce na “democracia” burguesa, e baseada em um debate cientificamente informado. Uma verdadeira democratização da sociedade sob o socialismo, portanto, não pode ser dissociada no plano político (ou seja, em relação às decisões fundamentais sobre as riquezas a serem produzidas e consumidas pela sociedade) de um amplo acesso do conjunto da população à educação, assim como de um pleno e livre desenvolvimento da ciência, das artes e outras atividades culturais.

Mas uma democracia socialista não pode ocorrer apenas no plano político. Ela deve também criar as condições para a transformação das próprias relações sociais, sobretudo as de produção no interior de cada unidade econômica, por meio da abertura de um vasto campo de experimentação social. Assim, uma democracia socialista desempenharia um papel crucial em uma verdadeira socialização da produção e da distribuição das riquezas. Neste sentido, a necessidade de estabelecer um processo decisório diante de conflitos de interesse e, portanto, tendo a atividade política como característica fundamental, indica que o socialismo não pode

ser assegurado por qualquer tipo de automatismo econômico, que poderia levar os seres humanos a se comportar mecanicamente de acordo com os interesses da coletividade (se é que tais interesses podem sequer ser definidos sem decisões democráticas...).

## 6.7 Conclusão: romper os grilhões do capitalismo

Em *O Capital*, Marx afirma que,

“O capital financeiro formado por meio da usura e o comércio foi impedido de se tornar capital industrial, no campo pela constituição feudal, na cidade pela organização das guildas. Esses grilhões desapareceram com a dissolução da sociedade feudal, com a expropriação e evicção parcial da população do campo.”<sup>43</sup>

E, no *Manifesto do Partido Comunista*, Marx e Engels, após descreverem o mesmo processo analisado por Marx em *O Capital* do qual foi extraída a citação acima, afirmam que,

“As relações burguesas de produção e de troca, de propriedade, da sociedade burguesa moderna, que fez surgir tão potentes meios de produção e de troca, se parece com o feiticeiro que não sabe mais como dominar as potências infernais que ele evocou”.<sup>44</sup>

As discussões realizadas neste ensaio indicam que um dos “grilhões” que o capitalismo impõe ao desenvolvimento da sociedade decorre do papel central que nele desempenha a apropriação privada das riquezas sociais por meio do lucro. As contradições em relação a uma alocação adequada dos recursos que a adoção do lucro como critério de tomada de decisões para a realização dos investimentos, assim como a forma desordenada que este critério impõe à dinâmica do progresso técnico, quase sempre com consequências imediatas extremamente prejudiciais aos trabalhadores (provocadas principalmente pelo desemprego), evidenciam que não é o valor em si que entrava o desenvolvimento das sociedades contemporâneas, mas o lucro.

43 “The money capital formed by means of usury and commerce was prevented from turning into industrial capital, in the country by the feudal constitution, in the towns by the guild organisation. These fetters vanished with the dissolution of feudal society, with the expropriation and partial eviction of the country population.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy.** Volume I. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1867]., p. 527.

44 “Les rapports bourgeois de production et d’échange, de propriété, la société bourgeoise moderne, qui a fait surgir de si puissants moyens de production et d’échange, ressemble au sorcier qui ne sait plus dominer les puissances infernales qu’il a évoquées.” MARX, K.; ENGELS, F. **Manifeste du parti communiste.** Édition électronique réalisée par Jean-Marie Tremblay a partir de la traduction de Laura Lafargue de 1893, Chacoutimi (Québec), 2002, [1848], p. 11.

Neste sentido, nos parece que duas questões são centrais para a construção de um projeto socialista para o século XXI. A primeira é o fato de, enfim, reconhecermos a finitude dos recursos do nosso planeta. Isto coloca em questão o caráter muitas vezes produtivista que assumiam certas propostas socialistas que afirmavam que este simplesmente quebraria os grilhões que o capitalismo impõe ao desenvolvimento das forças produtivas sem, no entanto, questionar a natureza desse desenvolvimento. A segunda questão diz respeito às amplas possibilidades para a planificação da economia abertas pelo conhecimento de métodos matemáticos, aliado à enorme capacidade de processamento de dados e de comunicação, atualmente disponível. Essas questões só poderão ser devidamente consideradas em um projeto socialista radicalmente democrático.

## 7 CONCLUSÃO GERAL: PARA ALÉM DE MARX, MAS, DEFINITIVAMENTE, COM MARX

György Lukács, em uma obra que se tornou célebre escrita ainda na sua juventude, elaborou um ensaio em que coloca sua posição sobre o que é ser um marxista ortodoxo<sup>1</sup>. Neste ensaio o autor explica que alguém pode discordar de todos os resultados obtidos por Marx em suas obras mas, assim mesmo, ser um marxista ortodoxo. Isto porque para o autor, o que define a ortodoxia marxista não é estar ou não de acordo com Marx em relação aos resultados dos seus estudos, mas sim em adotar o método de Marx, baseado no materialismo histórico. Já em uma idade avançada, Lukács escreve um conjunto de obras nas quais ele analisa em profundidade o caráter ontológico do método de Marx<sup>2</sup>, demonstrando que este não se limita aos aspectos meramente epistemológicos de uma investigação (relacionados a como fazer uma análise) mas se estende à própria forma como a natureza do objeto investigado é compreendida.

Estas posições de Lukács podem contribuir para a compreensão da postura diante da obra de Marx que motivou a elaboração dos ensaios que compõem este livro. Nesses ensaios vários pressupostos, concepções e resultados expressos por Marx são questionados. Mas esses questionamentos estão baseados em uma perspectiva rigorosamente materialista e histórica da realidade. Neste sentido, não é o significado ontológico da teoria do valor de Marx que é questionado, mas apenas a forma que ela assume, especialmente no terceiro volume do seu livro *O Capital*. A centralidade do tempo de trabalho, sustentado por Marx como o único elemento capaz de relacionar riquezas e valores monetários de forma clara e objetiva nas sociedades capitalistas, é não apenas mantida intacta, mas reforçada pelos resultados discutidos nesses ensaios. Estes, assim, de forma alguma podem servir para corroborar a afirmação da “redundância” do tempo de trabalho na definição dos preços, proclamada pelos neoricardianos, nem a sua “insuficiência”, na medida em que o trabalho seria apenas um fator de produção entre outros, proclamada pelos neoclássicos (que buscam, assim, na utilidade a única base para a definição do valor).

---

1 LUKÁCS, G. Qu'est-ce que le marxisme orthodoxe? In LUKÁCS, G. **Histoire et conscience de classe**. Paris: Éditions de Minuit, 1960, p. 15-37.

2 LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social I**. São Paulo : Boitempo, 2013, 325 pp. e LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social II**. São Paulo : Boitempo, 2013, 622 pp.



Portanto, sem receio de contradizer Marx, mas permanecendo a nosso ver estritamente ortodoxos do ponto de vista do materialismo histórico por ele fundado, podemos sucintamente enumerar alguns dos principais pressupostos, concepções e resultados discutidos nos ensaios que compõem este livro que não se encontram em conformidade com muitas noções prevalecentes no marxismo. A primeira delas é a concepção dos preços como valores marginais. Esta concepção é, talvez, a mais importante deste livro, na medida em que foi discutida, a partir de diferentes ângulos, em todos os ensaios que o compõe. Mas a noção de que os preços correspondem a valores marginais também é, provavelmente, a mais rejeitada pelos marxistas. O fato do advento da escola neoclássica ser denominado de “Revolução Marginalista” ajuda a explicar esta rejeição. Mas, conforme mostrado, o cálculo marginal de forma alguma pode ser considerado incompatível com a teoria do valor de Marx, embora a sua adoção implique em rejeitar a concepção de Marx de que os preços, na ausência do processo de equalização da taxa de lucro, seriam valores médios. No décimo capítulo do terceiro volume de *O Capital*<sup>3</sup>, Marx esforça-se para corroborar esta tese, mas sem oferecer demonstração formal alguma. É difícil saber se Marx, na época em que se dedicava a escrever o terceiro volume de *O Capital* (que ele jamais concluiu) era capaz de aplicar o cálculo infinitesimal para fazê-lo<sup>4</sup>, mas é provável que, se tivesse tentado fazê-lo, teria se persuadido de que uma demonstração de que os preços de mercado variam em torno de valores médios (correspondendo aos mesmos quando oferta e demanda se equilibram) é muito difícil (para não dizer impossível, exceto no caso de preços inelásticos em relação à produção).

O que dissemos em relação ao cálculo infinitesimal, no entanto, não pode ser dito em relação à programação linear, cujos primeiros desenvolvimentos só ocorreram depois de pelo menos cinquenta anos da morte de Marx. Ocorre que a programação linear permite uma análise mais clara da coerência da teoria do valor de Marx com o cálculo dos preços como valores marginais. E é ela também que permite conceber a reprodução econômica da sociedade como um processo aberto, o que permite situar as sociedades humanas como um dos sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio termodinâmico que compõem a biosfera.

É a partir desta perspectiva que propomos a integração da riqueza na análise econômica. Tal perspectiva remete ao reconhecimento da finitude do planeta, cujos recursos

---

3 MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 126-140.

4 Embora MARX conhecesse cálculo infinitesimal, como atesta MARX, K.; ALCOUFFE, A. **Les manuscrits mathématiques de Karl Marx**. Paris: Economica, 1985.

não produzidos pelos seres humanos podem ter sua renovação seriamente perturbada ou, no caso de recursos não renováveis, seu esgotamento grandemente acelerado, pelas atividades humanas. Mas isto nos remete também a consideração da economia como um sistema complexo, cuja evolução ocorre a partir de forças contraditórias, devendo, portanto, ser entendida mais como um processo de mudança constante do que uma tendência a um estado bem definido. Esta concepção é coerente com a análise que fazemos do papel da equalização das taxas de lucro no capitalismo. Neste sentido, o processo de equalização pode ser considerado como apenas um dos atratores do sistema econômico, sendo largamente sobrepujado por outros atratores, especialmente pelo progresso técnico, responsável pelo extraordinário aumento da produtividade do trabalho observado ao longo da história do capitalismo. Na verdade, as análises realizadas nos ensaios mostram que a equalização da taxa de lucro é um fator de perturbação do processo de reprodução do sistema econômico, na medida em que se contrapõe à formação de preços eficientes.

A concepção sobre os processos econômicos que podem conferir eficiência ao capitalismo é, talvez, o ponto em que o conteúdo dos ensaios mais se distancie de Marx e dos seus seguidores. Marx inicia o primeiro volume de *O Capital* discutindo a mercadoria como a forma por excelência tomada pelas riquezas no capitalismo. Nessa discussão Marx denuncia um “fetichismo da mercadoria” prevalecente no capitalismo, sistema em que as relações sociais são reificadas como relações entre coisas (por meio das mercadorias), atribuindo-lhes, assim, poderes que elas, por si mesmas, não possuem. Tendo o fetichismo da mercadoria como ponto de partida, Marx, ao longo de *O Capital*, analisa como supostos automatismos econômicos permitem a reprodução do sistema capitalista, assegurando aos proprietários dos meios de produção um acesso privilegiado às riquezas, em detrimento dos trabalhadores que as geram. Por exemplo, já no final do terceiro volume de *O Capital*, Marx analisa, por vezes com veementes argumentos, a exploração do trabalho como única fonte da remuneração dos capitalistas, como, por exemplo no seguinte trecho,

“Capital, terra, trabalho! Porém, capital não é uma coisa, mas antes uma relação social determinada, pertencendo a uma determinada formação histórica da sociedade, que se manifesta como uma coisa e leva esta coisa a um caráter social específico. Capital não é a soma dos meios de produção materiais produzidos. Capital é antes os meios de produção transformados em capital, que em si mesmos não são mais capital do que o ouro ou a prata em si são dinheiro. É o meio de produção monopolizado por certo setor da sociedade, confrontando força de trabalho vivo como produtos e condições de trabalho tornados independentes desta mesma força de trabalho, que são personificados através desta antítese no capital. Ele não é meramente os produtos dos trabalhadores transformados em poderes independentes, produtos como reguladores e

compradores dos seus produtores, mas antes também as forças sociais e a forma futura deste trabalho, que confronta os trabalhadores como propriedades dos seus produtos. Aqui, então, nós temos uma determinada, e a primeira vista, muito mística, forma social, de um dos fatores de um processo social de produção historicamente produzido.”<sup>5</sup>

O monumental trabalho de Marx, no entanto, não tem o objetivo de proceder a uma avaliação moral do sistema capitalista, mas de compreender a sua racionalidade (reconhecendo-a, portanto) como meio, considerado incontornável, de contribuir para a sua superação. E para Marx a procura do lucro pelos capitalistas é o processo a partir do qual se estabelecem as relações causais que permitem a compreensão da racionalidade do sistema capitalista. Tal racionalidade segundo Marx não tende a conduzir o capitalismo a qualquer estado de harmonia ou, pelo menos, de estabilidade. Ao contrário, Marx não cessa de denunciar o capitalismo como um sistema essencialmente anárquico, cujas contradições desencadeiam recorrentes crises.

