Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Leonardo Masaro

Um outro fim do mundo é possível

Energia, Entropia, e o Colapso da Civilização Industrial

São Paulo
2016

Leonardo Masaro

Um outro fim do mundo é possível:

Energia, Entropia, e o Colapso da Civilização Industrial

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Cências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Filosofia

Sob a orientação do Professor Doutor
Paulo Eduardo Arantes

Área de Concentração: Filosofia

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação
Serviço de Documentação XXXX
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
da Universidade de São Paulo

M394o

Masaro, Leonardo
Um Outro Fim do Mundo é Possível / Leonardo Masaro ; orientador Paulo Arantes. - São Paulo, 2016.
182 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Filosofia. Área de concentração: Filosofia.

1. colapso. 2. entropia . 3. energia. 4. tecnologia. 5. energia renovável. I. Arantes, Paulo, orient. II. Título.

Nome: MASARO, Leonardo
Título: Um outro fim do mundo é possível

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor em Filosofia

Aprovado em: _____

Banca Examinadora:
Prof. Dr. _____
Julgamento:_____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Prof. Dr. _____
Julgamento:_____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Prof. Dr. _____
Julgamento:_____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Prof. Dr. _____
Julgamento:_____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Prof. Dr. _____
Julgamento:_____
Instituição: _____
Assinatura:_____

Agradecimentos:

Obrigado:

Paulo Arantes, pela orientação e pelos anos de aprendizado

Ildo Sauer e Igor Fuser, pelos comentários no exame de qualificação

Mariê, Geni, Maria Helena, e todos os demais funcionários do Departamento de Filosofia, sempre prestimosos

Aos companheiros dos Seminários das Quartas

CNPQ, pelo financiamento, sem o qual elas linhas não existiriam

A todos os amigos de São Paulo e São José do Rio Pardo

“Dona” Marlene

Mari

Resumo:

Nossa civilização industrial capitalista depende do crescimento econômico para reproduzir a vida humana. Para tanto, é necessário um suprimento constante de matérias-primas e energia, esta última majoritariamente na forma de hidrocarbonetos – petróleo, carvão e gás natural. Contudo, dados indicam que a energia fóssil encontra-se próxima de seu pico de produção, após o qual, excetuando-se alguma nova tecnologia revolucionária, teríamos uma quantidade decrescente de energia fóssil disponível. A análise cruzada da tecnologia empregada pelo sistema capitalista e das características quantitativas e qualitativas das energias renováveis revelam que não há fonte de energia capaz de substituir os hidrocarbonetos. Sem energia de quantidade e qualidade adequadas, o modo de vida industrial deverá passar por um processo de decrescimento econômico que pode conduzir a um novo padrão civilizacional. A partir dessa constatação, são problematizados três modelos do processo de mudança de nosso modo de vida: uma extrapolação a partir de uma teoria habermasiana dos anos 1970; o modelo dos teóricos do pico do petróleo; e o modelo ecossocialista. Por fim, busca-se ilustrar algumas alternativas possíveis ao modo de vida industrial a partir do exame de algumas "baixas tecnologias" e sua viabilidade para substituir as tecnologias dependentes de energia fóssil atuais.

Palavras-chave: energia; entropia; colapso; tecnologia; energia renovável

Abstract

Our industrial capitalist civilization depends on economic growth to reproduce human life. For só, a constant supply of raw materials and energy is necessary – in the case of energy, mostly in the form of hidrocarbons: oil, coal, and natural gas. However, data points out that fossil energy is about to reach its production peak, after which, except for the invention of a new revolutionary technology, we would have a diminishing amount of energy available. The comparative analysis of the technology used by the capitalist system and of the quantitative and qualitative characteristics of renewable energies reveal that no other energy source can substitute for hidrocarbons. Withour energy in the amount and of the quality needed, the industrial way of life shall go through a process of economic shrinking, which may conduct to a new civilizational pattern. From this reasoning, three models of the process of change in our way of life are examined: an extrapolation from a Habermasian theory of the 1970s; the model of the peak oil theorists; and the ecosocialist model. Finally, an illustration of some alternatives to our carbon-dependet way of life are given through the study of low-tech.

