



ENERGIA E CRISE AMBIENTAL: EOTÉCNICA, PALEOTÉCNICA, NEOTÉCNICA

Alexandre Magno de Melo Faria

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
dr.melofaria@gmail.com

RESUMO

Este trabalho visa discutir a crise da eotécnica, que se iniciou no século XVII e as soluções encontradas para sua superação, que gerou a chamada era paleotécnica nos séculos XVIII e XIX. Discutem-se também as principais mudanças na organização social e do trabalho com a revolução industrial, bem como as transformações da economia global durante o século XIX, que pavimentaram o caminho da neotécnica no século XX. Conclui-se com reflexões sobre a complexa interação entre a sociedade e o meio ambiente no século XXI, enfatizando as questões mais relevantes na crise ambiental contemporânea.

Palavras-chave: Energia; Eotécnica; Paleotécnica; Neotécnica; Crise ambiental.

ABSTRACT

This article discusses the crisis of eotechnic, which began in the seventeenth century and the solutions to overcome it, that generated the call was paleotechnic in the eighteenth and nineteenth centuries. It also discusses major changes in social organization and work with the industrial revolution and the transformation of the global economy during the nineteenth century, which paved neotechnic of the twentieth century. We conclude with reflections on the complex interaction between society and the environment in the twenty-first century, emphasizing the most important issues in contemporary environmental crisis.

Keywords: Energy; Eotechnic; Paleotechnic; Neotechnic; Environmental crisis.

1 DA EOTÉCNICA À PALEOTÉCNICA: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL INGLESA

Para se compreender as crises ambientais globais que se iniciaram no século XX e XXI, torna-se imperativo retroceder ao período da eotécnica e entender os pilares de sua crise e as soluções encontradas que são, em essência, a gênese de uma estrutura tecno-produtiva e social que evoluiu e se consolidou nos últimos três séculos. A eotécnica se estendeu entre os anos 1000 e 1750, dentro de uma estrutura feudal descentralizada que evoluiu para uma maior integração política, econômica e física, *pari passu* a uma intensificação da ocupação do território europeu após a peste negra do século XIV, que dizimou 1/3 da população. A base da economia era agrícola, com dependência dos fluxos energéticos de curto prazo como a água, o vento, a madeira, a tração animal e a produção agrícola anual. Com o crescimento populacional e a gradativa pressão do mercado como mecanismo de organização sócio-econômica, os limites físicos da terra passaram a serem determinantes na escolha do que produzir no final do século XVII (MUMFORD, 1998).

A eotécnica entrou em crise no século XVII, pois os recursos naturais que eram transformados por sua tecnologia não estavam garantindo a subsistência de uma crescente população. A relação população, ambiente e tecnologia da eotécnica estava próxima do limite de capacidade de suporte daquela estrutura produtiva. Neste contexto, o forte crescimento populacional na Inglaterra no século XVII gerou uma crise ecológica

endógena pela crescente escassez de recursos. A pressão sobre as terras intensificou a produção, onde a oferta de madeira já apresentava uma grave escassez neste período, os animais concorriam por alimentos com os homens e começaram as importações de trigo da Argentina e EUA para alimentar a população (HUGILL, 1993; MUMFORD, 1998).

Além disso, a instabilidade das fontes energéticas da eotécnica, em função de sazonalidades e ciclos naturais exógenos ao controle humano, impediam um cálculo racional de empreendimentos produtivos, dentro da crescente secularização imposta pelo renascimento. Não havia mais espaço físico para suportar a estrutura tecno-produtiva da eotécnica, pois o aumento da produção de alimentos implicava em mais áreas para gado de tração e madeira. Como o principal insumo era a madeira e o seu uso excessivo para aquecimento, ferramentas, máquinas e construção de casas e embarcações reduziram os estoques florestais, houve uma forte elevação dos preços da madeira e da lenha. A solução do problema ocorreu no mercado, onde o custo de oportunidade da madeira impulsionou a busca de novas fontes energéticas, tornando as já conhecidas minas de carvão mineral competitivas. Houve, assim, uma substituição de um produto orgânico com ciclo de 30 anos (a madeira) pela energia solar acumulada por milhões de anos (o carvão mineral), disponível de forma imediata. O uso do carvão removeu da sociedade os limites geográficos e a instabilidade dos fluxos naturais de curto prazo, gerando a garantia da estabilidade das fontes energéticas de origem fóssil (MUMFORD, 1998).