Neste ponto é importante esclarecermos que o que denominamos aqui de racionalidade possui dois sentidos importantes para os propósitos deste livro que, embora relacionados, devem ser considerados de forma distinta. O primeiro sentido é o da racionalidade compreendida como relações de causa e efeito. De acordo com o materialismo histórico analisamos a realidade tendo como princípio que ela possui uma racionalidade que se expressa por relações de causa e efeito imanentes às suas condições materiais e históricas. O segundo sentido que atribuímos ao termo racionalidade diz respeito aos efeitos esperados (de forma mais ou menos explícita) de um processo em relação aos efeitos que ele efetivamente provoca. Por exemplo, um efeito local de um processo pode ser extrapolado para o sistema como um todo sem que isto se verifique a partir de análises mais profundas, o que mostra a “irracionalidade” de tal extrapolação.

---

5 Capital, land, labour! However, capital is not a thing, but rather a definite social production relation, belonging to a definite historical formation of society, which is manifested in a thing and lends this thing to a specific social character. Capital is not the sum of the material and produced means of production. Capital is rather the means of production transformed into capital, which in themselves are no more capital than gold or silver in itself is money. It is the means of production monopolised by a certain section of society, confronting living labour-power as products and working conditions rendered independent of this very labour-power, which are personified through this antithesis in capital. It is not merely the products of labourers turned into independent powers, products as rulers and buyers of their producers, but rather also the social forces and the future [...] form of this labour, which confront the labourers as properties of their products. Here, then, we have a definite and, at first glance, very mystical, social form, of one of the factors in a historically produced social production process.” MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895], p. 568.

É com base no segundo sentido que atribuímos ao termo racionalidade que as discussões realizadas nos ensaios que compõem este livro nos leva a concluir que o capitalismo tem na busca pelo lucro não um elemento de racionalidade, mas um processo que acentua o seu caráter anárquico. Evidentemente, não procuramos demonstrar aqui que seja possível compreender a lógica da dinâmica capitalista sem considerar o lucro como o produto mais acabado das relações de produção no capitalismo. Por outro lado, o que, de certa forma, coloca os resultados discutidos nesses ensaios um tanto para além de Marx, é que eles indicam que Marx e, depois dele, em geral todos os seus seguidores, adotaram pressupostos que atribuem ao lucro uma capacidade de proporcionar uma coerência ao sistema capitalista que não pode ser por ele assegurada, mesmo que tendencialmente e de forma “anárquica”. Aparentemente a extraordinária eficácia produtiva permitida pelo capitalismo levou Marx a ver neste sistema social uma capacidade de promover uma eficiência alocativa, por meio da mobilidade do capital em função da taxa de lucro, que ele não pode possuir. Contribui para esta diferença de percepções, como brevemente discutimos na introdução deste ensaio, o contexto social em que ocorreram as discussões sobre as relações entre riquezas, valores e preços no seio do marxismo, as quais são formalizadas pelo problema da transformação de valores em preços. Como argumentado, o contexto social deste início do século XXI inspira a consideração nesta discussão de aspectos antes negligenciados. Dentre os mais importantes destes aspectos estão os graves problemas ambientais que se entrelaçam aos aspectos mais propriamente econômicos da crise das sociedades capitalistas, a ponto de certos autores denominarem tal crise de “socioecológica”<sup>6</sup>.

É importante salientar que vários autores<sup>7</sup> têm assumido posições que corroboram a tese de que a equalização das taxas do lucro não desempenha o papel central a ela atribuído no marxismo em geral no processo de formação dos preços. Diante das dificuldades para solucionar matematicamente o problema da transformação de valores em preços, os resultados de pesquisa apresentados por estes autores, de maneira geral, indicam que a impossibilidade da equalização da taxa de lucro é uma característica do capitalismo e não um problema da

---

6 HARRIBEU, J.-M., *La richesse, la valeur et l'inestimable. Fondements d'une critique socio-écologique de l'économie capitaliste*. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013.

7 O conteúdo deste parágrafo baseia-se nos trabalhos de Emmanuel Farjoun e Moshe Marchover, especialmente FARJOUN, E.; MARCHOVER, M. *Laws of Chaos: A Probabilistic Approach to Political Economy*. London: Verso Editions, 1983. Paul Cockshott e Allin Cottrell também têm sido contumazes críticos da necessidade da equalização da taxa de lucro, ver por exemplo COCKSHOT, P.; COTRELL, A. A note on the organic composition of capital and profit rates. *Cambridge Journal of Economics*, v. 27, 749-754, 2003.

teoria marxista do valor. Segundo esses autores, as taxas de lucro não tendem a um ponto de equilíbrio estático e único, mas a apresentar um equilíbrio dinâmico e estocástico, com algumas atividades se aproximando e outras se distanciando do ponto de equalização de acordo com o estado da economia. Assim, ao invés de convergir a um valor único, as taxas de lucro se comportariam de acordo com uma distribuição de probabilidade, apresentando um comportamento estocástico. Esta abordagem tem sido corroborada por muitos estudos empíricos realizados sobre dezenas de países, nos quais se constatou uma alta correlação entre, por um lado, os preços e, por outro, a composição orgânica do capital (proporção entre os valores monetários dos salários (capital variável) e dos insumos e máquinas (o capital constante), assim como um comportamento estocástico das taxas de lucro<sup>8</sup>.

As discussões realizadas nos ensaios deste livro convergem com a posição desses autores. Os resultados obtidos indicam que a equalização das taxas de lucro não pode ser considerada uma tendência estável nas economias capitalistas e menos ainda uma condição necessária para a formação dos preços. No entanto, ao mesmo tempo em que esta discussão nos leva a contestar a importância atribuída por Marx à equalização da taxa de lucro na análise das relações fundamentais entre riquezas, valores e preços, ela nos leva a corroborar algumas teses centrais sustentadas por Marx. Para Marx, é a própria dinâmica do capitalismo que o faz chegar aos seus limites, daí a necessidade da sua superação para o estabelecimento de um verdadeiro processo de emancipação humana. Esta tese é fortemente corroborada pelas discussões realizadas nos ensaios que compõem este livro. É possível, pois, que as discussões realizadas ao longo desses ensaios possam contribuir para abrir novas perspectivas para a elaboração de um projeto socialista. Mas, para que a pertinência dessas discussões possa ser devidamente considerada, duas condições são necessárias.

A primeira diz respeito à superação de certo “fetichismo do capital” observado no próprio Marx e no marxismo em geral, na medida em que atribuem à dinâmica de acumulação por meio do lucro, fonte do capital, propriedades que ela não pode possuir. Por outro lado, pensamos ser preciso superar este fetiche, sem assumir posições irracionalistas como as “pós-modernas”, de um aparente anticapitalismo radical, mas que nada mais são do que profundamente reacionárias na medida em que negam a existência de qualquer relação causal nos processos que regem a dinâmica das sociedades contemporâneas. Ora, a compreensão dessas relações é incontornável para a elaboração de qualquer projeto social que pretenda a

---

8 ZACHARIAH, D. Labour value and equalization of profit rates: a multi-country study. **Indian Development Review**, vol. 4, June 2006.

superação do capitalismo. Superar este fetichismo, sem aderir ao irracionalismo é, pois, um desafio importante que se coloca ao marxismo do século XXI. Enfim, a segunda condição para uma adequada apreciação da pertinência das discussões realizadas nos ensaios que compõem este livro é a de eliminar da crítica marxista à economia burguesa pressupostos que são estranhos aos próprios fundamentos do materialismo histórico, especialmente os relacionados às correntes neorcardianas que, a nosso ver, têm exercido uma influência nefasta sobre o marxismo.

E, para tudo isto é preciso avançar (sempre) “com Marx” e, (talvez um pouco) “para além de Marx”.

Em revisão

## 8 BIBLIOGRAFIA

ACHER, J.; GARDELLE, J. **Programmation linéaire**. Paris: Dunod, 1978.

AUGUSTO, L. G. S.; CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; FARIA, N. M. X.; BÚRIGO, A.C.; FREITAS, V.M.T.; GUIDUCCI FILHO, E. **Dossiê ABRASCO - Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 1 - Agrotóxicos, saúde, ambiente e sustentabilidade**. ABRASCO, Rio de Janeiro, junho de 2012. 2ª Parte.

BETTANIN, F. **A coletivização forçada da terra na URSS: Stálin e a “revolução pelo alto”**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1981.

BIHOUIX, P. **L'Age des low tech. Vers une civilization techniquement soutenable**. Paris: Seuil, 2014.

BORTKIEWCS, L. von, **On the correction of Marx's fundamental theoretical construction on the third volume of Capital**. Apêndice em BÖHM-BAWERK, E.; Karl Marx and the close of his system. New York: Augustus M. Kelley, 1949, p. 199-221.

BORTKIEWICZ, L. VON, **Value and Price in the Marxian System**. London: MacMillan and Company Ltd; New York: The MacMillan Company, 1952 [1907]

BOYER, R. **Théorie de la régulation. 1. Les fondamentaux**. Paris: La Découverte, 2004.

BOUKHARIENE, N.; PREOBRAJENSKY, I. **ABC of communism**. Detroit: The Marxian Educacional Society, vol I, 1921.

CHATTOPADHYAY, P. Socialism and Value Categories in Early Soviet Doctrine: Lenin, Trotsky, Bukharin, Preobrazhensky. In FREEMAN, A.; KLIMAN, A. (Org.) **The New Value Controversy and the Foundations of Economics**. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Limited, 2004.

CLOUSCARD, M. **Le capitalisme de la séduction: critique de la social-démocracie libérraire**. Paris: Éd. Sociales, 1981.

CNUCED. **Coup d'oeil sur les produits de base. Édition spéciale sur les terres rares**. N° 5, New York et Genève: Nations Unies, 2014.

COCKSHOTT, P. W; COTTRELL, A. A note on the organic composition of capital and profit rates. **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 27, 749-754, 2003.

DÜPPE, T. Koopmans in the Soviet Union. A travel report of the summer of 1965. *Journal of History of Economic Thought*, Vol. 38, Issue 1, 2016, p. 81-104.

FARJOUN, E.; MARCHOVER, M. **Laws of Chaos: A Probabilistic Approach to Political Economy**. London: Verso Editions, 1983.

FELIPE, F.; MCCOMBIE, J. S. L. The Aggregate Production Function: ‘Not Even Wrong’, **Review of Political Economy**, 26:1, 2014, 60-84.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard Economic Press, 1971.

GILLES LEPESANT, **La transition énergétique face au défi des métaux critiques**, Études de l’Ifri, Paris: Ifri, janvier 2018.

GRIBBIN, J. **Deep simplicity: bringing order to chaos and complexity**. New York: Random House, 2004.

GÜEMEZ, J.; FIOLHAIS, C. E FIOLHAIS, M., **Fundamentos de Termodinâmica do Equilíbrio**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1998.

GUERRIEN, B. **La théorie néo-classique. Bilan et perspectives du modèle d’équilibre général**. Paris: Économica, 1989.

GUERRIEN, B.; GUN, O. En finir, pour toujours, avec la fonction de production agrégée? Jesus Felipe and John S.L. MacCombie, The Aggregate Production Function: ‘Not Even Wrong’. **Revue de la regulation** [En ligne], 15, juin 2014, consultado em 20 de abril de 2017, URL: <https://regulation.revues.org/10802>

HARRIBEY, J.-M. Le travail productif dans les services non marchands: un enjeu théorique et politique. **Economie appliquée, an international journal of economic analysis**, Tomo LVII, n° 4, dezembro de 2004, p. 59-96

HARRIBEY, J.-M., **La richesse, la valeur et l’inestimable. Fondements d’une critique socio-écologique de l’économie capitaliste**. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013.



HARVEY, D.; REED, Social Science as the Study of Complex Systems. In KIEL, D. L.; ELLIOT, E. (Org.) **Chaos Theory in the Social Sciences**. Foundations and Applications. Michigan: The University of Michigan Press, 2004.

