ENERGIA E MEIO-AMBIENTE: OS LIMITES DA ACUMULAÇÃO DE CAPITAL

José Raimundo B. Trindade[1]

RESUMO

O problema energético e ambiental é sem dúvida um dos aspectos mais controversos e interessantes do debate recente das condições de desenvolvimento econômico. Até muito recentemente estas questões eram tratadas como aspectos marginais e de só menos importância em termos econômicos. Buscaremos demonstrar que o uso dos combustíveis fósseis, inicialmente o carvão mineral e posteriormente o petróleo, são funcionalmente necessários a acumulação capitalista. Nesse sentido, as características básicas desse tipo de combustível coincidem com as condições de aceleração da rotatividade do capital fundamental aos ciclos reprodutivos capitalista.

ABSTRACT

The energy and environmental problem is without a doubt one of the most controversial and interesting aspects of the recent debate of the conditions of economical development. Until very recently these subjects were treated as marginal aspects and of only less importance in economical terms. We will look for to demonstrate that the use of the fossil fuels, initially the mineral coal and later the petroleum, they are functionally necessary the capitalist accumulation. In that sense, the basic characteristics of that type of fuel coincide with the conditions of acceleration of the rotatividade of the fundamental capital to the cycles reproductive capitalist.

[1] Doutorando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico (PPDE) da Universidade Federal do Paraná e Prof. do Departamento de Economia da Universidade Federal do Pará.

Introdução

O problema energético e ambiental é sem dúvida um dos aspectos mais controversos e interessantes do debate recente das condições de desenvolvimento econômico. Até muito recentemente estas questões eram tratadas como aspectos marginais e de só menos importância em termos econômicos. É interessante observar que, ironicamente, como pondera Eric Hobsbawm na *Era dos Extremos*, *só depois de 1973, quando o cartel de produtores de petróleo, a OPEP, decidiu finalmente cobrar o que o mercado podia pagar, os ecologistas deram séria atenção* às conseqüências ambientais do modelo de desenvolvimento econômico estruturado nos últimos dois séculos.

Buscaremos demonstrar que o uso dos combustíveis fósseis, inicialmente o carvão mineral e posteriormente o petróleo, são funcionalmente necessários a acumulação capitalista. Nesse sentido, as características básicas desse tipo de combustível coincidem com as condições de aceleração da rotatividade do capital fundamental aos ciclos reprodutivos capitalista.

O texto está divido em seis segmentos: inicialmente discutiremos a natureza do processo de trabalho e as condições de valorização propriamente capitalistas; no momento seguinte introduziremos a noção de rotação e a funcionalidade cíclica do capital; os itens 3, 4 e 5 desenvolvem as peculiaridades do uso do combustível fóssil e a percepção aqui defendida de que essa seria a forma *insuperável* de combustível capitalista. Finalmente concluímos indagando sobre o caráter da crise energética e ambiental, postulando que a lógica da acumulação capitalista necessariamente leva a exaustão ambiental.

1. Processo de trabalho e natureza: energia e valor trabalho

O processo de trabalho é o componente básico da relação do homem com a natureza, durante o qual o ser humano com sua própria ação, impulsiona, regula e controla seu intercâmbio material e energético com a mesma. Durante toda sua história o homem coletivo pôs *em movimento as forças naturais de seu corpo, braços e pernas, cabeça e mãos, a fim de apropriar-se dos recursos da natureza, imprimindo-lhes forma útil à vida humana* (Marx, 1987:202).

Em trecho de O'Capital abaixo da onde retiramos a citação anterior, Marx compara o ser humano a outras formas orgânicas notando que o *que distingue o pior dos arquitetos de uma abelha é que ele figura na mente sua construção antes de transformá-la em realidade*. De outro modo, podemos afirmar que a força de trabalho humana é uma energia criativa e voltada a um determinado fim, o que possibilita a organização da matéria natural conforme o objetivo da própria natureza humana.

Cinco elementos compõem o processo de trabalho: i) o trabalho em si; ii) o objeto de trabalho (matéria-prima e materiais auxiliares, cujo principal são os insumos energéticos); iii) o instrumental de trabalho (meios de trabalho como máquinas e edifícios); iv) a ciência instrumentalizada e; v) os conversores inorgânicos que processam os insumos energéticos.

Fig. 1 - Forma geral do processo produtivo



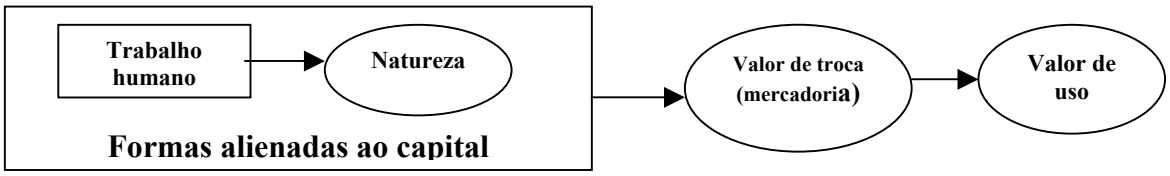
O desenvolvimento das relações de produção capitalista colocou em questão um aspecto inusitado em relação às formas econômicas e sociais anteriores a mesma: a completa alienação da natureza e do trabalho humano. As forças de criação e destruição desenvolvidas sob o capitalismo, colocaram a possibilidade de toda a natureza se tornar em potencial objeto de trabalho humano, mesmo que conjunturalmente somente uma parcela desta torne-se de fato matéria-prima e matéria auxiliar do processo produtivo[2].

Os meios de trabalho são um conjunto complexo de instrumentos. A ciência atua aqui possibilitando um crescente domínio sobre as propriedades mecânicas, físicas e químicas das coisas para fazê-las atuarem sobre outras coisas, de acordo com o objetivo ou meta a ser alcançada. Esse compósito é parte homem parte máquina, e exige uma crescente dinâmica energética, conforme se torna mais complexo o processo produtivo sob o capitalismo.