A utilização do carvão mineral, abundante na Inglaterra, foi a chave da passagem da eotécnica para a paleotécnica, liberando a produção dos limites ecológicos impostos pela dependência da produção orgânica. O carvão não era desconhecido, mas passou a ser uma alternativa racional apenas quando a baixa disponibilidade de madeira impôs uma solução. E, uma das vantagens latentes estava na redução das incertezas sobre a disponibilidade de energia, pois o carvão não dependia de fluxos solares de curto prazo e de sazonalidades.

Neste quadro, para Wilkinson (1974), o desenvolvimento econômico observado na Inglaterra não seria a busca de melhor eficiência produtiva, mas uma resposta ao crescimento da escassez de recursos energéticos e materiais. Desta forma, a solução da crise inglesa de escassez de madeira seria encontrar novas fontes de energia e ao mesmo tempo liberar amplas faixas de terra para produção agrícola.

Porém, dois problemas deveriam ser resolvidos. Primeiro, as minas se encontravam dispersas e distantes dos centros urbanos, o que criou a necessidade de novos meios de transporte com capacidade superior à tração animal. Nasceram as ferrovias e os canais de navegação, que reduziram drasticamente os custos de transporte. Segundo, as minas profundas precisavam ser drenadas, pois atingiam o lençol d'água. Esta situação engendrou a criação das bombas a vapor a partir de 1698, que eram mais eficientes que as máquinas mecânicas (HUGILL, 1993).

O emprego crescente do carvão permitiu a expansão das máquinas a vapor a partir do final do século XVIII, principalmente pela indústria de ferro. A era paleotécnica logo se organizou ao redor do engenho a vapor, liberando a produção de seus limites espaciais e temporais existentes na eotécnica. Pode-se dizer que a sociedade passou a usar estoques solares de longo prazo materializados no carvão (ALTVATER, 1995). A era paleotécnica estava ligada à mina e à maquinaria, enquanto a eotécnica estava ligada com o mundo orgânico. O mundo orgânico não desapareceu na nova era, mas sua produção foi descentralizada para as colônias

periféricas na América, África, Ásia e Oceania, devido a uma melhor estrutura global de transporte e comunicações (HUGILL, 1993).

Assim, houve um crescimento e concentração de fontes energéticas inanimadas advindas do mundo inorgânico na era paleotécnica. Esta capacidade de manejar grandes quantidades de energia inanimada permitiu que as indústrias a vapor pudessem se concentrar espacialmente e gerar economias de escala. Além disso, a jornada diária pode ser estendida, com a criação da iluminação artificial no interior das indústrias (HOBSBAWM, 1979). A paleotécnica foi capaz de liberar a capacidade produtiva do fluxo da natureza viva e passou a usar o estoque de recursos ecológicos formados previamente. Em resumo, na era eotécnica a produção era descentralizada, intensiva em trabalho, com limitações da jornada diária, altamente dependente dos ciclos biológicos e com pouca integração. A paleotécnica, por outro lado, baseada na máquina a vapor - mais intensiva em capital, concentrou a produção a partir de energia inanimada em novas cidades industriais, elevando as economias de escala e a produtividade, permitindo uma produção diária de 24 horas, integrando diversas regiões por ferrovias e canais de navegação.

Esta nova configuração da relação sociedade, meio ambiente e tecnologia gerou profundas transformações na organização social e do trabalho. Primeiro, há uma transferência de poder econômico das classes latifundiárias para as industriais, que passam a dominar os novos recursos e os meios de processá-los (HOBSBAWM, 1979).

Segundo, a crescente escassez de terras tencionava a uma produção crescente de matérias-primas para a indústria, cultivadas em extensas áreas. Isto gerou o movimento de fechamento de terras, que expulsou milhares de camponeses parcelários para os centros urbanos. Estes indivíduos, agora separados dos meios de produção, deveriam vender sua força de trabalho para as indústrias como estratégia de sobrevivência. As jornadas de trabalho se estendiam até o limite capacidade humana, tanto para homens quanto para mulheres e crianças. A decisão do que deveria ser produzido, quanto e para quem não era mais tarefa do produtor direto, mas do capitalista. Há uma separação do produtor de seu produto (HOBSBAWM, 1979).