HUSSON, M. **La transformation de valeurs em prix. Contre Sraffa**. Auto-édition, 2014 (disponível em <http://hussonet.free.fr/bib82.pdf>).

HUSSON, M. **Misère du capital: Une critique du néolibéralisme**. Paris: Syros, 1996.

HUSSON, M. Fascination mathématique ou analyse économique: l'exemple de la transformation des valeurs em prix. **Note hussonet** n° 96, 23 mars 2016 (disponível em <http://hussonet.free.fr/>).

[HUSSON, M. Quand les économistes mainstream redécouvrent le profit. Alternatives économiques n° 382, setembro de 2018 \(disponível em https://www.alternatives-economiques.fr/michel-husson/economistes-mainstream-redécouvrent-profit/00085776?utm\\_source=emailing&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=NL\\_Quotidienne%252F03092018, acessado em 16 de outubro de 2018\).](https://www.alternatives-economiques.fr/michel-husson/economistes-mainstream-redécouvrent-profit/00085776?utm_source=emailing&utm_medium=email&utm_campaign=NL_Quotidienne%252F03092018)

JEVONS, S. **The theory of Political Economy**. New York: Augustus M. Keller, Bookseller (Reprints of economic classics), 1965 [1879].

KANTOROVICH, L. **The best use of economic resources**. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1965.

KAUFFMAN, S. A. **The Origins of Order. Self-organization and selection in evolution**. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993.

KUTATELADZE, S. S. Mathematics and economics of Leonid Kantorovich. **Siberian Mathematical Journal**, Vol. 53, N° 1, 2012, p. 1-12.

LAIBMAN, D. Rhetoric and Substance in Value Theory: an Appraisal of the New Orthodox Marxism. In FREEMAN, A.; KLIMAN, A.; WELLS, J. (Org.) **The New Value Controversy and the Foundations of Economics**. Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, Inc., 2004.

LARSEN, N.; NILGES, M.; ROBINSON, J.; BROWN, N. (Org.). **Marxism and the Critique of Value**. Chicago: MCM' Publishing, 2014.

- LOPES, T. C.; NEDER, H. D., Teoria da Programação e Economia Política: uma introdução alternativa a partir de Sraffa, Leontief e Lange. **EconomiA**, Vol. 8, Issue 2, p. 192-211, 2017.
- LUKÁCS, G. Qu'est-ce que le marxisme orthodoxe? In LUKÁCS, G. **Histoire et conscience de classe**. Paris: Éditions de Minuit, 1960.
- LUKÁCS, G. Meu caminho para Marx. In LUKÁCS, G. **Socialismo e democratização. Escritos políticos 1956-1971**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2008.
- LUKÁCS, G. **Prolégomènes à l'ontologie de l'être social**. Paris: Éd. Delga, 2009.
- LUKÁCS, G. **Ontologie de l'être social. Le travail, la reproduction**. Paris: Éd. Delga, 2011.
- LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social I**. São Paulo: Boitempo, 2012 (edição eletrônica).
- LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social II**. São Paulo: Boitempo, 2013 (edição eletrônica).
- MARX, K. **Contribution à critique de la philosophie du droit de Hegel. Introduction**. Paris: Entremonde, 2010 [1844].
- MARX, K. **Contribution a la critique de l'économie politique**. Paris: Éd. Sociales, 1972 [1859].
- MARX, K. O rendimento e suas fontes – A economia vulgar. In MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos**. (Coleção Os Pensadores, seleção de textos de José Arthur Giannotti), São Paulo: Abril Cultural, 1978 [1862]
- MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume I. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1867].
- MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume II. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1885]
- MARX, K. **The capital. A critique of Political Economy**. Volume III editado por Friedrich Engels. New York: International Publishers, on-line version: Marx.org. 1996, Marxists.org. 1999 [1895].
- MARX, K. **Glosas marginais ao Tratado de Economia Política de Adolfo Wagner**. Tradução de Evaristo Comán, Serv. Soc. Rev., vol. 13, nº 2, p. 170-179, jan/jun, 2011.

- MARX, K. **Grundrisse. Manuscritos econômicos de 1857-1858. Esboços da crítica da economia política.** São Paulo: Boitempo Editorial, Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2011.
- MARX, K. (1818-1883). **Crítica do Programa de Gotha.** Seleção, tradução e notas Rubens Enderle. - São Paulo : Boitempo, 2012.
- MAZOYER, M.; ROUDART. L. **Histoire des Agricultures du Monde. Du Néolithique à la Crise Contemporaine.** Paris:Éd. du Seuil, 1997.
- MÉSZÁROS, I. **Para além do capital. Rumo a uma teoria da transição.** São Paulo: Editorial Bomtempo. 2002
- MEYER, C. D. **Matrix analysis and applied linear álgebra.** Philadelphia: SIAM, 2000.
- MORISHIMA, M. **Marx's Economics. A Dual Theory of Value and Growth.** Cambridge: University Press, 1973
- MORISHIMA, M.; CATEPHORES, G. **-Valor, exploração e crescimento: Marx à Luz da Teoria Econômica Moderna.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.
- NOVOZHILOV, V. V. **Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning.** New York, White Plans (NY): International Arts and Sciences Press, 1970.
- PRIGOGINE, I. **Les lois du chaos.** Paris : Flammarion, 1993.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La nouvelle alliance. Métamorphose de la science.** Paris: Ed. Gallimard, 1986.
- RICARDO, D. **Princípios de economia política e de tributação.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983 [1817].
- ROSDOLSKY, R. **The making of Marx's 'Capital'.** London: Pluto Press Limited, 1977.
- SALAMA, P.; VALIER, J. **Une introduction à l'économie politique.** Paris: Maspero, 1973.
- SALAMA, P. A nouveau sur la transformation des valeurs en prix de production. **Cahiers d'économie politique**, n° 3, 1973, p. 77-88.
- SAMARY, C. Plan, Market and Democracy. The experience of the so-called socialist countries. **Notebooks for Study and Research**, N°7/8, 1988.
- SILVA NETO, B. Desenvolvimento sustentável: uma abordagem baseada em sistemas dissipativos. **Ambiente & Sociedade**, vol. 11, n. 1, p. 15-31, 2008.

SILVA NETO, B. **Sistemas agrários do Rio Grande do Sul. Análise e recomendações de políticas.** 2ª Edição. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2015.

SILVA NETO, B. **A questão agroecológica. Uma perspectiva ecosocialista.** Curitiba: Ed. CRV, 2017.

SILVA NETO, B. A promoção do desenvolvimento sustentável e a teoria marxista dos preços: uma análise da importância das rendas diferenciais. **Desenvolvimento em Questão.** Vol. 17, nº 43, p. 8-28, 2018.

SILVA NETO, B. Agroecologia e classes sociais. Uma abordagem baseada nas obras de György Lukács e Michel Clouscard. **Documento de trabalho**, 2018 (acessível em [www.beneweb.com.br](http://www.beneweb.com.br))

SRAFFA, P. **Production of commodities y means of commodities. Prelude to a critique of economic theory.** Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960].

STALIN, J. **Problemas Económicos do Socialismo na URSS.** Edição eletrônica. Para a História do Socialismo. Documentos. [1952] 2012 (disponível em [www.hist-socialismo.net](http://www.hist-socialismo.net), acessado em 12/07/2018).

STIGLITZ, J. E.; WALSH, C. E. **Introdução à Microeconomia.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003.

SWEEZY, P. M. **Teoria do desenvolvimento capitalista. Princípios de economia marxista.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1985 [1946].

TOMJO, **L'Enfer vert. Un projet pavé de bonnes intentions, suivi de Critique de la planification écologique.** Montreuil: L'Echappée, collection « Négatif », 2013.

WING, I. S. **Computable general equilibrium models and their use in economy-wide policy analysis: everything you ever wanted to know (but were afraid to ask).** MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Technical. Note nº 6. 2004.

ZACHARIAH, D. Labour value and equalization of profit rates: a multi-country study. **Indian Development Review**, vol. 4, June 2006.

## 9 APÊNDICES

### 9.1 Apêndice 1: A programação linear

A modelagem por meio da programação linear apresenta características matemáticas que possibilitam aplicações a sistemas econômicos muito mais amplas do que os usuais modelos baseados no cálculo da inversão de matrizes ou de autovalores. Ocorre que os modelos de programação linear não precisam ser elaborados por meio de matrizes quadradas (isto é, que possuem o mesmo número de linhas e de colunas). Embora também seja um método de aplicação do cálculo matricial, que requer matrizes quadradas, os métodos de programação linear geram automaticamente variáveis que preenchem a matriz para torná-la tratável matematicamente. Uma consequência deste procedimento, que também representa uma grande vantagem na modelagem, é que os modelos podem ser formulados por meio de inequações, o que permite considerar alternativas técnicas que não necessariamente integrarão a solução fornecida pelo modelo. Isto permite a modelagem de genuínos processos de escolha, o que, por sua vez, é viabilizado pelo fato da programação linear se constituir em um método de otimização.

Outra grande vantagem é a robustez matemática das soluções obtidas pelos métodos de cálculo empregados pela programação linear, os quais são facilmente realizados até mesmo por computadores de modesta capacidade de processamento. Assim, todos os modelos formulados neste ensaio podem ser resolvidos por meio do suplemento de programação matemática presente nos aplicativos de planilha eletrônica usualmente adotados (por exemplo, pelo comando “Solver” do Microsoft Excel e do LibreOffice Calc). Em alguns raros casos, as planilhas eletrônicas apresentam soluções apenas aproximadas. O programa LpSolve, disponível em livre acesso em <https://sourceforge.net/projects/lpsolve/> fornece soluções mais precisas (recomendamos empregar a linguagem LINDO, a qual é muito próxima da forma como os exemplos numéricos são apresentados no ensaio) e pode ser empregado para a modelagem de problemas de grandes dimensões (dezenas de milhares de variáveis e expressões).

Um modelo de aplicação da programação linear à análise econômica pode ser formulado de forma genérica da seguinte maneira:

Maximizar a função objetivo  $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

Sujeita às restrições

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{n1}x_n \leq b_1$$

$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{n2}x_n \leq b_2$$

...

$$a_{1m}x_1 + a_{2m}x_2 + \dots + a_{nm}x_n \leq b_m$$

onde,

$Z$  = soma do resultado econômico

$x$  = atividades (1 a  $n$ )

$c$  = resultados econômicos das atividades (1 a  $n$ )

$a$  = necessidades de recursos das atividades (1 a  $n$ )

$b$  = recursos disponíveis (1 a  $m$ )

Uma forma mais sintética de formular um problema de programação linear pode ser elaborada por meio de vetores e matrizes. Assim, a formulação acima ficaria,

Maximizar função objetivo  $Z = cx$

Sujeita às restrições

$$Ax \leq b$$

onde,

$c$  = vetor dos resultados econômicos

$x$  = vetor de atividades

$A$  = matriz de coeficientes técnicos

$b$  = vetor de recursos disponíveis

Ao invés de procurar maximizar a função objetivo, pode-se pretender minimizá-la. Neste caso pelo menos uma das restrições deve ser limitante à convergência da solução para zero, o que normalmente é feito por uma restrição “ $\geq b$ ” (e não apenas “ $\leq b$ ”, como no problema de maximização).

A solução do modelo seleciona as variáveis  $x_n$ , e fornece os seus valores que maximizam a função objetivo. As variáveis  $x_n$  selecionadas compõem a “base ótima” da solução do problema. Se não houver uma mudança na composição da base ótima da solução, a

variação do valor da função objetivo  $Z$  é linear em relação à variação dos coeficientes  $b_m$  das restrições. Com a mudança da base ótima, a declividade da reta que descreve o comportamento da solução em relação à variação dos coeficientes  $b_m$  das restrições é alterada.

Uma forma precisa de saber quais restrições são ativas na seleção e determinação dos valores das variáveis  $x_n$  é por meio da dedução de um problema denominado “dual” a partir do problema descrito acima, denominado “primal”. O problema dual possui as seguintes características,

- a) se a função objetivo do primal é de maximização, a do dual é de minimização, e vice-versa;
- b) se as restrições do primal são do tipo  $<$ , as do dual são do tipo  $>$ , e vice-versa;
- c) os coeficientes dos recursos disponíveis (restrições) do primal são os coeficientes da função objetivo do dual;
- d) os coeficientes da função objetivo do primal são os coeficientes das restrições do dual;
- e) o número de restrições do primal é igual ao número de variáveis do dual;
- f) o número de variáveis do primal é igual ao número de restrições do dual.
- e) os resultados totais das funções objetivo do dual e do primal têm o mesmo valor.