[2] "Toda matéria-prima é objeto de trabalho, mas nem todo objeto de trabalho é matéria-prima. O objeto de trabalho só é matéria-prima depois de ter experimentado modificação efetuada pelo trabalho" (Marx, 1987:203).

O capitalismo age em duas frentes dispersoras de energia e conflitantes com os princípios de equilíbrio termodinâmicos em sistemas fechados[3]: i) estrutura o processo produtivo em uma escala crescente de apropriação e alienação do trabalho e da natureza sob uma forma não coordenada e anárquica, produzindo uma grande quantidade de valores que não são úteis socialmente; ii) a necessária expansão dos mercados requer uma crescente e permanente transformação de valores de uso coletivos em valores de uso individuais e, do mesmo modo, a produção de novos valores de uso particulares. Desse modo, o telefone celular, por exemplo, não é uma invenção que se sobreponha à telefonia fixa e sim é uma decorrência da necessidade de criação e expansão de um novo mercado.

Fig. 2 – Forma capitalista de produção



O processo de trabalho enquanto processo de transformação relaciona-se ao uso de uma certa capacidade de energia criadora que atua sobre um *quantum* de matéria-prima (natureza apropriada). Temos presente neste processo quatro movimentos: i) o dispêndio de força física e mental humana que, por sua vez, requer de antemão uma quantidade de energia prévia para sua reprodução; ii) o uso da natureza; iii) criação de valores de uso e; iv) produção de um resíduo entrópico, proporcional à complexidade dos processos antropomórficos, de acordo com a segunda lei da termodinâmica.

Esse conjunto de movimentos resulta em duas formas de consumo sob o capitalismo: o consumo individual, não produtivo sob o ponto de vista capitalista e o consumo produtivo ou propriamente capitalista, relacionado à expansão de valor acumulado. Em ambos os casos o investimento de capital se move em um duplo sentido: i) avanço tecnológico que permite poupar força de trabalho e recursos naturais, elevando a composição orgânica do capital; ii) alargamento do capital, multiplicando o número de fábricas e uso capitalista dos recursos

[3] Estamos nos referindo as condições ambientais em ordem planetária e aos dois princípios da termodinâmica: i) o da conservação de energia e; ii) o da entropia.

disponíveis, porém sem alteração no coeficiente técnico entre capital variável e capital constante (composição técnica constante do capital).

Na medida em que o processo de trabalho torna-se mais complexo e envolve formas crescentes e diferenciadas de tipos de trabalho (divisão social de trabalho), mais e mais se afasta da noção de natureza apropriada e aproxima-se da noção de trabalho alienado como coeficiente único da produção de valores de uso. Deste modo a agricultura primitiva, por exemplo, assemelha-se às formas de extração agro-pastoril. Na medida em que ela se mecaniza e passa a utilizar sementes e adubo aproxima-se de formas industriais e, ao mesmo tempo, somente passa a guardar uma tênue relação com o modo primitivo de agricultura: o uso da terra[4].

Marx assinala (1987:207) que *ao servirem de meios de produção em novos processos de trabalho perdem os produtos o caráter de produto* [e] *ninguém se preocupa com o fato de a fibra de linho e o fuso serem produto dos trabalhos anteriores do triticultor, do moleiro, do pedreiro etc. Ao contrário, é através dos <u>defeitos</u> que os meios de produção utilizados no processo de trabalho fazem valer sua condição de produtos de trabalho anterior* (sem grifo no original).

Do mesmo modo podemos realizar a derivação para trás até chegarmos a natureza, observaremos que a escassez seria, portanto, um *defeito* provocado pela superutilização dos recursos naturais e, tal como no exemplo citado por Marx em relação à originalidade do trabalho, a sua manifestação (da escassez) chama a atenção para um aspecto até então desconsiderado economicamente. Vale reforçar que a escassez, tal como aqui discutido não se manifesta enquanto algo natural, e sim forma desenvolvida e resultante da acumulação capitalista, portanto algo que é relativo às condições específicas de valorização do capital[5].

[4] Nos termos de Marx (1987:206): "(...) todos os ramos industriais têm por objeto de trabalho a matéria-prima, isto é, um objeto já filtrado pelo trabalho, um produto do próprio trabalho".
[5] As estatísticas referentes ao carvão mineral, por exemplo, demonstram que suas reservas não estariam esgotadas, porém, é abandonado como insumo energético central, em função de que seu uso em conformidade com o cálculo econômico deixa de ser satisfatório, ou seja, sua escassez é relativa as condições de valorização e acumulação do capital.

2. Rotação do capital e os ciclos energéticos

Toda riqueza social no capitalismo decompõe-se em três componentes: i) capital constante, que abrange as magnitudes monetárias dos meios de produção, matéria-prima e insumos energéticos; ii) capital variável, referente ao somatório de salários pagos na economia (Σw) e iii) o valor criado a cada novo ciclo produtivo e que ao realiza-se no mercado se decomporá nas formas de lucro do empresário, juros do banqueiro e renda fundiária.

O objetivo determinante da produção capitalista é sempre o acréscimo do valor adiantado, sendo necessário para tal, a contínua rotação de valores (capital-dinheiro) nos três ciclos básicos da acumulação capitalista: i) o ciclo do capital-dinheiro (D); ii) o ciclo do capital-produtivo (P); e o ciclo do capital-mercadoria (M). Esquematicamente: D – M (Ft, Mp) ...P ... M' – D'. No primeiro ciclo temos a aquisição pelo capitalista das mercadorias básicas ao processo produtivo: meios de produção e força de trabalho. Será no segundo ciclo, na produção (P), que se efetivará a produção de novo valor (mais-valia) que será realizada mediante a venda das mercadorias (M), fechando-se o ciclo global de acumulação.