Terceiro, há uma clara mudança na relação social, passando de pessoal e direta entre senhor e camponês para uma relação impessoal e indireta entre empregador e empregado. Quarto, a economia de mercado não assegurava o emprego aos trabalhadores, mas, pelo contrário, uma massa de desempregados e miseráveis mantinha os níveis salariais baixos e a sombra do desemprego sempre presentes. Quinto, há uma grande concentração da produção em espaços específicos; regionalmente em algumas cidades industriais e localmente dentro da indústria. Este novo formato de organização social da produção permitiu a acumulação de capital em um ritmo jamais visto antes (HOBSBAWM, 1979).

De certa forma, estas transformações da era paleotécnica estavam confinadas à Inglaterra até 1850. Os mercados estavam restritos à economia nacional e não havia uma forte integração comercial a nível global. Mas foi a partir da expansão do comércio mundial que o capitalismo se estruturou. A estrada de ferro, o vapor e o telégrafo representaram os meios de comunicação adequados aos meios de produção. A abertura de novos mercados incorporava o espaço geográfico para dentro da lógica do capital, a partir das transações comerciais. A expansão dos mercados foi a principal manifestação deste período. Mercados marginais

produziam produtos primários e economias centrais, como a Inglaterra, especializavam-se em produtos industriais (HUGILL, 1993).

Entre 1850 e 1870 as trocas comerciais se expandiram de forma exponencial, potencializadas por preços elevados e capital barato. As exportações de mercadorias, capitais e homens abriram mercados em regiões antes jamais habitadas. A tecnologia da paleotécnica se disseminou e transformou algumas nações de base agrícola em industrial em poucas décadas. Pode-se dizer, a partir deste período, de uma história mundial. Esta integração permitiu conectar o local com o global, atenuando crises de produção, geralmente agrícolas, que poderiam ser superadas com importações; mas ao mesmo tempo crises locais poderiam afetar regiões distantes que eram abastecidas com a produção local. Ou seja, economias conectadas poderiam sofrer uma crise internacional caso uma delas entrasse em colapso, pois o capitalismo industrial tornara-se uma genuína economia mundial (HUGILL, 1993).

Em síntese, quando a pressão demográfica aumentou, as sociedades foram forçadas a encontrar soluções para garantir a sua sustentação, pois estavam em desequilíbrio ecológico; então elas elevaram a exploração do meio natural (WILKINSON, 1974; JOHNSON e EARLE, 1979). A era eotécnica alcançou seus limites no século XVII e o uso do carvão mineral impulsionou a máquina a vapor nos séculos XVIII e XIX, que configurou uma nova era, a paleotécnica. Milhares de camponeses foram deslocados do campo e se concentraram nos centros urbanos, restando-lhes apenas sua força de trabalho como mercadoria para sua sobrevivência. As elites industriais emergentes passam a representar o poder dominante. A partir de 1850 percebe-se uma dinâmica de integração global, com avanços nas comunicações e nos transportes. Pode-se dizer que o mundo tornou-se capitalista e algumas nações se transformaram em industriais. Estavam lançadas as bases para a neotécnica incorporar o petróleo e a energia elétrica na matriz produtiva global (HOBSBAWM, 1979).

2 A TRANSIÇÃO PARA A NEOTÉCNICA

A transição para a neotécnica foi iniciada ao final do século XIX, com o desenvolvimento de novas fontes energéticas, especialmente o petróleo, e diversas inovações tecnológicas advindas desta nova trajetória. A partir do século XX e, principalmente após a II Guerra Mundial, a pressão sobre os recursos naturais do planeta alcança um nível sem precedentes, potencializada por uma democratização do consumo e o exponencial desenvolvimento econômico mundial observado, com gênese em um interessante mosaico de variáveis que complexificaram as sociedades humanas em todos os continentes. Registrou-se uma maior pressão demográfica, urbanização, consumo em massa gerado pelo fordismo, forte industrialização da economia, integração econômica global, indústria da guerra, aceleração das inovações tecnológicas e ideologias como o nacionalismo e a busca do crescimento econômico a qualquer custo (HUGILL, 1993; ALTVATER, 1995).