Aplicando estas regras, a formulação do problema dual do modelo é,

$$\text{Minimizar } D = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_my_m$$

Sujeito às restrições

$$a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1m}y_m \geq c_1$$

$$a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2m}y_m \geq c_2$$

...

$$a_{n1}y_1 + a_{n2}y_2 + \dots + a_{nm}y_m \geq c_n$$

onde, além das variáveis definidas no problema primal,

$y_m$  = variação marginal da função objetivo do problema primal pela alteração da restrição  $b_m$

A solução do problema dual possui uma interpretação econômica importante. Assim, enquanto os valores das variáveis selecionadas para compor a solução do problema primal correspondem ao nível ótimo das atividades, o valor das variáveis da solução dual fornece a variação marginal dos coeficientes do lado direito das restrições (do problema primal). Em outras palavras, a solução do problema dual fornece o quanto aumentaria o resultado da função objetivo do problema primal se houvesse a disponibilidade de uma unidade a mais do recurso representado pelo coeficiente de uma dada restrição (também do problema primal), considerada isoladamente.:

Esta interpretação suscitou um enorme entusiasmo dos neoclássicos pela programação linear. Aparentemente ela aporta uma evidência incontestável da abordagem marginalista da formação dos preços por eles defendida. No entanto, logo as contradições ficaram claras. Para que o problema dual possa fornecer os preços, a função objetivo do problema primal deve ser formulada considerando a utilidade dos produtos em termos físicos, mas por meio de uma unidade comum. Mas a utilidade é uma noção subjetiva. Não é possível encontrar uma unidade comum para comparar a utilidade de dois produtos de consumo final e menos ainda de meios de produção e de recursos naturais. O argumento normalmente avançado pelos neoclássicos é que não é a utilidade em si, mas a utilidade marginal que define a verdadeira utilidade de um produto. Mas a utilidade marginal não pode ser empregada para formular a função objetivo do problema primal, na medida em que ela deveria ser fornecida pela solução do problema dual, correspondendo assim aos preços. Vale assinalar, no entanto, que muito antes do desenvolvimento da programação linear os neoclássicos já se debatiam com o problema da falta de uma medida comum para a utilidade. Stanley Jevons, um dos primeiros teóricos neoclássicos, já em 1870 chega a indicar que a utilidade poderia ser medida negativamente, por meio da “desutilidade” do trabalho, afirmando que isto colocaria sua teoria em uma forma mais geral, ao dizer que,

“Eu tenho expressado o sentimento em mais do que um lugar que toda a teoria poderia provavelmente ter sido colocada em uma forma mais geral tratando o trabalho como uma desutilidade, e assim colocando-a sob as ordinárias equações de troca.”<sup>5</sup>

Evidentemente, esta possibilidade foi descartada pelos neoclássicos, pois ela implicaria no abandono da sua crítica à consideração do trabalho como fundamento do valor, o que os impediria de fazer a vergonhosa apologia do capitalismo que lhes é característica.

A redundância da teoria dos preços proposta pelos neoclássicos revelada pela programação linear fez com ela ~~fosse~~ praticamente ~~por eles~~ fosse abandonada por eles para a análise da determinação dos preços, que procuraram outras abordagens matemáticas (sempre problemáticas) para elaborar seus modelos de equilíbrio. A programação linear ficou confinada a problemas microeconômicos, nos quais os valores da solução dual são calculados a partir dos valores monetários que constam no problema primal. É por esta razão que os

5 “I have expressed a feeling in more than one place that the whole theory might probably have been put in a more general form by treating labour as a negative utility, and thus bringing it under the ordinary equations of exchange.” JEVONS, S. **The theory of Political Economy**. New York: Augustus M. Keller, Bookseller (Reprints of economic classics), 1965, prefácio à segunda edição de 1879.



neoclássicos denominam de “preços sombra” os que são definidos pelo problema dual, isto é, são preços que, de acordo com os neoclássicos, não são verdadeiros preços, mas apenas uma (fantasmagórica) “sombra” dos preços.

Mesmo um economista neoclássico de grande prestígio, como Tjalling Charles Koopmans, que viria a ganhar o prêmio Nobel de economia em 1975 justamente por suas pesquisas sobre modelos de “análise de atividades” (como os neoclássicos em geral denominam a programação linear), não sabia ao certo como interpretar os multiplicadores de Lagrange (os valores duais em seu sentido matemático). Expressando a opinião geral dos economistas, Koopmans admitia que os multiplicadores de Lagrange podiam, mas não deviam (!), ser identificados como preços. Na dúvida entre denomina-los de “valores” (um termo definitivamente fora de moda entre os neoclássicos) e “preços sombra”, finalmente decidiu por esta última expressão<sup>6</sup>.

Vale salientar que os “preços sombra” fornecidos pela solução do problema dual são bastante úteis do ponto de vista microeconômico. Por exemplo, um agricultor pode definir se a produtividade marginal de suas terras justifica economicamente o arrendamento de mais área, dado o preço do arrendamento. Mas de um ponto de vista macroeconômico (no qual os preços são definidos), os preços da terra (ou do seu arrendamento) não podem ser definidos com base na sua utilidade, por esta não poder ser expressa de forma consistente na função objetivo do problema primal. As contradições discutidas ao longo do primeiro ensaio relativas ao papel do lucro na definição dos preços possuem essencialmente essa mesma natureza.

---

6 DÜPPE, T. **Koopmans in the Soviet Union. A travel report of the summer of 1965.** Journal of History of Economic Thought, Vol. 38, Issue 1, 2016, p. 81-104.

## 9.2 Apêndice 2: A análise de Bortkiewicz do problema da transformação

Em um artigo publicado originalmente em 1907, cujas conclusões foram aceitas por muitos marxistas, Ladislau Bortkiewicz<sup>7</sup>, considerando os setores de produção de bens de consumo (consumidos pelos trabalhadores), de produção (meios de produção) e de luxo (consumidos pelos capitalistas), formalizou o problema da transformação a partir dos esquemas de reprodução simples de Marx como,

Reprodução simples em valor (dados de entrada)

$$\text{Departamento I: } c_1 + v_1 + m_1 = c_1 + c_2 + c_3 \quad (01)$$

$$\text{Departamento II: } c_2 + v_2 + m_2 = v_1 + v_2 + v_3 \quad (02)$$

$$\text{Departamento III: } c_3 + v_3 + m_3 = m_1 + m_2 + m_3 \quad (03)$$

Reprodução simples em preços

$$\text{Departamento I: } c_1 x + v_1 y + r (c_1 x + v_1 y) = (c_1 + c_2 + c_3) x \quad (04)$$

$$\text{Departamento II: } c_2 x + v_2 y + r (c_2 x + v_2 y) = (v_1 + v_2 + v_3) y \quad (05)$$

$$\text{Departamento III: } c_3 x + v_3 y + r (c_3 x + v_3 y) = (m_1 + m_2 + m_3) z \quad (06)$$

ou

$$(1 + r) (c_1 x + v_1 y) = (c_1 + c_2 + c_3) x \quad (07)$$

$$(1 + r) (c_2 x + v_2 y) = (v_1 + v_2 + v_3) y \quad (08)$$

$$(1 + r) (c_3 x + v_3 y) = (m_1 + m_2 + m_3) z \quad (09)$$

Considerando o total do valor em unidades de trabalho igual ao total do valor em unidades monetárias (calculado pelos preços), temos

$$(c_1 + c_2 + c_3) + (v_1 + v_2 + v_3) + (m_1 + m_2 + m_3) = (c_1 + c_2 + c_3) x + (v_1 + v_2 + v_3) y + (m_1 + m_2 + m_3) z \quad (10)$$

E considerando o total da mais valia, obtida sobre o capital variável em valor, igual ao total do lucro, obtido sobre o total do capital em moeda, temos

$$v_1 tm + v_2 tm + v_3 tm = (c_1 x + v_1 y) r + (c_2 x + v_2 y) r + (c_3 x + v_3 y) r \quad (11)$$

7 BORTKIEWICS, L. von, On the correction of Marx's Fundamental Theoretical Construction in the Third Volume of Capital. In Sweezy, P. M. (Ed.) **Karl Marx and the close of his system**. New York: Augustus Kelley, 1949, pp.197-221.

onde,

$c$  = capital constante;

$v$  = capital variável;

$m$  = mais valia (igual aos produtos consumidos pelos capitalistas);

$x$  = fator de correção para converter valores em preços dos produtos gerados pelo departamento de meios de produção;

$y$  = fator de correção para converter valores em preços dos produtos gerados pelo departamento de produtos consumidos pelos trabalhadores;

$z$  = fator de correção para converter valores em preços dos produtos gerados pelo departamento de produtos consumidos pelos capitalistas;

$r$  = taxa de lucro;

$tm$  = taxa de mais valia.

Os valores do capital constante e do capital variável nos departamentos I e II são dados de entrada, assim como a taxa de mais valia relacionada aos valores do departamento III, desde que satisfaçam as condições de reprodução simples. Assim, a partir destas variáveis exógenas, o problema da transformação de valores em preços consiste em encontrar os coeficientes de preços e a taxa de lucro que respeitam as condições especificadas pelas equações descritas nas expressões 07 a 11. Bortkiewicz<sup>8</sup> demonstra que, com a equalização das taxas de lucro, as equações 10 e 11 não podem ser satisfeitas simultaneamente.

Um exemplo numérico, empregado por Bortkiewicz utilizando esquemas de reprodução de Marx, pode contribuir para a compreensão desses resultados. A reprodução do sistema econômico em valores é descrita pela tabela 1.

Tabela 1: Reprodução do sistema econômico em valores.

Departamento	Capital constante	Capital variável	Mais valia	Total	Taxa de mais valia
I	225	90	60	375	66,67%
II	100	120	80	300	66,67%
III	50	90	60	200	66,67%
Total	375	300	200	875	

Fonte: Marx (1895) apud Bortkiewicz (1907).

Aplicando aos dados da tabela 1 as equações descritas pelas expressões 1 a 9, assim como a expressão 10 que assegura que o total dos valores em tempo de trabalho seja igual ao

8 BORTKIEWCS, L. von, **Value and Price in the Marxian System**. London and New York: MacMillan and Company Ltd., 1952 [1907].

dos valores monetários (obtidos pelos preços), com a equalização da taxa de lucro, foram obtidos os preços dos produtos dos departamentos I (0,9334 unidades) e II (1,12 unidades), e a taxa de lucro (25%). Estes resultados foram empregados para a elaboração da tabela 2.

Tabela 2: Reprodução do sistema econômico em preços considerando a equalização das taxas de lucro com a igualdade entre massa de mais valia e a de lucros.

Departamento	Capital constante	Capital variável	Lucro	Total	Taxa de lucro
I	252	84	84	420	25,00%
II	112	112	56	280	25,00%
III	56	84	35	175	25,00%
Total	420	280	175	875	

Fonte: elaborado pelo autor a partir do procedimento de Bortkiewicz (1906).

Comparando as tabelas 1 e 2, observa-se que os totais dos valores em tempo de trabalho e dos valores monetários são iguais (875 unidades), mas a mais valia total (200 unidades) é diferente do lucro total (175 unidades). Aplicando agora as equações 1 a 9 e a equação 11, que impõe que a massa total da mais valia seja igual ao total dos lucros, aos dados da tabela 1 foram obtidos os preços dos produtos do departamento I (1,067 unidades), do departamento II (1,28 unidades) que equalizam a taxa de lucro (25%). Estes resultados são mostrados na tabela 3.

Tabela 3: Reprodução do sistema econômico em preços considerando a equalização das taxas de lucro com a igualdade entre o total do valor em tempo de trabalho e o tempo total valor monetário.

Departamento	Capital constante	Capital variável	Lucro	Total	Taxa de lucro
I	288	96	96	480	25,00%
II	128	128	64	320	25,00%
III	64	96	40	200	25,00%
Total	480	320	200	1000	

Fonte: elaborado pelo autor.

Comparando os resultados dados da tabela 1 com os resultados mostrados na tabela 3 observa-se que agora é o valor total em tempo de trabalho (875 unidades) que difere do valor monetário total (1000 unidades). As duas simulações, portanto, mostram que a igualdade do

total da mais valia e dos lucros não pode ocorrer simultaneamente a igualdade do total do valor em tempo de trabalho e do valor monetário.