A natureza especulativa e expansiva intrínseca do capital o impinge a acelerar a velocidade rotacional desses ciclos, tornando os tempos de produção e circulação cada vez menores. Duas observações são necessárias: a) somente há produção de riqueza líquida real no processo de trabalho; b) o tempo de produção (tp) abrange o processo de trabalho e o tempo de circulação (tc) refere-se ao tempo de realização do valor, sendo que a soma destes dois tempos nos dá o período de rotação do capital[6]. O tempo de rotação do capital é o *tempo que dura à renovação, a repetição do processo de criar mais-valia ou de produzir o mesmo valor-capital* (Marx, 1987b:162).

O capital constante ao reverte-se em meios de produção, matéria-prima e meios auxiliares (combustíveis, entre outros), assume no processo produtivo duas formas possíveis: capital fixo e capital circulante. A diferença central entre essas duas formas relaciona-se ao modo como as mesmas transferem seu valor para as mercadorias que são produzidas.

[6] Esquematicamente podemos designar o ano contábil (R) como unidade de medida, então teríamos: n (número de rotações) = R (ano contábil) / tp + tc = R/r.

O capital fixo apresenta uma certa taxa de transferência do seu valor (coeficiente de depreciação) que é sempre menor que um em cada ciclo rotativo, portanto os meios de produção como máquinas e edifícios tendem a se fixar no processo produtivo enquanto seu valor constante não se depreciar completamente.

O capital circulante, por outro lado, apresenta a cada ciclo rotativo uma depreciação completa do seu valor constante, sendo completamente transferido para os valores de uso produzidos. Deste modo, o valor, tanto as matérias primas quanto os combustíveis (matérias auxiliares), circula na sua totalidade com as mercadorias produzidas.

Para os capitalistas em geral é central que o seu valor-capital se fixe o menor tempo possível em cada ciclo, acelerando a rotação a fim de diminuir os tempos, seja de produção, seja de circulação, garantindo a valorização em ciclos rotacionais cada vez mais curtos. A origem imediata da redução do tempo de rotação do capital fixo vincula-se a inovação tecnológica, como demonstrou, entre outros Mandel (1982:157-192).

De fato o investimento de capital se dá em dois sentidos: i) pelo alargamento do capital total, multiplicando o número de fábricas e uso capitalista dos recursos disponíveis, porém sem alteração no coeficiente técnico entre capital constante e capital variável [c/v]; ii) pelo avanço tecnológico que permite poupar força de trabalho, elevando a referida composição e, por outro lado, buscando diminuir a participação de recursos naturais e recursos auxiliares.

A expansão capitalista se processa inicialmente com o alargamento do uso capitalista de *toda a natureza*, alargando a produção mercantil até o limite em que a escassez de força de trabalho, por um lado, ou de insumos naturais (energéticos ou materiais), por outro, determinam um declínio paulatino das taxas de lucro. Será em resposta ao referido declínio da taxa média de lucro que se processará o movimento de ciclos de inovação tecnológica, com vistas ao aumento da mais-valia relativa, funcionando como força contrária à queda da taxa de lucro. As melhoras tecnológicas que possibilitam um barateamento dos recursos energéticos e materiais atuam no sentido de diminuir a participação de capital constante na massa do valor global destinado ao processo produtivo, reduzindo a composição técnica do capital e favorecendo a elevação da taxa de lucro.

O uso dos combustíveis fósseis e da eletricidade possibilitou, entre outros aspectos, uma aceleração dos ciclos do capital e contribuiu para a diminuição do tempo de rotação requerida, seja pelo uso mais dinâmico que conferiram ao transporte de mercadorias, possibilitando a circulação de grandes valores de capital-mercadoria, seja pelo aspecto daquilo que Lewis Mumford (ap. Deléage et alii, 1986:182) denominou de *utilização do homem total*, ou seja, a utilização intensiva da força de trabalho, em turnos ininterruptos, permitido pelo uso mais flexível da máquina-ferramenta e pela iluminação[7]. Podemos afirmar que o combustível fóssil, por suas características, se tornou a forma energética mais conveniente ao modo de produção capitalista, como buscaremos mostrar a seguir.

3. Energia fóssil e maquinário

O desenvolvimento das relações de produção capitalista se dá inicialmente sobre bases muito discretas, o que Deleage et alii (1993:157) denominaram de proto-industrialização. De uma maneira geral tratou-se da *mobilização mais intensa da força de trabalho camponesa excedente e uma otimização do uso das fontes energéticas e conversores tradicionais, o que pode ser analisado em termos termodinâmicos como uma desestocagem sistemática das reservas naturais.*

A economia-política crítica observou que a dinâmica de acumulação primitiva de capital não subverteu a ordem produtiva e as condições energéticas no seu primeiro momento, pelo contrário, de *início o capital submete o trabalho ao seu domínio nas condições técnicas em que o encontra historicamente* (Marx, 1987:354). A acumulação primitiva de capital tendo como uma de suas bases de sustentação a proto-industrialização, estabeleceu as condições necessárias de revolucionarização produtiva e energética que o capitalismo requererá para sua permanente expansão.

Os limites da organização produtiva parcelar, dividida entre um conjunto determinado de pequenos produtores são rompidos pelo processo de cooperação entre diversos trabalhadores que passam a atuar, de acordo com um plano, como uma força coletiva. A organização

[7] Deléage et.al (1986:182-183) notam que é bastante significativo o fato que *o gás tenha, inicialmente, iluminado às usinas inglesas e a eletricidade, os escritórios de Wall Street.*

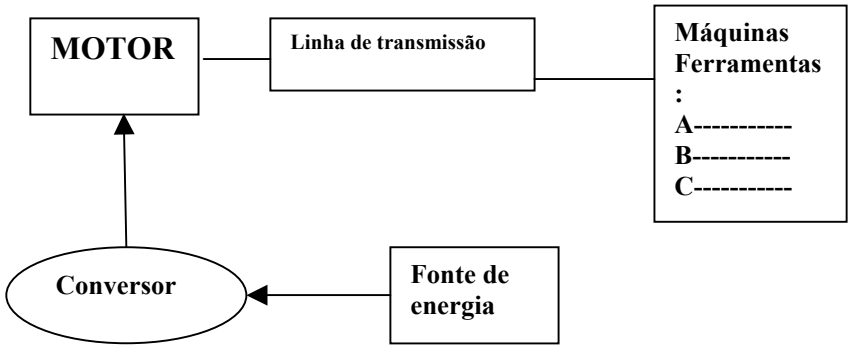
capitalista de produção é antes de tudo um sistema cooperativo tutelado pela gestão do capitalista.