A transição para a neotécnica não ocorreu em função da crise de recursos que marcou a mudança para a paleotécnica, mas resultado de uma complexa interação social. Primeiro, em termos espaciais, o comércio e o transporte de longas distâncias eram relativamente fáceis, mas a população ainda se deslocava a pé para o trabalho e as indústrias dependiam do acesso de rede ferroviária. Como a máquina a vapor é

termodinamicamente ineficiente em pequena escala, o transporte de curta distância foi resolvido com o desenvolvimento do motor a combustão interna. Veículos e aviões revolucionaram a localização de atividades econômicas, pois sua flexibilidade e velocidade forneceram uma alternativa à ferrovia, que necessita de grandes quantidades de carga para ser viável, e ao navio, que é eficiente em transporte de carga, mas muito lento para transportar impacientes seres humanos por longas distâncias (MUMFORD, 1998).

O caminhão e o carro resolveram o transporte de curta distância com eficiência, porque são viáveis em escalas capilares. Nos EUA e Canadá o automóvel logo se popularizou na primeira metade do século XX. Na Europa somente a partir da década de 1950 e no Japão a partir de 1960, onde as bicicletas ainda eram o principal meio de transporte urbano. O avião permitiu uma maior liberdade de localização e uma centralização do controle das operações na matriz. Ainda do ponto de vista espacial, a energia elétrica libertou a indústria da dependência das máquinas a vapor e a água, facilitando a distribuição das máquinas dentro da planta industrial.

Segundo, a necessidade de criar capacidade de demanda para retroalimentar o sistema produtivo. A reorganização dos processos produtivos iniciada por Henry Ford em 1912, nos EUA, incorporou uma massa de trabalhadores como consumidores em uma economia crescentemente industrial. O fordismo visava democratizar o consumo de massa, criando um elo positivo entre salários e mercados. Percebeu-se que durante o século XX houve a formação de uma estrutura social mais complexa, incluindo a elite, uma classe média ligada principalmente aos serviços e trabalhadores que não eram pobres. Este movimento se difundiu pela Europa e Japão durante o século XX e incorporou milhares de pessoas como importantes consumidoras na economia de mercado. A renda real e a riqueza cresceram substancialmente na indústria e agricultura, reduzindo desigualdades regionais e a pobreza declinou substancialmente. Sem o fordismo, a história ambiental no século XX teria sido muito mais calma, pois ele impulsionou a industrialização nos países ricos e alguns países pobres. A energia elétrica também garantiu o desenvolvimento de eletrodomésticos, que melhoraram o bem-estar e incluíram as mulheres no mercado de trabalho, tornando-se consumidoras. A eletricidade também melhorou as comunicações, reduzindo os custos de deslocamento, digitalização e transmissão de grandes quantidades de dados, difundindo o padrão de produção e consumo capitalistas.

Terceiro, em termos temporais, o uso do relógio talvez tenha se sido uma precondição mais importante do que a máquina a vapor para a indústria moderna. Como o relógio nega o ritmo natural do mundo orgânico, ele criou um tempo abstrato de produção, padronizando a cadência do fluxo produtivo e de consumo. Na eotécnica, a padronização do tempo era apenas subcontinental, na paleotécnica se tornou sub-global e na neotécnica quase global.

Quarto, a geopolítica também foi importante na transição para a neotécnica. Para evitar a superprodução, o Imperialismo foi visto como uma saída com a colonização da África pelos europeus. As inovações tecnológicas também seriam uma alternativa ao excesso de produção. A concentração de inovações, no início do século XX, passou a ocorrer tanto temporal quanto espacialmente nos EUA, Alemanha e Japão, que tinham poucos investimentos na tecnologia paleotécnica e ingressaram mais firmemente na neotécnica. A Inglaterra tinha grandes estoques de capital aplicados na tecnologia paleotécnica e estava mais rígida a aceitar inovações (HOBBSAWM, 1979).

A dinâmica populacional foi outro motor de transformação do século XX, onde a crescente urbanização, crescimento populacional e a migração modificaram paisagens e impulsionaram a produção e o consumo quantitativamente e, principalmente, qualitativamente, com a criação de novas demandas para a sobrevivência no mundo moderno. Claro que estas demandas estão concentradas nos países desenvolvidos, apesar da maior parcela da população estar nos países em desenvolvimento. Observa-se o salto qualitativo do consumo quando se visualiza que a demanda de diversos recursos como água, alimentos e energia retirados da natureza cresceram em níveis muito superiores à expansão demográfica (ALTVATER, 1995).