A partir desses resultados Bortkiewicz afirma que o valor não é um elemento essencial para a determinação dos preços, na medida em que estes poderiam ser definidos a partir de preços já formados, sem prejuízos para a análise econômica. Surpreendentemente, tal interpretação foi, pelo menos no que diz respeito aos seus fundamentos, aceita por muitos marxistas<sup>9</sup>.

Mas é a disparidade entre valores em tempo de trabalho e valores monetários observada por Bortkiewicz apenas indica que não é possível conservar as mesmas condições de produção ao longo do processo de equalização das taxas de lucro. Isto porque o processo de equalização das taxas de lucro só pode ocorrer a partir da reorientação dos investimentos realizadas pelos capitalistas as quais só podem se basear em preços já formados. E o único processo fundamental de formação de preços coerente com a teoria do valor de Marx é o que fornece o total do valor em tempo de trabalho diretamente aplicado a produção (trabalho “vivo”) correspondente ao total do valor agregado monetário. Este processo gera preços eficientes, isto é, que permite a realização da produção de acordo com a demanda social com um mínimo de tempo de trabalho, dadas as condições técnicas de produção. Neste caso, qualquer ajuste dos preços implica em aumento do tempo de trabalho necessário. Portanto, a impossibilidade de encontrar uma solução das equações 1 a 9 que satisfaça simultaneamente as equações 10 e 11 não implica em qualquer contradição da teoria do valor de Marx. Ela pode implicar apenas que a taxa de lucro é um critério ineficiente para a alocação dos recursos produtivos. Isto pode ser ilustrado por meio do modelo discutido no terceiro ensaio (“Valores e preços em Marx”), na seção em que foi analisada a transformação de valores em preços sem modificação das quantidades produzidas, na qual os preços são ajustados a partir de condições de produção fixas. O problema primal do modelo é,

$$\text{Minimizar } 2a + 10b + k + z \quad (9.1)$$

Sujeito à restrições

$$\text{demanda produto final a) } a \geq 70 \quad (9.2)$$

$$\text{demanda produto final b) } b \geq 30 \quad (9.3)$$

$$\text{demanda meio prod. z) } -5a - 10b + k - 0.04z \geq 0 \quad (9.4)$$

$$\text{demanda meio prod. k) } -a - b - 2k - z \geq 0 \quad (9.5)$$

$$\text{demanda recurso natural) } 4z \leq 6087 \quad (9.6)$$

9 SWEEZY, P. M. **Teoria do desenvolvimento capitalista**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1985, p. 96-102.

E o problema dual do modelo é,

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } 70 pa + 30 pb - 0 pk - 0 pz - 6087 pr & (9.7) \\ & \text{Sujeito às restrições} \end{aligned}$$

$$a) \quad pa - 5 pk - pz \leq 2 \quad (9.8)$$

$$b) \quad pb - 10 pk - pz \leq 10 \quad (9.9)$$

$$k) \quad pk - 2 pz \leq 1 \quad (9.10)$$

$$z) \quad -0.04 pk + pz - 4 pr \leq 1 \quad (9.11)$$

A reprodução social em riquezas e em valores monetários obtida a partir da solução do modelo é descrita, respectivamente, nas tabelas 9 1 e 9 2.

Tabela 9 1: Reprodução do sistema econômico em termos de riqueza nas condições iniciais.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Trabalho
Recurso natural				6.086,96	
Meio de produção z	6.086,96		60,87	1.521,74	1.521,74
Meio de produção k		1.421,74		710,87	710,87
Produto final a		70,00	350,00	70,00	140,00
Produto final b		30,00	300,00	30,00	300,00
Total	6.086,96	1.521,74	710,87		2.672,61
Excedente	0,00	0,00	0,00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 2: Reprodução do sistema econômico em valores monetários, condições iniciais.

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Valores monetários	Valor agregado	Composição orgânica
Recurso natural				0,00		
Meio de produção z	0,00		198,49	1.720,23	1.521,74	26,09%
Meio de produção k		1.607,18		2.318,05	710,87	452,17%
Produto final a		79,13	1.141,30	1.360,43	140,00	1743,48%
Produto final b		33,91	978,26	1.312,17	300,00	674,78%
Total	0,00	1.720,23	2.318,05	6.710,89	2.672,61	
Excedente	0	0	0			

Fonte: elaborado pelo autor.

Nas tabelas 9 1 e 9 2 se pode observar que as condições de reprodução ocorrem de acordo com a teoria do valor de Marx, ou seja, os valores em tempo de trabalho aplicados para cada atividade, mostrados na tabela 9 1, correspondem aos valores agregados monetários, mostrados na tabela 9 2. É importante observar que, nestas condições a composição orgânica do capital são diferentes entre as atividades, como mostra a tabela 9 2, do que resulta que as taxas de lucro também o são, anteriormente ao processo de equalização das taxas de lucro.

Porém, como mostrado no terceiro ensaio, com a equalização das taxas de lucro, a composição orgânica do capital também se equaliza, com o esquema de reprodução em termos monetários passando a ser o apresentado na tabela 9 3.

Tabela 9 3: Reprodução em valores monetários após a equalização das taxas de lucro sem alteração das quantidades produzidas

	Recurso natural	Meio de produção z	Meio de produção k	Produto	Valor monetário total	Valor agregado	Composição orgânica
Recurso natural					0,00		
Meio de produção z	0,00		124,80	124,80	441,23	316,43	78,88%
Meio de produção k		412,23		412,23	1.457,46	1.045,23	78,88%
Produto final a		20,30	717,59	737,89	2.607,73	1.869,84	78,88%
Produto final b		8,70	615,08	623,77	2.204,47	1.580,69	78,88%
Total	0,00	441,23	1.457,46	1.898,69	6.710,89	4.812,20	
Exced.	0,00	0,00	0,00				

Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados mostrados nas tabelas 9 1, 9 2 e 9 3 indicam claramente que, mesmo na ausência da modificação das quantidades produzidas (o que só pode se realizar sem alternativas técnicas de produção), o processo de equalização dos preços, quando desencadeado a partir de capitais com diferentes composições orgânicas, só pode ocorrer com um aumento dos preços. O problema é que a única forma de manter a paridade entre o total do valor em tempo de trabalho e o total do valor monetário, de forma a promover a equalização das taxas de lucro é por meio da contratação de mais trabalho. No caso da existência de alternativas técnicas que permitam a modificação nas quantidades produzidas, o aumento da composição orgânica do capital ocorre pela adoção de técnicas que exigem mais trabalho, com o tempo de trabalho diretamente aplicado correspondendo ao valor agregado monetário

apenas em termos globais. Na ausência de tais alternativas, ocorreria apenas a contratação de mais assalariados, com o tempo de trabalho diretamente aplicado correspondendo ao valor agregado monetário em cada atividade. Com analisado no terceiro ensaio deste livro, ambos os processos de equalização são contraditórios com a concorrência que os capitalistas praticam entre si por meio do aumento da produtividade.

Em revisão



### 9.3 Apêndice 3: Os processos econômicos da equalização da taxa de lucro propostos por Salama e Valier.

No capítulo X d'O Capital, Marx afirma que a concorrência entre os capitalistas é o processo econômico responsável pela equalização das taxas de lucro. Neste capítulo, Marx discorre longamente sobre as relações entre a oferta e a demanda, procurando mostrar como esta determina os valores e os preços de mercado, de acordo com os investimentos e as condições de produção que determinam a oferta. No entanto, Marx não é claro sobre qual processo econômico, determinado pela concorrência, resulta na tendência à equalização das taxas de lucro no capitalismo.

Evidentemente, tal concorrência ocorre devido a procura de investimentos pelos capitalistas em atividades que lhes proporcionam as maiores taxas de lucro. Logicamente, como o valor corresponde ao tempo de trabalho, as atividades desenvolvidas a partir de mais capital variável em relação ao capital constante proporcionam maiores taxas de lucro, isto levaria os capitalistas a investir prioritariamente em atividades com menor composição orgânica do capital.

Para Pierre Salama e Jacques Valier<sup>1</sup>, porém, o processo econômico que tende a equalizar as taxas de lucro é o aumento da produtividade provocada pela concorrência entre os capitalistas. Acertadamente, os autores observam que a procura sistemática pelos capitalistas por atividades com menor composição orgânica do capital seria contraditória com a dinâmica do capitalismo, na medida em que implicaria em uma progressiva diminuição da produtividade do trabalho e da acumulação de capital. No entanto, a tentativa dos autores em demonstrar como o aumento da produtividade pode provocar uma tendência a equalização das taxas de lucro é pouco consistente.

A observação das tabelas mostradas por Marx, no entanto, parece corroborar a posição dos autores. Essas tabelas mostram que o processo de equalização das taxas de lucro implica em uma redistribuição da mais valia em favor das atividades com menor composição orgânica do capital. Isto pode ser observado na tabela 1, a qual sintetiza os resultados discutidos por

---

<sup>1</sup> SALAMA, P.; VALIER, J. **Une introduction à l'économie politique**. Paris: Maspero, 1973, p. 17-31. Mais detalhes são fornecidos em SALAMA, P. A nouveau sur la transformation des valeurs en prix de production. **Cahiers d'économie politique**, n° 3, 1973, p. 77-88.

Marx. Esses resultados corroboram a posição de Salama e Valier, segundo a qual o processo de equalização faria com que os capitais fossem investidos nos setores mais mecanizados em detrimento dos setores “retardatários” da economia (como se expressam os autores), o que parece ser uma crença genericamente assumida entre muitos marxistas.

Tabela 1: Equalização das taxas de lucro por meio da aplicação de capitais com diferentes composições orgânicas.

	Capital I	Capital II	Capital III	Capital IV	Capital V	Total	Média
Capital constante	80	70	60	85	95	390	78
Capital variável	20	30	40	15	5	110	22
Taxa de mais valia	100%	100%	100%	100%	100%		
Mais valia	20	30	40	15	5	110	22
Taxa de lucro	20%	30%	40%	15%	5%	110,00%	22,00%
Capital consumido	50	51	51	40	10		
Valor das mercadorias	90	111	131	70	20	422	84,4
Preço de custo	70	81	91	55	15		62,4
Preço das mercadorias	92	103	113	77	37	422	84,4
Taxa de lucro	22%	22%	22%	22%	22%		
Preço – valor	2	-8	-18	7	17	0	

Fonte: MARX, K. O Capital, vol. III, p. 114-116.

Uma primeira dificuldade que surge com esta interpretação é que, como mostrado no ensaio “Valores e preços em Marx”, a tabela 1 corresponde apenas ao primeiro ciclo de equalização das taxas de lucro. Isto porque os preços dos meios de produção resultantes deste primeiro ciclo de equalização devem ser considerados no cálculo do valor monetário dos produtos de consumo final, do que resulta em taxas de lucro não equalizadas, mas com as composições orgânicas dos capitais tendendo a se equalizar por meio de seu aumento. E é a progressão do aumento da composição orgânica dos capitais (as quais passam a convergir) que leva, ao longo dos ciclos, as taxas de lucro a se equalizar.

Como Marx, Salama e Valier consideram que os preços de mercado variam em torno dos valores de mercado, os quais correspondem ao valor médio das mercadorias. Os desvios dos preços de mercado em relação aos valores de mercado devem-se as relações entre a oferta e a demanda em condições de desequilíbrio. Assim, nas condições em que a quantidade ofertada corresponde à demandada, os preços de mercado corresponderiam aos valores de mercado.

Os valores de mercado, de acordo com Marx e tomados como base para o raciocínio de Salama e Valier, correspondem ao valor das mercadorias definido pelas condições médias de produção. Assim, a consideração do preço das mercadorias como correspondentes aos seus valores médios ocorre mesmo em condições heterogêneas de produção. São nestas condições que os capitais investidos por meio de técnicas que proporcionam menores produtividades do trabalho se reorientariam para técnicas que permitiriam maior produtividade, na medida em que estas proporcionariam maiores taxas de lucro. Neste sentido, seriam as rendas diferenciais proporcionadas pelo aumento da produtividade, segundo Salama e Valier, que provocariam a tendência à equalização das taxas de lucro nas condições definidas por Marx, segundo as quais a taxa de mais valia seria uniforme em todas as atividades. E, segundo, os autores, o mesmo se verificaria entre setores de produção diferentes.