O desenvolvimento da força coletiva de trabalho desencadeia processos acelerados de produção e acumulação, porém ainda manteve-se limitada, por dois aspectos: i) o trabalhador ainda rege os tempos de execução das tarefas, sendo, portanto, sua subordinação ainda somente formal ao capital; ii) a expansão da mais-valia (lucro) ainda é função do maior grau absoluto de exploração da força de trabalho, o que implica crescentes jornadas de trabalho.

A máquina industrial moderna liberta o capitalismo dos constrangimentos ao crescimento da acumulação posta pelos elementos acima expostos. Esse maquinário é um compósito complexo constituído de três componentes chaves: o motor, a transmissão e a máquina-ferramenta. Segundo Marx (1987b:426) foi o desenvolvimento da máquina-ferramenta o aspecto determinante da Revolução Industrial inglesa.

Vale observar que os primeiros maquinários tinham em fontes renováveis o combustível para geração de energia mecânica que transmitia movimentos repetitivos às máquinas ferramentas. A máquina-ferramenta pode ser definida como *um mecanismo que, ao lhe ser transmitido o movimento apropriado, realiza com suas ferramentas as mesmas operações que eram antes realizadas pelo trabalhador com ferramentas semelhantes*. Aspecto central que nos interessa é que o *número de ferramentas com que opera simultaneamente a máquina-ferramenta emancipa-se, desde o início, da barreira orgânica que a ferramenta manual de um trabalhador não podia ultrapassar* (Marx, 1987b:426-427).

Fig. 3 – Maquinário Moderno



Dois aspectos devem ser destacados quando do aparecimento desse sistema mecânico de produção: i) sua dimensão e grau de complexidade exigiram formas superiores de conversores energéticos; ii) sua maior produtividade requereu, do mesmo modo, uma substância comburente com grande capacidade energética e com grande nível de flexibilidade no uso e manuseio, ou seja, no seu transporte e estocagem.

Dobb (1983:192) considera que a solução relativa à disponibilidade de uma grande quantidade de força mecânica possibilitada pela máquina a vapor aboliu *os limites anteriores à complexidade e tamanho da maquinaria e à magnitude das operações que esta podia executar*, ou seja, a partir desse momento histórico a revolução técnica adquiriu um ritmo cumulativo próprio[8].

Vale ponderar que o conjunto de incrementos tecnológicos desenvolvidos na segunda metade do século XIX e primeiro quarto do século XX, teve sua lógica fortemente condicionada pela necessidade de elevação da produtividade do Departamento I da economia (DI), consolidando-se somente a partir da segunda metade do século XIX a produção de bens e implementos de capital como segmento central da acumulação capitalista. O uso crescente da energia fóssil inscreve-se dentro dessa dinâmica de expansão do DI da economia, sendo que a paulatina preponderância dos combustíveis fósseis na matriz energética será determinada, inicialmente, pelas vantagens que os mesmos apresentam no específico uso industrial.

4. O modelo energético fóssil inglês

Os fatores que determinaram o ritmo de expansão econômica da Inglaterra do século XIX foram variados e não há um acordo entre economistas e historiadores sobre aspectos que seriam centrais nesse processo. Dobb (1983:184), por exemplo, pondera que uma combinação de circunstâncias excepcionalmente favoráveis ao florescimento de uma sociedade capitalista se fez presente na sociedade inglesa do período, incluindo-se fatores como expansão mercantil marítima, aumento demográfico, recursos energéticos, entre outros.

[8] Segundo Dobb (1983:192) "as invenções industriais são produtos sociais, no sentido de que, embora tenham uma linhagem independente que lhes é própria, cada inventor herdando tanto seu problema quanto alguma ajuda para solução de seus antecessores, as perguntas (...) [e] os materiais para seus planos, são modelados pelas circunstâncias e necessidades econômicas e sociais da época".

Podemos falar, de fato, em um modelo energético Inglês que se desenvolve, principalmente, a partir de 1850. Esse modelo baseou-se nos conversores de carvão mineral, inaugurando a época de predomínio dos combustíveis fósseis[9]. Como nota Deleage et alii (1993:163) não foi *o esgotamento das florestas que causou o declínio da lenha, mas seus custos de produção e de transporte mais elevados que os do carvão*.

O desenvolvimento do maquinário industrial moderno possibilitou o uso vantajoso desse tipo de combustível, podendo-se enumerar quatro fatores que o tornam, por assim dizer, o combustível próprio da acumulação capitalista: i) sua capacidade energética[10] favorece seu uso intensivo na indústria; ii) seus custos de produção eram decrescentes e sua elasticidade de oferta crescente; iii) tem grande mobilidade de uso, podendo alimentar os motores fabris com baixo custo de transporte; iv) seu uso nas máquinas de transporte (ferroviária e navegação a vapor) favoreceu a circulação de mercadorias.

O uso das formas contemporâneas de energia (fóssil e elétrica) possibilitou uma grande mobilização de capitais, ao ser empregada de forma indiscriminada na indústria, transporte, agricultura e serviços domésticos. O carvão mineral inaugurou essa capacidade de diversificação de usos, suas características energéticas possibilitaram a um só tempo a viabilização da caldeira industrial e da máquina de transporte que representou, no século XIX e para economia inglesa, o que o automóvel representará para a economia norte-americana no século XX: a locomotiva a vapor e a estrada de ferro.