A queda dos custos de transporte, as inovações tecnológicas e melhores redes de comunicação global levaram a uma crescente integração econômica, que permitiu que a ideologia do crescimento econômico a qualquer custo (social, ambiental, cultural, etc.) fosse difundido, bem como a busca da industrialização como estratégia de acelerado desenvolvimento econômico. O forte crescimento econômico mundial entre 1945-73 deixou clara a especialização produtiva global, onde os países desenvolvidos produziam bens industriais e os países periféricos bens agrícolas. Percebe-se uma maior complexificação desse processo ao final do século, onde alguns países periféricos como a Coreia do Sul se industrializaram com profundas transformações internas, abrindo brechas para os países em desenvolvimento queimar etapas e ascender a posições relativas superiores.

Não menos importante no século XX, como também no passado, a guerra representou um papel fundamental nas mudanças. A indústria da guerra gerou riquezas com o desenvolvimento tecnológico, a construção bélica e a reconstrução de países arrasados pelas I e II Guerras Mundiais, bem como na Guerra Fria e demais conflitos menores. A guerra foi fundamental para o crescimento econômico em diversos países.

Assim, a evolução social no século XX foi influenciada por uma complexa rede de variáveis como crescimento populacional, urbanização, consumo crescente de produtos industriais, industrialização, ideologias, guerras e mudanças tecnológicas intensas. A utilização de recursos naturais em escala, variedade e intensidade ocorreram em níveis jamais observados na história. O problema é que a matriz energética para toda esta transformação continuou sendo os combustíveis fósseis: carvão, petróleo e gás natural, que emitem resíduos, principalmente o gás carbônico (CO₂), que se acumula na atmosfera. Os resultados mais visíveis deste processo são o aquecimento global, o desmatamento de florestas tropicais e os buracos na camada de ozônio (MCNEIL, 2000).

Desde 1860 até 1990, a atividade antrópica acumulou 175 Gt de carbono na atmosfera, em um período geológico interglacial que se esperava a redução da concentração de carbono livre. O problema é que está se injetando carbono muito rapidamente, considerando a escala temporal geológica da terra. O principal efeito é o aquecimento global, o chamado efeito-estufa, que tem efeitos diretos sobre: i) a mudança dos padrões de precipitação, umidade e temperatura, ii) o degelo das calotas polares e a conseqüente elevação do nível dos oceanos, iii) o aumento da instabilidade climática, iv) a tensão sobre organismos vivos que não conseguem se adaptar aos novos ambientes, entre outros. Estas mudanças afetam diretamente todas as espécies de vida do planeta, podendo gerar perda de biodiversidade ou até mesmo alteração de ecossistemas que representam uma importante função nos ciclos biogeoquímicos (MCNEIL, 2000).

Pode-se dizer que a relação entre população, tecnologia, organização social, meio ambiente e os processos econômicos e políticos do século XX geraram uma transição global ambiental com forte transformação da cobertura vegetal, extinção de espécies, aquecimento global, poluição da atmosfera, da água, dos solos e dos oceanos e a apropriação de grande parcela da produção primária líquida dos ecossistemas terrestres. Os problemas passaram a ser globais, ou seja, mesmo aqueles espaços com reduzidas taxas de poluição e transformação de sua paisagem serão influenciados (VITOUSEK et al., 1986).

As inovações da neotécnica se concentraram em geração e distribuição de energia e sua aplicação na produção, transporte, comunicações, organização da produção e na natureza dos materiais. Por isso, pode-se dizer que a neotécnica é mais bem entendida como a era da energia elétrica e do motor a combustão interna. As potencialidades desta trajetória tecnológica são imensas. A neotécnica tem tido a capacidade de sintetizar substitutos para a matéria-prima orgânica, mudando a natureza da industrialização, como o algodão e a borracha natural, que têm sido substituídos por produtos derivados do petróleo. Na agricultura o uso de tratores e a aplicação de químicos derivados do petróleo elevaram a produtividade por hectare. O aperfeiçoamento das máquinas a combustão tem melhorado substancialmente a retirada de recursos da natureza, como minérios, madeira e carvão mineral.

Algumas ideologias difundidas principalmente pelos meios de comunicação e por lideranças políticas foram importantes na evolução da sociedade no século XX. O nacionalismo incentivou a incorporação de novas áreas produtivas e a elevação das taxas de natalidade com fins militares. O interesse pelo crescimento econômico sustentou problemas ecológicos, sociais e morais, com o argumento de que mais crescimento resolveria todos os problemas. A prioridade do supercrescimento econômico foi, sem dúvida, a mais importante ideologia do século e talvez continue por um longo período no século XXI (ALTVATER, 1995).