Este raciocínio, porém, é insustentável. Em primeiro lugar, conforme mostrado no ensaio “Valores e preços em Marx”, em condições de produção heterogêneas o preço deve corresponder ao valor marginal determinado pelo custo unitário proporcionado pela condição em que este é mais alto, dentre as necessárias para satisfazer a demanda, e não ao valor médio, definido pelas condições médias de produção (consideradas como “normais”). Isto porque os preços correspondentes aos valores marginais são os únicos que podem assegurar a satisfação da demanda de maneira estável. Apenas em condições homogêneas, nas quais os valores marginais correspondem matematicamente aos valores médios, os preços correspondem a estes, sendo inelásticos às quantidades produzidas. Mas nestas condições, evidentemente, não há diferenças de produtividade que poderiam provocar a realocação dos capitais.

Em segundo lugar, o aumento da taxa de lucro provocado pelo aumento da produtividade do trabalho só pode ocorrer por meio de uma maior exploração do trabalho, ou seja, pelo aumento da taxa de mais valia, que ela pode facilitar, e não pelo simples aumento do lucro em termos absolutos. Se os ganhos de produtividade são repartidos entre capitalistas e trabalhadores de forma que a taxa de mais valia se mantenha a mesma, as taxas de lucro também permanecem inalteradas. Isto pode ser evidenciado considerando que,

$$VA = p Q - C \quad (1)$$

$$S = x VA \quad (2)$$

$$L = (1-x) VA \quad (3)$$

onde,

$VA$  = valor agregado

$x$  = proporção do valor agregado correspondente aos salários

$S$  = salários

$L$  = lucro

Considerando agora,

$$tm = \frac{[(1-x)VA]}{(xVA)} = \frac{(1-x)}{x} \quad (4)$$

onde, além das variáveis já descritas,

$tm$  = taxa de mais valia

o que mostra que a taxa de mais valia é independente do valor agregado.

Quando à taxa de lucro, temos,

$$tl = \frac{(1-x)VA}{(xVA+C)} = \frac{(1-x)VA}{(x+\frac{C}{VA})VA} = \frac{1-x}{x+\frac{C}{VA}} \quad (5)$$

onde, além das variáveis já descritas,

$tl$  = taxa de lucro

Considerando que a quantidade de meios de produção corresponde a uma proporção fixa em relação à produção,  $\frac{C}{VA}$  é constante, o que torna a taxa de lucro independente do valor agregado.

Considerando que os preços permanecem constantes devido ao caráter microeconômico da realocação dos investimentos (pois se estes se generalizarem, os preços diminuem com o aumento global da produtividade), há um aumento no valor agregado auferido pelo capitalista individualmente, as expressões 4 e 5 mostram que nem a taxa de mais valia e nem a taxa de lucro se modificariam. Por outro lado, a taxa de lucro aumenta quando a produtividade se eleva e os salários se mantêm constantes (o que ocorre se o capitalista se apropria diretamente da renda diferencial, que é o que o motiva a aumentar a produtividade do trabalho).

Estes resultados são ilustrados na tabela 2. Como pode ser observado comparando-se as duas primeiras colunas desta tabela, o aumento da produção, correspondente a um aumento da produtividade, na medida em que o número de trabalhadores permanece constante, não provoca modificação alguma se a taxa de mais valia permanece a mesma. Por outro lado, no caso em que o salário é mantido constante, como mostrado nas duas colunas mais à direita da

tabela 2, o aumento da produção pode provocar uma elevação das taxas de lucro, assim como das taxas de valia. É interessante observar que, neste caso, mesmo que o aumento da produtividade fosse obtido por uma moderada substituição de trabalhadores por máquinas, acompanhado por um aumento dos salários (também moderado de forma que a taxa de mais valia se eleve), isto permitiria uma elevação da taxa de lucro.

Tabela 2: Efeito da produtividade sobre a taxa de lucro, com mais valia constante e com salários constantes

	Taxa de mais valia constante		Salário constante	
	Situação Inicial	Situação final	Situação Inicial	Situação final
Produção	100	200	100	200
Preço do produto	2	2	2	2
Valor monetário da produção	200	400	200	400
Meio de produção/produto final	50%	50%	50%	50%
Meio de produção	50	100	50	100
Preço do meio de produção	1	1	1	1
Valor monetário meio de produção	50	100	50	100
Valor agregado	150	300	150	300
Mais valia/valor agregado	20%	20%	20%	60%
Lucro	30	60	30	180
Salários	120	240	120	120
Taxa de mais valia	25%	25%	25%	150%
Taxa de lucro	17,65%	17,65%	17,65%	81,82%
Composição orgânica	42%	42%	42%	83%

Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados discutidos nos parágrafos anteriores mostram claramente que a equalização das taxas de lucro com a manutenção da taxa de mais valia (condição definida por Marx no capítulo IX d'O Capital) não pode ser obtida pelo aumento da produtividade decorrente da concorrência capitalista. Assim, o processo econômico responsável pela tendência à equalização das taxas de lucro é a procura pelos capitalistas de aumentar o seu lucro orientando os seus investimentos para atividades com menor composição orgânica do capital. Obviamente, estes dois processos – investimentos em atividades com maior produtividade e em atividades com menor composição orgânica do capital - decorrem da concorrência capitalista. Mas eles são de natureza distinta, possuindo efeitos antagônicos sobre o processo de equalização das taxas de lucro. O aumento da produtividade, centrado na geração de rendas diferenciais, provoca uma diferenciação das taxas de mais valia entre as atividades gerando um aumento e não uma diminuição das diferenças entre as taxas de lucro

(aliás, é justamente por esta razão é que as rendas originam “super lucros”). Já a orientação dos investimentos para atividades com menor composição orgânica do capital tendem a provocar uma diminuição da produtividade global, provocando uma tendência à equalização das taxas de lucro.

É possível que o pressuposto normalmente observado entre os autores que analisam o problema da transformação de que a concorrência capitalista tenderia a equalizar as taxas de lucro se baseie no aumento da produtividade que tal concorrência tende a provocar. É possível, também, que a crença de que a maximização do lucro pelos capitalistas se constitui em um critério de decisão eficiente na determinação dos preços se baseie na noção, assumida pelos marxistas de maneira vaga mas generalizada, de que a equalização da taxa de lucro se baseie no aumento da produtividade. Assim, Salama e Valier apenas procuraram explicitar o que a grande maioria dos marxistas considera como algo óbvio por si mesmo. Neste sentido, estes autores permitem que seja apontado dois problemas comuns entre os economistas que tratam do problema da transformação. O primeiro destes problemas é a ausência de qualquer análise formal dos seus pressupostos assumidos sobre os processos econômicos propriamente ditos supostamente responsáveis pela equalização das taxas de lucro, pressupostos que são, em geral, apenas vagamente baseados no capítulo X do volume III d'O Capital.

O segundo problema é a consideração das economias capitalistas como sistemas simples, que tenderiam a um estado único, como o da equalização das taxas de lucro. O antagonismo entre a procura de rendas diferenciais por meio do aumento da produtividade e a orientação dos investimentos para atividades com menor composição orgânica do capital, porém, mostram que as economias capitalistas devem ser consideradas como sistemas complexos, que não tendem a um estado específico, cujo comportamento é altamente sensível às suas condições históricas.

#### 9.4 Apêndice 4: O equívoco de Sraffa em sua crítica ao marginalismo

Em um famoso estudo, Piero Sraffa<sup>10</sup> procurou formular uma crítica ao marginalismo que tinha por base um modelo em que os coeficientes técnicos eram fixos. O estudo de Sraffa despertou um grande interesse entre os marxistas porque o seu modelo permite determinar os preços que equalizam as taxas de lucro, ou seja, ele (aparentemente) oferece uma solução ao problema da transformação de valores em preços formulado por Marx. Por outro lado, análises posteriores do modelo de Sraffa mostraram que os preços não dependem dos valores iniciais a eles atribuídos, os quais correspondem aos valores médios no problema da transformação formulado por Marx. Assim, resultados obtidos por meio de modelos neoricardianos desenvolvidos a partir do estudo de Sraffa tem sido utilizados para afirmar que os valores em tempo de trabalho são “redundantes” (isto é, desnecessários) para a determinação dos preços.

Neste texto procuramos demonstrar que a crítica ao marginalismo formulada por Sraffa é totalmente infundada, na medida em que, a partir do seu modelo, é possível obter preços correspondentes à valores marginais. Além disto, embora tais preços não permitam a equalização das taxas de lucro, eles são totalmente baseados no tempo de trabalho, não podendo ser definidos sem que estes sejam especificados. Em outras palavras, os valores em tempo de trabalho não podem ser considerados redundantes. É importante salientar que tais preços, obtidos a partir de valores marginais são os que asseguram, de maneira estável, que a demanda possa ser satisfeita nas condições técnicas vigentes, com o mínimo de tempo de trabalho possível. Neste sentido, qualquer ajuste nestes preços só pode ocorrer em detrimento da sua eficiência. Isto implica que, no que diz respeito à equalização das taxas de lucro, a mesma não pode ser obtida com a conservação dos valores, o que induz a pensar que o modelo de Sraffa, onde não há alternativas técnicas (e que exclui a possibilidade de qualquer alteração do tempo de trabalho na ausência de tais alternativas) que permitiriam ajustar valores e preços adequadamente, seja apenas uma construção matemática vazia de sentido econômico<sup>11</sup>. Outro problema é que Sraffa não apresenta qualquer explicação relativa aos

---

10 SRAFFA, P., **Production of commodities by means of commodities. Prelude to a critique of economic theory**. Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960].

11 As contradições apresentadas pela abordagem neoricardiana de um ponto de vista econômico são analisadas por HUSSON, M. Fascination mathématique ou analyse économique: l'exemple de la transformation des valeurs em prix. **Note hussonet n° 96**, 23 mars 2016 (disponível na Internet em <http://hussonet.free.fr/>).

processos econômicos que poderiam definir as condições técnicas consideradas no seu modelo. Neste sentido, a noção induzida pela argumentação do autor é que tais condições são definidas por mudanças tecnológicas que ocorrem independentemente de qualquer processo econômico, o que dissocia tais mudanças da concorrência entre os capitalistas que, supostamente, seria o processo que conduziria à equalização da taxa de lucro.

Como já mencionado, ao contrário do que afirma Sraffa, os modelos por ele apresentados não colocam qualquer dificuldade para a definição dos preços como valores marginais. Isto pode ser demonstrado por meio um modelo de programação linear, tendo como base uma formulação elaborada originalmente por Michio Morishima<sup>12</sup>. Assim, antes de discutir especificamente a aplicação do modelo para a análise do que é apresentado por Sraffa, é interessante discutir a interpretação, de cunho neoricardiano, que Morishima faz dos resultados fornecidos pelo seu modelo. O problema primal da formulação original do modelo de Morishima é,

$$\begin{array}{l} \text{Minimizar } Lx \\ \text{Sujeito às restrições} \end{array} \quad (1)$$

$$x(B_I - A) \geq Y_I \quad (2)$$

$$\begin{array}{l} B_{II}x \geq Y_{II} \\ x \geq 0 \end{array} \quad (3)$$

onde

$L$  = tempo de trabalho diretamente aplicado para a geração de cada unidade de produto de consumo final ou meio de produção

$x$  = meios de produção ou produtos de consumo (dos trabalhadores e dos capitalistas)

$B_I$  = submatriz de coeficientes técnicos dos meios de produção

$A$  = submatriz dos coeficientes técnicos dos meios de produção utilizados para a geração dos produtos de consumo

$Y_I$  = quantidade demandada de meios de produção

$B_{II}$  = submatriz dos coeficientes técnicos dos produtos de consumo (dos trabalhadores e dos capitalistas, indistintamente)

$Y_{II}$  = quantidade demandada de produtos de consumo

A partir deste problema primal é obtido o seguinte problema dual,

$$\text{Maximizar } \lambda_I Y_I + \lambda_{II} Y_{II} \quad (4)$$

12 MORISHIMA, M. **Marx's Economics. A Dual Theory of Value and Growth**. Cambridge: University Press, 1973, p. 184-185.



Sujeito às restrições

$$A_I (B_I - A) + A_{II} B_{II} \leq L \quad (5)$$

$$A_I \geq 0 \quad (6)$$

$$A_{II} \geq 0 \quad (7)$$

onde, além das variáveis já descritas no problema primal,

$A$  = “preços sombra” (como entende Morishima) dos meios de produção ( $I$ ) e produtos de consumo final ( $II$ )