Key-words: energy; entropy; technology; renewable energy; collapse

Lista de Figuras:

Figura 1: modelo de curva de produção de uma bacia petrolífera.....27
Figura 2: Previsão de Hubbert x Produção de petróleo convencional nos EUA..28
Figura 3: Previsão de Hubbert para o pico do petróleo mundial.....29
Figura 4: Revisão das reservas dos países da OPEP.....30
Figura 5: Revisões nas reservas mundiais de petróleo.....31
Figura 6: Produção mundial de petróleo – 1980 a 2012.....31
Figura 7: Consumo mundial de petróleo – 1980 a 2011.....32
Figura 8: Produção x consumo mundial de petróleo – 1980 a 2012.....32
Figura 9: Banda de variação da produção mundial de petróleo e condensados..33
Figura 10: Previsão da origem do petróleo produzido até 2035.....34
Figura 11: produção mundial de petróleo entre 1600 e 2200, projeção.....34
Figura 12: Capital investido em prospecção de energia fóssil.....35
Figura 13: Investimentos em prospecção x produção de ExxonMobil, Shell e Chevron.....36
Figura 14: Consumo primário de energia chinês – 1980-2011.....38
Figura 15: Estimativa do pico do gás natural.....40
Figura 16: Revisões dos recursos de carvão mineral.....41
Figura 17: Projeção do pico do carvão.....42
Figura 18: Técnica de fraturação hidráulica.....44
Figura 19: Projeção do saldo energético do petróleo.....48
Figura 20: Energia líquida de hidorcarbonetos.....49
Figura 21: Energia líquida de fontes renováveis de energia.....50
Figura 22: Preços do petróleo 2001-2016.....53
Figura 23: Preços do petróleo 2011-2016.....62
Figura 24: Ciclos de descenso: modelo de colapso catabólico.....65
Figura 25: Geração mundial de energia solar fotovoltaica.....84

Sumário

1.....1
O apocalipse dos integrados.....3
O imaginário do colapso.....4
Mexa-se!.....6
A realidade do colapso.....8
2.....10
A batalha cósmica entre ordem e caos.....10
Energia vital.....16
Peak Oil.....26
Rolando escada abaixo.....52
3.....66
A peça faltante na reconstrução do materialismo histórico de Habermas.....66
It's gonna get real simple: Teóricos do pico do petróleo e a descomplexificação do modo de vida.....86
Organizar o decrescimento: Ecossocialismo e energia.....102
4.....116
Sí, se puede!.....116
Movimento Cidades em Transição.....121
Low tech.....125
Faça você mesmo.....143
Comunas do século XXI?.....150
5.....155
BIBLIOGRAFIA.....161

Leonardo Masaro

Um outro fim do mundo é possível

Energia, Entropia, e o Colapso da Civilização Industrial

2016

para Mariana Thibes
caipira cosmopolita

O indivíduo que trabalha é não
apenas um estabilizador do *presente*
mas também, e em muito maior escala,
um perdulário do calor solar, *passado*.

Engels

1

No filme *O Abrigo (Take Shelter, 2011)*, o trabalhador americano Curtis leva uma vida que podemos chamar de normal. Tem uma bela esposa dona-de-casa, uma filhinha, um cachorro, e sai com os amigos para beber depois do trabalho. Sua casa, embora padrão para a classe trabalhadora americana (e financiada...), é sonho de consumo da classe média brasileira e paraíso para nossa classe batalhadora, com cozinha equipada, sofás, quartos bem delimitados, e dois carros na garagem. O trabalho de perfurador de poços de petróleo, se não traz realização como as profissões liberais, também não desabona. A vida de Curtis não daria sequer bom material fílmico hollywoodiano não fossem os pesadelos que começam a lhe atormentar. São sonhos recorrentes, nos quais ele se vê, com a filha a tiracolo, ameaçado por uma tempestade de proporções bíblicas, com negras nuvens a perder de vista e tornados que se aproximam inclementes. A história fica mais interessante quando Curtis passa a interpretar literalmente seus pesadelos. Ao ser num deles mordido pelo cachorro, constrói uma área cercada para o inocente animal - e passa dias com uma dor estranha no braço atacado... Seu comportamento começa a ficar estranho; ele transparece estar atormentado. Em seus pesadelos, chove uma espécie de óleo fino, marrom claro, que impregna a pele. Os sonhos passam a incluir perseguidores, que arrombam as janelas do carro, raptam sua filha; batem à porta de casa de madrugada; trazidos pela chuva e acompanhados de trovões. Só por precaução, Curtis limpa o velho abrigo anti-tempestade, abandonado, que existe em seu quintal. É hora de procurar ajuda médica. Medicina que, porque sua empresa lhe oferece um bom plano de saúde - talvez fruto do *boom* do *fracking*: o filme se passa em Ohio, de cujas montanhas a leste se extrai o pegajoso petróleo - promete curar a surdez de sua filha. A notícia anima e tranquiliza; a vida retoma o ritmo normal.