Por outro lado, o forte crescimento econômico mundial do século XX criou sua própria antítese, o ambientalismo, que se fortaleceu a partir de 1970. Foram duas fases: primeiro dentro dos países ricos e uma segunda fase dentro dos países pobres. Na segunda fase passou-se a discutir problemas globais: desmatamento de florestas tropicais, mudança climática e depleção da camada de ozônio, com esforços de cooperação internacional. Alguns otimistas acreditam em um nascente “regime de governança global” (MCNEIL, 2000).

Alguns problemas técnicos e politicamente simples foram controlados, mas outros como poluentes advindos de veículos e da agricultura na Europa e América do Norte ainda não foram resolvidos. Os países pobres têm sua contribuição nos problemas ambientais, principalmente destruição de ecossistemas e expansão da fronteira produtiva, muitas vezes como reflexo da pobreza e da demanda por recursos naturais dos países ricos. Os países desenvolvidos, por sua vez, contribuem com o resultado do seu consumo elevado: enormes quantidades de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Há um claro dilema dos comuns (HARDIN, 1968), onde por um lado indivíduos querem liberdade para usar recursos e suprir suas necessidades, mas reconhecem que lutar contra outros indivíduos pelos mesmos recursos é perigoso por deixá-los isolados de uma ferramenta de sobrevivência, *a atividade cooperativa em grupo*.

Ao final do século XX emergiram dois novos movimentos a nível global. Primeiro, a engenharia genética, que pretende substituir a seleção natural estabelecida por milhões de anos no mundo orgânico,

criando novos indivíduos por cruzamento de espécies. Segundo, a internet que tem potencializado o fluxo de informações e a interconexão cultural, gerando um grande “cérebro virtual mundial”. Estes fenômenos parecem criar novos desafios para a humanidade em relação ao seu meio ambiente e sua organização sociocultural.

A complexidade do século XX demonstra que a evolução social tem se transformado muito mais rapidamente. A explosão demográfica e a urbanização tencionam cada vez mais os recursos naturais, devido ao escopo e da intensidade da demanda. Como a importância da alimentação básica no custo de reprodução social tem se reduzido, deduz-se que o consumo de bens complementares industriais tem se tornado cada vez mais significativos.

A complexificação do mundo moderno implica em demandas crescentes para sustentar o crescimento econômico. Como necessidades básicas não abrem amplas possibilidades de crescimento, outros bens devem essencialmente criar sua necessidade: telefones celulares, veículos, computadores, turismo, etc. Como reflexo desta crescente utilização dos recursos naturais, uma estimativa para o ano de 1985, com então 5 bilhões de pessoas na Terra, calculou-se que ~40% da produção primária líquida (PPL) da fotossíntese dos ecossistemas terrestres estavam sendo capturadas pelos seres humanos a cada ano. Focando ecossistemas terrestres e marinhos, esta estimativa era de ~25% (VITOUSEK et al., 1986).

Estimativas de 2010 indicam que a pegada ecológica da humanidade tem superado a capacidade de suporte da Terra. O principal problema é a emissão de carbono, que representa 53% da pegada total (que deveria ser reciclada pelos autótrofos). Usa-se anualmente cerca de 1,5 vezes o fluxo sustentável de recursos. Ainda está sendo possível manter um nível de consumo acima do fluxo anual de energia sustentável ao custo da redução da cobertura vegetal, dos estoques de peixes, da acumulação de carbono na atmosfera e da redução drástica dos estoques de diversos recursos. As consequências também incluem a acumulação de resíduos a uma taxa acima da capacidade de reciclagem (GFN, 2014).

Dos 153 países analisados em 2010, 91 estavam com seu consumo energético-material acima da biocapacidade média de recursos e 62 estavam abaixo. Os países que consomem acima da média estão no grupo dos desenvolvidos ou médio desenvolvimento. Os 62 países de baixo consumo energético-material estão no grupo dos países de reduzido desenvolvimento humano (GFN, 2014). Aqui reside um grande dilema. Mantendo o padrão de desenvolvimento atual, a inserção dos países de baixo desenvolvimento teria um impacto significativo na demanda de recursos energéticos-materiais, aprofundando a crise ambiental instalada.