Como nota Eric Hobsbawm (1982:60-63) foi à possibilidade de usos variados, seja na "máquina móvel", seja na "máquina fixa", que determinou a preponderância do carvão mineral enquanto um dos produtos característicos do capitalismo de fins do século XIX. O carvão mineral apresentava as três características básicas ao processo de acumulação capitalista: i) possibilita uma menor fixação de capital, ao acelerar o ciclo de acumulação via disponibilidade de uma crescente potência energética, que pode ser disponibilizada em

[9] Dobb (1983:211), citando Clapham, assinala que "a produção crescente da maquinaria e sua manutenção vinham engrossar as encomendas feitas à indústria do ferro e à mineração de carvão e de minério de ferro. A produção de ferro atingiu 1 milhão de toneladas em 1835 e triplicaram nos vinte anos seguintes. A produção de carvão, que girava em torno de 6 milhões de toneladas no final do século XVIII, atingiu 20 milhões em 1825 e cerca de 65 milhões em meados da década de 1850" (sem grifos no original).

[10] Martin (1992:26) nota que a eficácia térmica da madeira é muito baixa (em torno de 10%); mais elevada no carvão (30% a 40%) e ultrapassa 50% com o emprego de hidrocarbonetos.

frações eficientemente econômicas; ii) sua relativa polivalência possibilita um alto nível de participação em diversas atividades econômicas (da caldeira industrial à fundição do ferro); iii) suas condições de exploração determinaram, até meados do século XX, uma crescente elasticidade-oferta, não oferecendo obstáculos aos ciclos de acumulação.

No final do século XIX já estavam postas as premissas para a expansão mundial do capitalismo, como também já se observava os sinais mais manifestos de crises econômicas, que deixaram de ser somente locais ou situadas em países específicos, e se tornaram a partir de 1875 crises internacionais[11].

A transição do modelo energético Inglês, fundado no carvão mineral, para o modelo energético norte-americano, fundado no petróleo, demorará ainda algumas décadas, porém já na primeira década do século XX já era notáveis a perda de poder do Império Britânico e sua rápida substituição pelas duas maiores economias que emergiam velozmente: a Alemanha e os EUA (conferir Hobsbawm, 1988).

5. O modelo energético fóssil norte-americano

O chamado modelo fordista de desenvolvimento, baseado em um regime de acumulação e modo de consumo intensivo foi à marca da predominância do poder imperial do capitalismo norte-americano, principalmente a partir da segunda metade do século XX[12]. Alvater (1995:225) denomina de *fordismo fossílistico* ao modelo de desenvolvimento que se estruturará a partir dos EUA, sendo que o uso do petróleo como insumo energético cumprirá importante papel na dinâmica econômica desse modelo.

[11] Hobsbawm (1988:56) nota que por *volta de 1870, o progresso do mundo burguês chegara a um ponto em que vozes mais céticas, ou mesmo mais pessimistas, começaram a ser ouvidas. E elas eram reforçadas pela situação em que o mundo se encontrava nos anos de 1870, e que poucos haviam previsto. Os alicerces econômicos da civilização que avançava foram abalados por tremores. Após uma geração de expansão sem precedentes, a economia mundial estava em crise.*

[12] O fordismo pode ser entendido como o padrão de crescimento econômico característico das economias capitalistas centrais no pós-guerra. Os autores da chamada Escola da Regulação Francesa entendem que o crescimento econômico fenomenal do pós-guerra dependeu de uma série de compromissos e reposicionamentos econômicos por parte dos principais atores do processo de desenvolvimento capitalista, para uma boa revisão do termo e pontos críticos dessa teoria conferir Boyer (1986), Lipietz (1989).

O modelo norte-americano baseou-se na expansão do mercado de consumo interno e em condições de aceleração do tempo de rotação do capital fixo, superior aquele verificado no período de auge da economia inglesa. Como notou Mandel (1982:157-158) a busca *sistemática e contínua de inovações tecnológicas e dos superlucros correspondentes torna-se o padrão característico das empresas do capitalismo tardio, especialmente das grandes empresas de capital aberto*.

Já no nascedouro esse modelo demonstrava uma enorme capacidade de mediante incremento tecnológico, e concorrência concentrada em grandes oligopólios industriais alimentar o ciclo de acumulação. A utilização da energia fóssil e da eletricidade acompanhou essa dinâmica, como é possível observar pelo conjunto de invenções que levaram ao desenvolvimento do automóvel nas duas primeiras décadas do século XX[13].

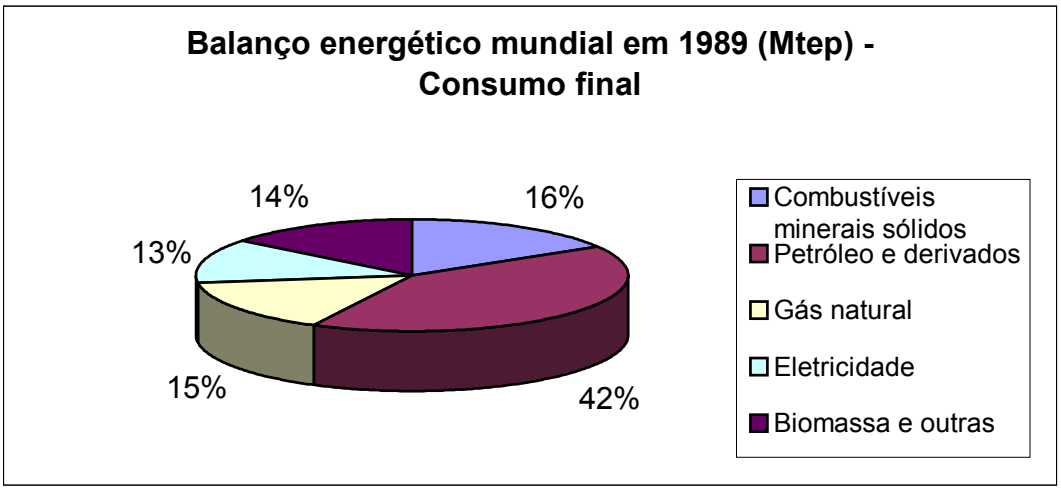
O modelo de desenvolvimento será tão marcado pelo uso do automóvel e pela específica forma de produção desse bem na linha de montagem preconizada e efetivada por Henry Ford, que o título *fordismo* denominará com grande exatidão o padrão de acumulação capitalista do século XX.