Até que Curtis começa a ouvir, do límpido céu azul que ilumina o trabalho de perfuração, trovões. Mas tais sons só chegam a seus ouvidos: Dewart, seu melhor amigo e colega de trabalho, nada ouve. Tomado pelo pânico, enquanto dirige em fuga, avista alguns velhos contêineres à venda e o espectador logo lhe adivinha a inspiração: construir um refúgio; ampliar o pequeno abrigo até que ali caibam três. A partir desse momento, sua vida entra na espiral descendente que conduz à ruína. Curtis segue sua intuição: hipoteca a casa, compra o contêiner e equipamentos, e chama o amigo Dewart para ajudá-lo na construção do abrigo, com equipamentos emprestados - sem a devida permissão - da empresa de perfuração. Mas o abrigo e os remédios não lhe aliviam o tormento, nem mesmo após abrir o jogo com sua esposa. Os pesadelos continuam, assim como a crença inabalável na realidade literal dessas

mensagens. Após sonhar com sua mulher, ensopada da maligna chuva e rodeada de moscas, não consegue mais tratá-la do mesmo modo: recusa o seu toque. É chegada a hora da desgraça bater à porta. Descoberto seu uso indevido do equipamento da empresa, perde o emprego; no jantar beneficente onde está boa parte da cidadezinha, surta ao estilo profético, urrando que "há uma tempestade chegando, como ninguém nunca viu, e nenhum de vocês está preparado para ela!".

E, de fato, chega uma tempestade. Acordados de madrugada pela sirene de aviso, a família corre para o abrigo. Ali, como é regra do gênero, ocorre o momento de superação. Finda a tempestade, Curtis se digladiará consigo mesmo até encontrar a força interior e a confiança na família para derrotar as alucinações - pois ele continua a ouvir a tormenta lá fora - e sair para a luz do dia. As coisas se acalmam. Um psiquiatra é consultado, que recomenda férias. A família vai à praia. Pai e filha constroem castelos de areia. Sensação de normalidade. Fim?

Não exatamente. Pois eis que, no idílio litorâneo, aos poucos faz-se sentir uma estranha chuvinha. A água, amarronzada, gruda na pele. Nuvens negras tomam o horizonte. O mar está revolto por ondas gigantescas. Trovões. Furacões avançam. Desta vez, é real. Ao menos para os três.

O que chama a atenção neste filme não é exatamente o enredo - mais um filme-catástrofe, agora de inspiração sobrevivencialista, ou mais um filme sobre a loucura, quem sabe até com um pequeno toque de crítica ao *american way of life*, que novidade haveria nisso? O que impressiona é um certo clima que o filme consegue criar, e um certo sentimento que ele suscita. A história, embora obviamente dramática, é contada num ritmo lento; a família se encontra nos cafés da manhã; os assuntos são banais; a cidade é plana, e os horizontes, amplos; a luz da tarde adentra pela janela na calmaria dos subúrbios; o ritmo da montagem segue o da vida interiorana; apagar as luzes antes de dormir, e dar na pequena menina um beijo de boa noite; a música é sempre suave, repetitiva, hipnótica; o vento constante balança ternamente os ramos das árvores; do céu azul claro difunde-se a luz do sol, oblíqua e bela. Exceto na catarse (quase) final, mesmo a tormenta da loucura de Curtis não provoca rupturas neste ritmo de vida confortável e conhecido. O misto de acalento com inquietação, de segurança com medo, de familiaridade com estranheza, produz a sensação de *saudosismo*. Como se algo intimamente bom estivesse escapando lentamente, sem alarde, mas ininterruptamente, e contemplá-lo, apesar da certeza do fim, nos pusesse em território conhecido e nos acalmasse.

Será que este filme poderia ser lido como algo mais do que entretenimento, do que a história de mais um indivíduo que enlouqueceu? E se o mal-estar que ele nos apresenta, da forma precisa em que o faz, for índice de alguma coisa, quem sabe até de algo tão terrível quanto uma tempestade repleta de tornados? Se assim o for,

deve ser possível encontrar outros sinais espalhados pela cultura contemporânea. Façamos um breve exame.

O apocalipse dos integrados

Já foi notado[1] que, de algum tempo para cá, têm se proliferado os discursos catastrofistas. Sim, milenarismos são milenares, e grandes medos da aniquilação são trivialidades cotidianas desde Hiroshima. Mas a observação atenta identifica um novo tom soprando das trombetas do apocalipse - e, sobretudo, provindo das entranhas de outros músicos. A novidade é que, desde mais ou menos os anos 1970-80, crer - ou desejar - o fim dos tempos deixou de ser coisa apenas de seitas suicidas, partidos revolucionários, e ambientalistas radicais, para tornar-se algo mais *mainstream ou trivial.* "O integrados se tornaram apocalípticos[2]"; aguardar o pior tornou-se a norma, dos estudos acadêmicos aos telejornais. O "fim das utopias" chegou ao cúmulo de virar bordão de jornalista. Isso tudo numa sociedade capitalista global que não somente acredita no progresso: ela *é* o progresso. A comprovação rigorosa deste fenômeno demanda é claro um livro inteiro - e outros mais para sua explicação; mas um breve sobrevôo pode nos dar uma ideia do panorama que, ademais, convenhamos, já nos é hoje bem familiar.