O problema é que as consequências agora não são locais, mas globais. É impossível saber se a humanidade está em uma genuína crise ecológica. Sabe-se que o atual modelo é ecologicamente insustentável, mas duvida-se que alguma sociedade tenha sido um dia verdadeiramente sustentável. Muitas delas mudaram de uma insustentabilidade de curto prazo para um novo modelo de insustentabilidade de longo prazo. Talvez esta seria a estratégia, fazer ajustamentos para evitar o colapso. O futuro da humanidade não é apenas desconhecido, é *certamente incerto*. O futuro é mais volátil que do que nunca, pois a tecnologia é dinâmica, as informações estão se difundindo muito rapidamente e as ideologias que moldam o comportamento também estão se alterando. O número de variáveis em jogo também se elevou de forma exponencial. Repensar a estrutura produtiva e de consumo globais a partir de uma visão que integre o meio ambiente e a sociedade

como variáveis chave é fundamental para superar os dilemas da sociedade atual e ingressar em uma nova trajetória de sustentabilidade ou, simplesmente, um período de insustentabilidade de longo prazo.

E o debate da ampliação do uso das bioenergias remete a regressar, ao menos parcialmente, ao período eotécnico. A produção de biomassa depende de variáveis de ciclo natural e sazonalidades que podem reconduzir o sistema produtivo às instabilidades e limites biofísicos dos ecossistemas. Não se quer menosprezar a importância dos biocombustíveis ou a sua capacidade de mitigar a emissão de gases de efeito estufa, mas reconhecer que o sistema produtivo capitalista começou a superar essa fonte energética no século XVII e ampliar a dependência dessa fonte energética implicaria em elevar instabilidades e riscos de fornecimento de energia.

3 CONCLUSÕES

A crise ambiental do século XXI é diferente da crise da eotécnica, porque no século XVII o problema era a carência de recursos em função da escassez aguda da terra, ou seja, dos fluxos energéticos naturais de curto prazo. O que se buscava era ingressar em uma nova trajetória que garantisse a estabilidade na oferta dos recursos. Foi a busca desta constância que propiciou o surgimento de um novo padrão de uso dos recursos naturais, independente dos ciclos instáveis de curto prazo. Desta forma, o padrão atual de uso do petróleo é apenas uma mudança qualitativa dentro de uma mesma matriz energética. As fontes inanimadas de energia representaram uma grande ruptura com o meio natural e a discussão atual de se estimular o uso de energia renovável (biocombustíveis como o etanol e biodiesel, por exemplo) seria o retorno à eotécnica e às suas variabilidades e limites geográficos. Portanto, o problema foi potencializado no século XX pelas demandas crescentes de uma população mundial que ultrapassa sete bilhões de indivíduos, mas sua gênese está na superação técnica do mundo natural.

A crise atual não é um problema de escassez de recursos, mas das externalidades negativas advindas da matriz energética paleo-neotécnica que tem alterado os fluxos biogeoquímicos essenciais para o equilíbrio da biosfera. Diferente da solução técnica do século XVII, a crise global depende da ação coletiva para garantir que oportunistas aceitem reduzir sua satisfação individual em prol do bem estar da coletividade. A decisão, portanto, está dentro da esfera política, em um campo fora de atuação da mão invisível de Adam Smith.

REFERÊNCIAS

ALTVATER, E. **O Preço da Riqueza**. São Paulo, Editora Unesp, 1995.

GFN - GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Living Planet Report**, 2014. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_basics_overview/>.

HARDIN, G. The Tragedy of Commons. **Science**, v. 62, n. 3859, p.243-1248, 1968

HOBBSAWM, E.J. **A Era do Capital: 1848-1875**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979.

HUGILL, P. Technology and Geography in the Elaboration of Capitalism. In: **World Trade since 1431**. Baltimore: John Hopkins University Press, 1993.

JOHNSON, D.; EARLE, T. **The Evolution of Human Societies**: from foraging group to agrarian state. Stanford: Stanford University Press, 1987.

MCNEIL, J. R. **Something New Under the Sun**. New York: W.W. Norton & CIA, 2000.

MUMFORD, L. **Técnica y Civilización**. Madrid: Alianza, 1998.

VITOUSEK, P.; EHRLICH, P.; EHRLICH, A.; MATSON, P. Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. **Bioscience**, v. 36, n. 6, p. 368-373, 1986.

WILKINSON, R. **Pobreza e Progresso**. São Paulo: Zahar, 1974.