A extensão do desenvolvimento do automóvel nos EUA pode ser medida pela capacidade energética instalada no país, sendo que em 1935 dos 930 milhões de quilowatts disponíveis, três quartos correspondiam ao automóvel e somente 3,5% às centrais elétricas (Deléage et alii, 1993:195). Esse modelo se estende a um terço da humanidade após a segunda guerra mundial, o que Hobsbamw (1996:258-259) observa como um sinal de riqueza das economias ocidentais, principalmente européias e norte-americana. Deste modo, por exemplo, em 1938 havia na Itália cerca de 750 mil carros particulares, o que representava somente 5% dos 15 milhões de automóveis rodando naquele país em 1975 (conferir Hobsbwm, 1996:259).

O balanço energético mundial é ilustrativo das dimensões e importância que o combustível fóssil (sólido, petróleo e gás natural) tomou na economia capitalista desenvolvida. O gráfico

[13] Deléage et.alii. (1993:193-194) observa que *a invenção do motor de explosão levou a um novo salto na utilização da energia fóssil (...). O rendimento do novo motor era melhor que o da máquina a vapor (cerca de 15%, contra 10%), mas os fatores decisivos de sua adoção e de seu rápido desenvolvimento eram mais ligados a seu peso reduzido, à autonomia que permitia e à utilização de um combustível barato (...), a gasolina (...).*

abaixo reproduz a distribuição percentual em termos globais das principais fontes energéticas em termos de consumo final. Os combustíveis fósseis representam quase 73% do balanço energético mundial, sendo que o petróleo responde sozinho por 42% do total do consumo final.



Fonte: Enerdata (apud Martin 1992:19).

O petróleo apresenta as condições necessárias à aceleração da rotação do capital, convergindo diversas características que o tornam a um só tempo base energética das principais economias e sustentação de uma importante indústria em si mesmo. O petróleo supera largamente as outras fontes quanto as três características básicas necessárias ao processo de acumulação: (i) possibilita uma menor fixação de capital; (ii) grande polivalência em termos de uso; (iii) crescente elasticidade-oferta. Acrescente-se outras três que o define como a forma *insuperável* de combustível capitalista: (iv) seu processo produtivo estabelece uma cadeia de negócios, com grandes ramificações, seja para frente, seja para traz; (v) facilita pesquisas tecnológicas que garantem crescente rentabilidade dos aparelhos conversores; (vi) possibilita renda diferencial aos principais países produtores e as *majors* que controlam o ciclo de refino e transporte.

Ao enumerarmos as características acima não estamos desconsiderando aspectos ambientais que serão ponderados no último item deste artigo, porém levando em conta somente os fatores que são pontuados pela racionalidade econômica privada capitalista.

A menor fixação de capital, diz respeito não ao processo em si de produção petrolífera e sim a dinâmica de acumulação geral. De outro modo, os diversos setores da economia e especificamente o DI das economias centrais, se beneficiam de três fatores característicos do uso do petróleo: i) flexibilidade produtiva, ou seja, bastam alguns dias para aumentar a oferta; ii) grande facilidade no transporte e armazenamento; iii) grande estabilidade histórica nos preços médios, mesmo considerando as crises de 1973 e 1979[14].

As grandes empresas oligopolistas podem dispor de uma fonte barata de energia, que possibilita um uso mais intensivo do maquinário e uma certa descentralização das plantas de produção, buscando locais do planeta em que a força de trabalho seja mais barata ou haja matérias-primas estratégicas, obtendo aumento na mais-valia absoluta e que garante um crescimento relativo na taxa média de lucro global dessas grandes empresas[15].

A polivalência de uso, cadeia de negócios que estabelece e o sistema de pesquisas e tecnologia, constituída em torno do petróleo levaram a desenvolver-se um segmento econômico dos mais diversificados. O controle desse segmento econômico por um cartel de grandes empresas (o grupo das "Sete Irmãs") dos países centrais (EUA, Europa), expressa que o domínio sobre os combustíveis fósseis passa a oferecer um poder estratégico a quem os detêm ou controla. Martin (1992:102-103) observa que a *indústria petrolífera de 1990 é muito diferente da de 1970* (...), [porém], *as* majors ainda controlam 40% do mercado mundial.

Em função da localização das jazidas, em grande parte centralizadas em regiões economicamente periféricas, acrescentou-se aos aspectos micro e macroeconômicos, fatores de políticas de Estado. A garantia de renda diferencial obtida por aspectos logísticos de exploração dos poços de petróleo e pelas políticas de controle estatal sobre as jazidas, levou ao aparecimento e expansão de empresas nacionais em alguns países produtores. O mesmo Martin, citado acima, nota que *30 a 50 companhias petrolíferas são empresas nacionais*

[14] Martin (1992:30-31) nos oferece os seguintes dados: com "um tanque de 250.000 tpl (tonelagem de porte limite), o custo de transporte de um barril de petróleo bruto entre o Oriente Médio e a Europa não ultrapassa 1 dólar (...). O custo técnico de produção de 5 a 6 dólares por barril não passa de uma média em uma extensa região que vai de custos inferiores a 1 dólar na maioria dos países do Oriente Médio, até 8-10 dólares nas zonas difíceis do Mar do Norte". Hobsbawm (1996:258) pondera que "um dos motivos pelos quais a Era de Ouro foi de ouro é que o preço do barril de petróleo saudita custava em média menos de dois dólares durante todo o período de 1950 a 1973, com isso tornando a energia ridiculamente barata, e barateando-a cada vez mais".