E pelo teorema da dualidade forte<sup>13</sup>, com a solução ótima desses problemas temos,

$$\text{Minimizar } Lx = \text{Maximizar } A_I Y_I + A_{II} Y_{II} \quad (8)$$

Assim, no modelo de Morishima, a um problema primal de minimização do tempo de trabalho corresponde um problema dual de maximização do valor monetário calculado a partir da variação marginal do tempo de trabalho, necessário para a geração de cada produto, em função da variação da demanda dos meios de produção e dos produtos de consumo. Tal variação do tempo de trabalho é interpretada por Morishima como os valores da mercadoria composta  $Y = Y_I + Y_{II}$ , mas ela nada mais é do que o tempo de trabalho médio necessário para a geração de cada produto para consumo final ou meio de produção, ou seja, são valores médios. É curioso como Morishima interpreta a não aditividade dos valores fornecidos por seu modelo. Ele considera que, ao produzir apenas uma mercadoria, isto equivaleria ao seu valor “verdadeiro”, enquanto que a produção da mesma mercadoria em conjunto com outras alteraria seu valor. Morishima cita vários autores com posições divergentes sobre este problema. No entanto, como no modelo de Morishima os meios de produção são variáveis exógenas, é possível que uma produção conjunta altere os preços simplesmente devido à maior demanda em relação à oferta de meios de produção. Exceto pela realização de laboriosos cálculos anteriores, dificilmente os valores exatos dos meios de produção podem ser introduzidos de acordo com o aumento da demanda de produtos finais. Em todo caso na discussão que Morishima realiza sobre esta questão isto não fica claro. Além disto Morishima pomposamente pretende mostrar uma “contradição” existente na teoria do valor de Marx quando aponta a possibilidade da formação de um mesmo preço para uma mercadoria gerada com quantidades diferentes de trabalho. Neste caso o que ocorre é a formação de rendas, como em qualquer modelo de formação de preços em que o mesmo produto é gerado a partir de processos de produção que exigem quantidades de trabalho diferentes. O mais surpreendente é que, com base em “demonstrações” bastante simplórias e superficiais,

13 ACHER, J.; Gardelle, J. **Programmation linéaire**. Paris: Dunod, 1978.

Morishima recomenda aos marxistas que abandonem a teoria do valor de Marx. O que Morishima parece não desconfiar é que o seu modelo permite a formação de rendas. Assim se tivesse formulado um modelo menos rudimentar, Morishima teria, talvez, percebido que o que a solução dual do seu modelo fornece são preços, sendo que os valores em tempo de trabalho são obtidos apenas quando os dados de entrada correspondentes aos meios de produção correspondem exatamente a demanda dos produtos de consumo final gerados com as técnicas menos exigentes em trabalho.

Para ilustrar como podem ser obtidos preços como valores marginais, o modelo de Morishima foi adaptado para formalizar um dos esquemas de reprodução apresentados por Sraffa, o qual é mostrado na tabela 1.

Tabela 1: Coeficientes técnicos e tempos de trabalho de um modelo apresentado por Sraffa.

	Insumos			Tempo de trabalho	Produtos	Excedente
	Ferro	Carvão	Trigo			
Ferro	90	120	60	3	180	0
Carvão	50	125	150	5	450	165
Trigo	40	40	200	8	480	70
Total	180	285	410	16		
Excedente	0	165	70			

Fonte: Sraffa (1960, p. 121)<sup>14</sup>

Como o esquema de Sraffa não inclui os produtos de consumo final, estes foram retirados da formulação do modelo considerando-se apenas os meios de produção utilizados para a geração dos produtos de consumo da submatriz  $A$  do modelo de Morishima, assim como os meios de produção utilizados para a geração de outros meios de produção. Assim, neste modelo os excedentes são apenas meios de produção (inclusive o trigo, que é considerado um meio de produção e não um produto de consumo final).

O problema primal do modelo é,

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } 0.0167 \text{ ferro} + 0.011 \text{ carvão} + 0.0167 \text{ trigo} & (9) \\ & \text{sujeito às restrições} \end{aligned}$$

$$\text{Excedente de ferro)} \quad 0,5 \text{ ferro} - 0,111 \text{ carvão} - 0,083 \text{ trigo} \geq 0 \quad (10)$$

$$\text{Excedente de carvão)} \quad -0,667 \text{ ferro} + 0,722 \text{ carvão} - 0,083 \text{ trigo} \geq 165 \quad (11)$$

$$\text{Excedente de trigo)} \quad -0,333 \text{ ferro} - 0,333 \text{ carvão} + 0,583 \text{ trigo} \geq 70 \quad (12)$$

14 SRAFFA, P. **Production of commodities y means of commodities. Prelude to a critique of economic theory.** Bombay: Vora & Publishers PVT. Ltd., 1963 [1960], p. 21.

onde os coeficientes da função de minimização (função objetivo) expressam os tempos de trabalho diretamente aplicados requeridos para a geração de uma unidade de cada produto. Os coeficientes das restrições foram calculados tomando como base o produto total. Estes coeficientes expressam quanto de determinado meio de produção é necessário por unidade de cada produto, em termos líquidos. Por exemplo, na restrição relativa ao excedente de ferro, o coeficiente que expressa a quantidade de ferro produzida foi obtido por  $(180-90)/180$  (conforme constam na tabela 1), isto é, subtraindo a quantidade de ferro necessária para a produção do próprio ferro da quantidade total de ferro produzida e dividindo este resultado pela quantidade total deste produto. Na mesma restrição, o coeficiente relativo à quantidade de carvão necessário por unidade de ferro foi obtido pela divisão das quantidades que constam na tabela 1.

A partir do problema primal foi obtido o seguinte problema dual,

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } & 0 \text{ preço do ferro} + 165 \text{ preço do carvão} + 70 \text{ preço do trigo} & (13) \\ \text{Sujeito às restrições} & \end{aligned}$$

$$\text{ferro)} \quad 0,5 \text{ preço do ferro} - 0,667 \text{ preço do carvão} - 0,333 \text{ preço do trigo} = 0,0167 \quad (14)$$

$$\text{carvão)} - 0,111 \text{ preço do ferro} + 0,722 \text{ preço do carvão} - 0,333 \text{ preço do trigo} = 0,011 \quad (15)$$

$$\text{trigo)} - 0,083 \text{ preço do ferro} - 0,083 \text{ preço do carvão} + 0,583 \text{ preço do trigo} = 0,0167 \quad (16)$$

onde os coeficientes da função de maximização expressam os excedentes. Os coeficientes das restrições são os mesmos do problema primal, sendo que os termos do lado direito das inequações são os tempos de trabalho que figuram na função objetivo do problema primal (expressão 9).

É interessante ressaltar que, de acordo com a condição de otimização definida pelo teorema da dualidade forte, mostrada neste caso pela expressão 17 descrita abaixo,

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } & 0 \text{ preço do ferro} + 165 \text{ preço do carvão} + 70 \text{ preço do trigo} = \text{Maximizar} \\ & 0 \text{ preço do ferro} + 165 \text{ preço do carvão} + 70 \text{ preço do trigo} & (17) \end{aligned}$$

os preços fornecidos pela solução dual do modelo são os únicos coerentes com a minimização do tempo de trabalho. Portanto, qualquer modificação desses preços implica na modificação dos tempos de trabalho, o que só pode ocorrer a partir de uma modificação das condições técnicas (ou, se estas não puderem ser modificadas, pela simples contratação de mais trabalho). De uma forma mais ampla, isto significa que há uma relação estreita entre preços e condições de produção. Neste sentido, é difícil saber como um processo econômico a partir de

certas condições iniciais poderia levar ao ajuste dos preços de forma a equalizar as taxas de lucro, de acordo com os esquemas de reprodução de Sraffa.

As soluções ótimas dos problemas primal e dual, respectivamente, resultaram em 16 unidades de tempo de trabalho e de 16 unidades monetárias de excedente, ou seja, o tempo mínimo de trabalho corresponde ao máximo valor monetário do excedente. Como, de acordo com a teoria do valor de Marx, é o trabalho diretamente aplicado que produz valor, estes resultados são coerentes com esta teoria. Como a estrutura do modelo é diferente do modelo empregado por Sraffa, o qual é baseado no cálculo de autovalores (que fornecem a taxa de lucro equalizada) e, a partir disto, dos preços como autovetores, os preços obtidos pela solução dual do modelo de programação linear são diferentes dos obtidos pelo autor, assim como o esquema de reprodução em termos monetários deles resultantes. O esquema obtido a partir dos preços definidos pelo modelo de programação linear é mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Esquema de reprodução em termos monetários elaborado a partir da solução de um modelo de programação linear.

	Insumos			Tempo de trabalho	Produto total (insumos + trabalho)	Produto físico * preço	Excedente físico * preço
	Ferro	Carvão	Trigo				
Preços	0,169	0,0703	0,0628	1			
Ferro	15,21	8,44	3,77	3	30,41	30,41	0
Carvão	8,45	8,79	9,41	5	31,66	31,66	11,61
Trigo	6,76	2,81	12,55	8	30,12	30,12	4,39
Total	30,41	20,05	25,73	16	92,19	92,19	16
Excedente = Produto total - insumos	0	11,61	4,39	16			

Fonte: elaborado pelo autor a partir de um esquema de reprodução em termos físicos de Sraffa (1960, p 21).

O esquema de reprodução mostrado na tabela 2 é plenamente coerente com a teoria marxista do valor. Esta coerência pode ser constatada pelo fato do produto monetário obtido pela multiplicação das quantidades físicas dos produtos pelos seus preços corresponder ao custo total, nele sendo incluídos os salários dos trabalhadores que, neste caso, se apropriam de todo o excedente. Além disto, o excedente total obtido a partir da solução, isto é, o valor

agregado monetário, corresponde ao total do tempo de trabalho aplicado diretamente. Esta tabela, portanto, mostra de forma clara as inconciliáveis diferenças entre as concepções de reprodução do sistema econômico dos esquemas neoricardianos em relação à concepção de reprodução social de acordo com a teoria de Marx. Os marxistas que procuram adotar o sistema neoricardiano, acreditando que ele pode contribuir para a superação das dificuldades colocadas pelo problema da transformação de Marx, incorrem, portanto, em um grave equívoco.

No entanto, no modelo de programação linear apresentado acima, os preços que resultam da solução do problema dual foram obtidos a partir do mesmo processo que minimiza o tempo médio de trabalho diretamente aplicado (problema primal). Os preços assim obtidos correspondem a valores marginais. A recusa de neoricardianos e marxistas em aceitar o cálculo à margem provavelmente contribuiu para obscurecer as diferenças entre estas duas correntes do pensamento econômico, principalmente em relação à teoria do valor. Assim, se, por um lado o cálculo dos preços como autovetores permite defini-los a partir da equalização das taxas de lucro pela média, por outro lado, como já mencionado, é difícil saber a quais processos propriamente econômicos tais cálculos correspondem. Com o cálculo à margem ocorre exatamente o contrário. Não há dúvida que ele é uma das bases mais importantes para a tomada de decisão, considerada de forma corriqueira pelos capitalistas. Mas é difícil conceber uma forma de equalizar os lucros de forma global (macroeconômica) a partir do cálculo à margem.

Há algo, porém, que é certo. Não há absolutamente impossibilidade alguma de aplicar o cálculo à margem aos esquemas neoricardianos. Os resultados obtidos por meio da programação linear, como os mostrados anteriormente, infirmam de maneira cabal a pretensão de Sraffa de realizar uma crítica ao marginalismo em seu estudo. Logo no prefácio deste estudo, Sraffa afirma,

“A abordagem marginal requer que a atenção seja focalizada na mudança, pois sem mudança na escala de produção de uma indústria ou nas ‘proporções entre os fatores de produção’ não pode haver nem produto marginal nem custo marginal. Em um sistema que, dia após dia, a produção continua imutável em todos os aspectos, o produto marginal de um fator (ou alternativamente o custo marginal de um produto) não seria apenas meramente difícil de achar – ele seria impossível de ser achado.”<sup>15</sup>

15 “The marginal approach requires attention to be focused on change, for without change either in the scale of an industry or in the ‘proportions of the factors of production’ there can be neither marginal product nor marginal cost. In a system in which, day after day, production continued unchanged in those respects, the marginal product of a factor (or alternatively the marginal cost of a product) would not merely be hard to find – it just would not be there to be found.” Conforme escreve o autor no prefácio da sua obra SRAFFA, P., **Production of commodities by means of commodities**. Prelude to a critique of economic theory.