[15] Para o entendimento da conformação do espaço de exploração econômica internacional, conferir, entre outros, Chesnais (1996).

públicas das quais as maiores dispõem de cinqüenta a duzentos anos de produção (no ritmo atual) contra oito a quatorze anos para as majors. Essa mudança no perfil da indústria petrolífera é somente aparente, como nota o próprio Martin (1992:103), as *majors* ao disporem de tecnologias, meios de financiamento e grande flexibilidade adaptativa, acabam por subordinar aos seus interesses e aos Estados das economias centrais, a capacidade produtiva global. De outro modo, caso os fatores de ingerência somente empresarial em algum momento falharem, resta o uso de políticas de boicote econômico, como se deu em relação ao Iraque na década de 90, ou, em último recurso, a própria intervenção militar imperialista, como foi visto em relação ao próprio Iraque nas duas guerras do Golfo.

6. Crise energética ou crise ambiental? Quais os limites da acumulação de capital?

Como podemos observar ao longo da exposição desenvolvida, a acumulação capitalista e o crescimento econômico, vertiginoso e concentrado, dos últimos dois séculos, tiveram como contrapartida mais evidente a exploração quase completa da natureza em todos os pontos do planeta, sem falar na contradição mais imediata e fundamental das relações de produção capitalistas, que é a alienação do trabalho humano e a subordinação da maior parte da humanidade, aos interesses dos que detêm o controle financeiro do processo produtivo.

A expansão econômica do pós-guerra possibilitou a pelo menos um terço da humanidade, localizada na sua maior parte nos países da OCDE, um alto padrão de vida e a aparente sensação de que o capitalismo teria definitivamente resolvido suas contradições, pelo menos no espaço econômico restrito dos países centrais. De qualquer forma, como pondera Eric Hobsbamw (1996:257), a economia mundial cresceu a uma taxa explosiva e durante os trinta anos após a segunda guerra mundial, o capitalismo se expandiu pelos quatro cantos do globo, de tal maneira que *a produção mundial de manufaturas quadruplicou entre o início da década de 1950 e o início da década de 1970, e, o que é ainda mais impressionante, o comércio mundial de produtos manufaturados aumentou dez vezes.*

Contudo os anos seguintes à década de 1970 demonstraram que a dinâmica cíclica do capitalismo tinha alterado seu ritmo, mas não tinha eliminado sua característica de apresentar disritmias que se tornam contundentemente sérias na forma de crises de superprodução de mercadorias. Em geral, desde o século XIX, as características das crises no capitalismo foram

diagnosticadas e registradas: deflação, redução brusca da produção, diminuição do salário nominal, aumento do desemprego, escassez de crédito, embora haja abundância de capital de empréstimo inativo, aumento da taxa de juro, desvalorização dos títulos e ativos, processo falimentar generalizado. A novidade das *Décadas de Crise* do capitalismo tardio, como sustenta Hobsbawm (1996:402), é que seu *sistema de produção fora transformado pela revolução tecnológica, globalizado ou transnacionalizado em uma extensão extraordinária e com conseqüências impressionantes. Além disso, na década de 1970 tornou-se impossível ignorar as revolucionárias conseqüências sociais e culturais da Era de Ouro (...), assim como suas conseqüências ecológicas potenciais* (sem grifos no original).

Não concordamos com a tese de crise energética como pressuposto de crise geral do capitalismo, nos parece mais válido o inverso. De fato, a pretensa escassez energética e, especificamente, petrolífera que se ensaiara na década de 1970, nos chamados choques do petróleo de 1973 e 1979, foram rapidamente desfeitos nos anos da década de 1980 e 1990.

Como notaram diversos autores (Martin, 1992; Deléage et alii, 1986) o que se deu foi uma acomodação de interesses entre o cartel das "Sete Irmãs" e o recém formado cartel de produtores e exportadores (OPEP), buscando um novo preço médio de equilíbrio que satisfizesse tanto o interesse das empresas oligopolistas, quanto os interesses das elites nacionais dos países exportadores.

Martin (1992:112-113) pondera que *desde que começou em grande escala a exploração das fontes de energia fósseis, as sociedades industriais se interrogam periodicamente sobre o grau de perenidade dos recursos disponíveis*, porém nenhum *dos riscos prognosticados até agora se tornou uma verdadeira carência*, o que se explicaria pelo progresso tecnológico e pela mundialização dos sistemas de abastecimento. Os prazos estabelecidos das reservas petrolíferas devem ser relativizados pelas *regras de gestão das companhias de mineração e petrolíferas*. Como já expusemos anteriormente a escassez não deve ser entendido enquanto uma condição natural ou neutra da disponibilidade de um dado recurso, e sim relativa aos interesses da acumulação capitalista.

Deste modo, o próprio Martin (1992:113) nos explica que na medida em que as técnicas *progridem e/ou que os preços de valorização se elevam, o estoque de recursos recuperáveis aumenta* e que haveria uma dinâmica dos recursos não-renováveis, que ao nosso ver é determinada pelas presentes condições de valorização do capital, seja de empresas diretamente vinculadas ao setor petrolífero, seja pelo amálgama de interesses de outros setores capitalistas, concentrados nas economias centrais.

Os estoques ou reservas de combustíveis fósseis apresentam grande variabilidade, pelos cálculos atuais, os recursos petrolíferos mundiais são avaliados em 500 Gtep (10^9 tonelada equivalente petróleo), o que conforme a atual medida de consumo mundial, que é de 10,3 Gtep, levaria 48 anos aproximadamente para o esgotamento. Os recursos carboníferos recuperáveis, por sua vez, ultrapassam em mais de dez vezes os do petróleo, ou seja, mais ou menos 5.000 Gtep. O gás natural teria reservas calculáveis em torno de 400 Gtep. Os dados são de Martin (1992:114-115) e expressam o fato que esses recursos não seriam tão limitados, quanto inicialmente, durante o choque de 1973, teria sido divulgado.

Frente o exposto, fica mais evidente que não teríamos uma crise energética como fator responsável pela crise mais geral do capitalismo, e sim uma profunda crise ambiental provocada pela expansão desmesurada da produção de mercadorias e da dispersão energética própria do modo de produção capitalista.

A dispersão energética pode ser medida enquanto perdas durante a utilização das diversas fontes energéticas e representam quase 50% do consumo final do balanço energético mundial (conferir Martin, 1992:19). Essas perdas podem ser entendidas como ineficiência dos conversores, mas também, enquanto condição reprodutiva do capital.

Conforme vimos nos dois primeiros itens deste artigo, o processo produtivo capitalista não visa o valor de uso simplesmente, mas a obtenção de um valor de troca que garanta a expansão do capital previamente adiantado. Na medida em que não há planos, nem coordenação que determine a necessária produção social, será o mercado e a incerteza da realização do valor que determinará a validação social de uma determinada mercadoria, o que poderá ou não ocorrer, daí a chamada crise de superprodução.

Deve-se acrescer a essa dispersão, os gastos energéticos que são realizados por conta da própria lógica mercantil, por exemplo, segundo estudos realizados nos EUA, do total de lixo urbano produzido na cidade de Chicago cerca de 30% é constituído de embalagens[16]. Do mesmo modo a obsolescência programada[17] reduz o tempo de vida útil dos produtos a fim de acelerar a rotatividade do capital fixo, conforme a lógica que expusemos anteriormente. A alemã Siemens, por exemplo, em 1980 apresentava 48% das suas vendas constituídas de produtos com menos de cinco anos de mercado. Em 2001, este número havia subido para 75% (Pacheco, 2003).

A questão ambiental seria o ponto crítico da lógica do modelo capitalista de desenvolvimento. Marx (1987:172) pondera que nunca *se deve considerar o valor-de-uso o objetivo imediato capitalista. Tampouco o lucro isolado, mas o interminável processo de obter lucros*. Esse autor retorna a Aristóteles para determinar o real limite da acumulação capitalista e resgata do grande filósofo grego a distinção entre economia e crematística:

> A crematística distingue-se da economia, por "ser a circulação para ela a fonte da riqueza. E ela parece girar em torno do dinheiro, pois o dinheiro é o princípio e o fim dessa espécie de permuta. Por isso não há limites à riqueza que a crematística procura atingir. Toda arte que não é um meio para um fim, mas um fim em si mesma, não tem limites a seu afã, pois procura sempre se aproximar mais dele, enquanto as artes que procuram meios para atingir um objetivo possuem limites, uma vez que o próprio objetivo lhes estabelece os limites. No primeiro caso está a crematística que não tem limites à sua finalidade, e visa o enriquecimento absoluto..." (Aristóteles apud Marx, 1987:172).

A acumulação capitalista é por tanto uma arte crematística, sendo um fim em si mesma, seu limite parece ser o completo domínio das forças naturais, absorvendo e tornando valor ou riqueza alienada a totalidade da natureza. Longe da quimera neoclássica que considera a eficiência crescente do *homo economicus*, com sua perfeita racionalidade e maximização das utilidades marginais no limite ótimo, nos parece mais correto pensar que as condições autômatas da acumulação capitalista, irremediavelmente seja no maior ou menor prazo, açambarcará as condições ambientais planetária em prejuízo do desenvolvimento da própria humanidade.

---

[16] Conferir documentário sobre o lixo....

[17] A obsolescência refere-se ao envelhecimento ou desuso de um bem de capital (máquinas, instalações, equipamentos), em conseqüência do desgaste físico ou do surgimento de modelos tecnologicamente superiores. A obsolescência programada trata-se da programação prévia do período de durabilidade de um produto. Normalmente, em função da concorrência e da obtenção de mais-valia extraordinária ou superlucro, as empresas preparam um desgaste artificialmente curto para obrigar uma reposição mais rápida dos produtos e aceleração da rotatividade do capital fixo (conferir Mandel, 1982; Sandroni, 2001).

7. Bibliografia

ALTVATER, E. **O Preço da Riqueza**. São Paulo: UNESP, (1995).
BOYER**,** R. **A teoria da regulação: uma análise crítica**. São Paulo: Nobel, 1990.
DELÉAGE, J. P. et alli. **Uma história da energia**. Brasília: Editora da UNB, (1993).
DOBB, Maurice. **A Evolução do Capitalismo**.Rio de Janeiro: Zahar Editores, (1983).
HOBSBAWM, Eric J. **A Era do Capital**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, (1982).
HOBSBAWM, Eric J. **A Era dos Impérios** (1875/1914). Rio de Janeiro: Paz e Terra, (1988).
HOBSBAWM, Eric J. **Era dos Extremos: O breve século XX** (1914/1991). São Paulo: Companhia das Letras, (1996).
LIPIETZ, A. **Miragens e Milagres: Problemas da Industrialização no Terceiro Mundo**. São Paulo: Nobel, (1988).
MANDEL, E. **O Capitalismo Tardio**. São Paulo: Abril Cultural, (1982).
MARTIN, J-M. **A Economia Mundial da Energia**. São Paulo: UNESP, (1992).
MARX, K. **O Capital: crítica da economia política**, v. I. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira/DIFEL, (1987).
MARX, K. **O Capital: crítica da economia política**, v. II. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira/DIFEL, (1987b).
PACHECO, Paula. A era dos extremos. **Carta Capital**, São Paulo, n. 244.