Este trecho expressa um monumental equívoco de Sraffa, o que coloca abaixo toda a sua crítica ao marginalismo. O que permite o cálculo marginal são as restrições impostas às condições de reprodução social e não as mudanças observadas nestas condições. Desde que haja restrições efetivas ao processo de reprodução social, valores marginais podem ser obtidos a partir do cálculo de variações meramente hipotéticas no nível destas restrições (ou seja, pelo cálculo à margem), o que pode ser realizado sem problema algum em condições estacionárias de reprodução social (“Em um sistema que, dia após dia, a produção continua imutável em todos os aspectos”, como na citação acima). Isto fica perfeitamente claro nos resultados obtidos pelo modelo de programação linear baseado nos coeficientes técnicos e tempos de trabalho apresentados por Sraffa, mostrados na tabela 1. Estes resultados, cujo significado econômico é claro, mostram que a existência de excedentes atua como restrições ativas às condições de reprodução do sistema, o que gera preços correspondentes a valores marginais. O fato destes preços, devido à ausência de restrições externas (como de recursos naturais) serem os mesmos que os valores médios não altera a sua natureza fundamentalmente marginal.

## 9.5 Apêndice 5. Sobre as inconsistências da teoria neoclássica

Em várias passagens deste livro (especialmente nos três primeiros ensaios) é demonstrado que a dificuldade de integrar a taxa de lucro no processo de formação de preços é que o lucro supõe preços já definidos. Este problema está relacionado a uma das inconsistências da teoria neoclássica do capital debatida na chamada “controvérsia dos Cambridge”, desencadeada por um artigo em que Joan Robinson<sup>16</sup> elabora uma ácida crítica à corrente neoclássica. A polêmica entre a Escola de Cambridge do Reino Unido e os pesquisadores do Massachusetts Institut of Technology, sediado em Cambridge (EUA), envolveu os fundamentos da economia neoclássica, a começar pela própria função de produção proposta por esta corrente. É interessante mostrar como a própria Joan Robinson, da Escola de Cambridge do Reino Unido, em seu artigo se manifesta sobre esta questão ao afirmar que,

“A função de produção tem sido um poderoso instrumento de deseducação. O estudante de teoria econômica é ensinado a escrever  $O = f(L, C)$  onde  $L$  é uma quantidade de trabalho,  $C$  uma quantidade de capital e  $O$  a taxa de produção de commodities. Ele é instruído a assumir que todos os trabalhadores são iguais, e medir  $L$  como homens-hora de trabalho; é dito para ele alguma coisa sobre o problema do número-índice envolvido em escolher uma unidade de produto; e então ele é conduzido apressadamente para a próxima questão, na tentativa de que ele esqueça de perguntar em qual unidade  $C$  é medido. Antes mesmo que ele pergunte, ele já se tornou um professor, e assim preguiçosos hábitos de pensamento são passados de uma geração para a próxima.”<sup>17</sup>.

Uma forma de contornar a inconsistência apontada na citação acima é desde o início atribuir preços aos fatores de produção, os quais, segundo os neoclássicos, estariam relacionados à “utilidade” dos mesmos. O problema é que isto torna impossível calcular preços a partir da utilidade, na medida em que esta já seria o próprio preço<sup>18</sup>. Em outras palavras, a formação dos preços dependeria dos preços. Recorrendo a sua teoria do valor utilidade, os neoclássicos alegam que na verdade trata-se de um processo de ajuste dos preços. Mas o problema é que esta circularidade passa a envolver outras categorias econômicas fundamentais, como o capital e o lucro, os quais não podem determinar os preços na medida

16 ROBINSON, J. The Production Function and the Theory of Capital. *Review of Economic Studies*, 21(2), 1953-1954, p. 81-106.

17 Idem.

18 O que impede a consideração da “teoria da utilidade” neoclássica como uma verdadeira teoria do valor, conforme HARRIBEY, J.-M., *La richesse, la valeur et l’inestimable. Fondements d’une critique socio-économique de l’économie capitaliste*. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013, p. 137-157.

em que sua existência pressupõe preços já definidos. A expressão em termos monetários do capital e do lucro passa, assim, a ser tautológica, impossibilitando uma explicação consistente dos processos responsáveis pela sua formação. Estas inconsistências da teoria do capital neoclássica e da sua explicação da origem do lucro foram intensamente debatidas na “controvérsia dos Cambridge”, na qual os neoclássicos foram incapazes de refutar as críticas dos autores da Escola britânica. Trabalhos recentes têm aprofundado a análise da função de produção neoclássica, com resultados que deixam pouca margem a dúvidas sobre a sua total inconsistência<sup>19</sup>. Enfim, é interessante observar que, antes mesmo do surgimento da economia neoclássica, o próprio Marx já havia detectado estas inconsistências no que ele denominava de “economia vulgar”, afirmando que, nesta última,

“consiste igualmente numa contradição, um círculo vicioso, do movimento efetivo, o fato que, de um lado, o preço das mercadorias determina o salário, a renda e os juros, de outro, o preço do juro, da renda e do salário determinam o preço das mercadorias.”<sup>20</sup>

Uma das consequências da tautologia apontada por Marx é que as funções de produção neoclássicas, como as funções de produção agregadas como a de Cobb-Douglas e CES (elasticidade de substituição constante, em inglês) constituem-se de identidades que, portanto, não podem ser testadas empiricamente. Esta questão é importante, pois tais funções são de importância crucial para a economia neoclássica, especialmente no que diz respeito a sua teoria da repartição. Assim, no caso da função Cobb-Douglas, descrita como,

$$Y = AK^\alpha + L^\beta \quad (9.12)$$

onde

$Y$  = produto

$A$  = tecnologia

$K$  = capital

$L$  = trabalho

19 FELIPE, J.; MACCOMBIE, J.S.L. The Aggregate Production Function: ‘Not Even Wrong’. **Review of Political Economy**, 26(1), 2015, p. 60-84. GUERRIEN, B ; GUN, O. En finir, pour toujours, avec la fonction de production agrégée? Jesus Felipe and John S.L. MacCombie, The Aggregate Production Function: ‘Not Even Wrong’. **Revue de la regulation** [En ligne], 15, juin 2014, consultado em 20 de abril de 2017, URL: <https://regulation.revues.org/10802>.

20 MARX, K. O rendimento e suas fontes – A economia vulgar. In MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos**. (Coleção Os Pensadores, seleção de textos de José Arthur Giannotti), São Paulo: Abril Cultural, 1978 [1862], p. 296.



pode-se demonstrar que os expoentes  $\alpha$  e  $\beta$  indicam a produtividade marginal de cada fator, a qual corresponderia à distribuição da produção entre o capital e o trabalho na economia. Considerando que a produtividade marginal de um fator corresponde a sua derivada parcial em relação à produção, a produtividade marginal do capital é obtida por,

$$\text{produtividade marginal do capital} = (\partial Y/Y)/(\partial Y/K) \quad (9.13)$$

$$(\partial Y/Y)/(\partial Y/K) = (\partial Y/\partial K)(K/Y) \quad (9.14)$$

$$(\partial Y/\partial K)(K/Y) = (\alpha A K^{(\alpha-1)} L^\beta)(K/Y) \quad (9.15)$$

$$(\alpha A K^{(\alpha-1)} L^\beta)(K/Y) = (\alpha Y/K)(K/Y) \quad (9.16)$$

$$(\alpha Y/K)(K/Y) = \alpha \quad (9.17)$$

sendo a produtividade marginal do trabalho obtida aplicando-se as mesmas operações.

Por meio da função de produção mostrada acima, portanto, seria possível demonstrar que a repartição da produção entre capital e trabalho corresponde à produtividade marginal de cada um destes fatores de produção. E, o que é mais interessante, é que esta demonstração seria corroborada por um grande número de análises estatísticas. A repartição da produção seria, assim, determinada estritamente pelas relações técnicas entre capital e trabalho, o que excluiria definitivamente a necessidade de considerar as relações sociais para a sua compreensão.

Infelizmente (para os neoclássicos), as discussões ocorridas no âmbito da controvérsia dos Cambridge mencionada anteriormente demonstraram que a falta de uma medida objetiva que permita colocar capital e trabalho numa mesma expressão torna as funções de produção neoclássicas matematicamente inconsistentes, o que invalida qualquer demonstração realizada a partir delas. Com já comentado, estudos posteriores demonstraram, também, que tais funções não podem ser testadas estatisticamente, pois se tratam de identidades e não de equações. Em outras palavras tais funções são meras tautologias. Outra objeção que pode ser levantada a estas funções diz respeito ao coeficiente  $A$ . Como este coeficiente, relacionado (vagamente) à tecnologia, não é mensurável (contribuindo apenas para “explicar” o crescimento da produção), estatisticamente ele corresponde a uma variável de erro, ou seja, que corrige os desvios entre os dados estatísticos e os resultados dos modelos elaborados

com base na função de produção. Não é de surpreender, portanto, que a função Cobb-Douglas apresente altas correlações estatísticas entre produção e contribuição marginal dos fatores. Como as funções CES correspondem a uma generalização das funções Cobb-Douglas, realizada a partir dos mesmos princípios, isto se aplica também a este tipo de função (como mostram os trabalhos dos autores citados na nota 4).

Diante das críticas endereçadas à teoria neoclássica um argumento que pode ser formulado é que a função de produção não é algo a ser testado, mas se constitui em um “pseudo pressuposto paradigmático”<sup>21</sup>. Neste sentido o fato da função de produção não poder ser testada empiricamente ou demonstrada matematicamente (de forma consistente) não colocaria obstáculo algum ao seu emprego na pesquisa científica, na medida ela deveria ser considerada como autoevidente, servindo assim para demarcar um paradigma. Neste sentido, ela seria um ponto de partida que deveria ser avaliado pela sua fecundidade em proporcionar resultados de pesquisa que contribuam para o avanço do conhecimento e não algo a ser testado diretamente.

O problema deste ponto de vista é que os estudos neoclássicos relativos à distribuição da renda na economia entre capital e trabalho proporcionam resultados confusos, ou de uma banalidade risível quando comparado com estudos baseados em outras correntes da economia. Em um recente relatório do Fundo Monetário Internacional<sup>22</sup>, por exemplo, os autores analisam a divisão da renda entre o “mark-up” das empresas e os salários com base na teoria neoclássica. Sendo o mark-up a parte correspondente ao lucro menos os juros do capital financeiro, o qual é apropriado pelas empresas, lê-se no obvedades no relatório como “Nós encontramos uma forte relação positiva entre o markup [ou seja, o lucro das empresas] com outros indicadores de rentabilidade ao nível das empresas”<sup>23</sup> (em outras palavras, há uma forte relação positiva entre o lucro e a lucratividade...), ou resultados totalmente banais de um ponto

---

21 Como proposto por KUHN, T. Remarks on incommensurability and translation. In FAVARETTI, R. R.; SANDRI, G.; SCAREZZI, R. (ed.) **Incommensurability and Translation. Kuhnian Perspectives on Scientific Communication and Theory Change**. Chetelnham: Edward Elgar, 1999.

22 DIEZ, F.; LEIGH, D.; SUCHANAN, T. Global Market Power and its Macroeconomic Implications. IMF Working Paper, 2018 (disponível em <http://pinguet.free.fr/fmi18137.pdf>, acessado em 16 de outubro de 2018).

23 “We find a strong positive relation between markups and broad measures of profitability at the firm level”. Idem, p. 5.

de vista marxista, mas considerados como importantes descobertas pelos autores do relatório como, por exemplo, quando estes afirmam que “a relação entre maiores lucros e a parte dos salários perfaz um negativo e estatisticamente significativo coeficiente de estimação”<sup>24</sup>. Como comentado por um autor ao analisar este relatório, felizmente (para os neoclássicos) o ridículo não mata.<sup>25</sup>

---

24 “the relation between higher markups and the labor share features a negative and statistically significant coeficiente estimated  $\beta$ ” Idem, p. 6.

25 HUSSON, M. Quand les économistes mainstream redécouvrent le profit. Alternatives économiques n° 382, setembro de 2018 (disponível em [https://www.alternatives-economiques.fr/michel-husson/economistes-mainstream-redécouvrent-profit/00085776?utm\\_source=emailing&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=NL\\_Quotidienne%252F03092018](https://www.alternatives-economiques.fr/michel-husson/economistes-mainstream-redécouvrent-profit/00085776?utm_source=emailing&utm_medium=email&utm_campaign=NL_Quotidienne%252F03092018), acessado em 16 de outubro de 2018).