A teoria da sociedade do risco, de Ulrich Beck e companhia, inova ao apresentar o progresso sob a roupagem da catástrofe. Tendo a sociedade capitalista global atingido o fim de seu processo de modernização industrial e social - assim parecia para um alemão nos anos 1980 - este mesmo processo torna-se "reflexivo", isto é, volta-se para si mesmo, passando a transformar a sociedade industrial numa sociedade do risco. Produzido como efeito colateral da modernização - como nos acidentes industriais e nucleares, no desemprego pela automação, na poluição, nas extinções - o risco torna-se uma lógica social, passando a reger relações inter-humanas e até mesmo nossa percepção. Assim, a família, reduzida ao núcleo pai-mãe-filhos pela modernização, sucumbe, pela assunção generalizada do direito ao divórcio e pela transformação do papel feminino de dona-de-casa em trabalhadora, à igualdade entre homens e mulheres, reduzindo-se à relação individual entre homem/mulher adultos e filhos. A família nuclear agora existe sob risco constante de desintegração. O emprego, pulverizado pelas ondas de terceirização, precarização, e relocalização, transforma-se no subemprego sob risco perene de desemprego. E assim por diante, até a reflexividade instaurar-se no aparato perceptivo-reflexivo ele mesmo: como há risco em tudo, a definição da "escala, grau e urgência dos riscos[3]" transforma-se em questão política, pois a ansiedade provocada pela convivência

[1] Paulo Arantes, *Uma filosofia da história (re)encontrada na rua* (2006).
[2] Paulo Arantes, *Uma filosofia da história (re)encontrada na rua* (2006), p. 3
[3] Ulrick Beck, *Risk Society: towards a new modernity* (1992) [1986], p. 46

cotidiana com o risco amplifica sua percepção, descolando o risco real do risco percebido. E, quanto mais se percebe algo como representando risco, maiores serão seus "níveis aceitáveis[4]", já que está mais difícil de contê-lo, o que implica em maior convivência real com tais riscos, que magnifica sua percepção, e assim sucessivamente, num círculo vicioso infinito. O sentimento massivamente produzido por este estado de coisas é de *ansiedade;* seu desdobramento político em nada lembra o ideal de perfectibilidade do homem com o qual convivemos nos últimos dois ou três séculos:

> Enquanto a utopia da igualdade contém uma riqueza de metas substantivas e *positivas* de mudança social, a utopia da sociedade risco mantém-se peculiarmente *negativa* e *defensiva.* Basicamente, não se está mais preocupado em alcançar algo de "bom", mas *evitar* o pior. (...) O sonho da sociedade de classes é que todos querem e devem ter uma *fatia* da torta. A utopia da sociedade do risco é que todos sejam *poupados* do envenenamento. (...) A sociedade do risco não é portanto uma sociedade revolucionária; mais do que isso, é uma sociedade catastrófica[5].

A mensagem é clara: o progresso é a própria catástrofe. Logo, o presente só pode ser uma desgraça cada vez pior. Se tal ideia pôde emergir até no campo simbólico, o que ela não terá produzido na dimensão imaginária? Conforme nos alertara Beck, na fronteira entre ciência e percepção o imaginário do risco principia a infiltrar-se. Pandemias globais, impactos de asteróides, eventos climáticos extremos e acidentes nucleares comparecem, em certa literatura científica sobre os riscos[6], lado a lado com perigos mais divertidos, como raios eletromagnéticos do espaço fritando nossa infraestrutura de comunicação e provocando o caos global, aceleradores de partículas criando buracos negros a engolir nosso sistema solar, nano-robôs fora de controle transformando toda a matéria do planeta numa gosma cinzenta, e robôs inteligentes se voltando contra seus criadores. Mas é no campo por excelência de expressão do imaginário que encontraremos atestados mais contundentes de que a fé no progresso foi substituída pela fé no colapso.

O imaginário do colapso

Dentre as artes contemporâneas que vêm tematizando o *temor* de caos e colapsos, a que lida com imagens em movimento, decerto por sua popularidade e facilidade de comunicação, tem se mostrado prolífica. Há coisa de dez anos mais ou

---

[4] Ulrick Beck, *Risk Society* [1986], p. 64

[5] Ulrick Beck, *Risk Society* [1986], p. 78-9

[6] Martins Rees, *Our Final Hour: a scientist's warning: how terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century - on Earth an beyond* (2003); John L. Casti, *X-Events: the collapse of evertything* (2012)

menos que, dentre os filmes apocalípticos, emergiu um subgênero inteiro devotado a figurar o medo de um colapso civilizacional. Filmes como *Contágio* (2011), em que uma pandemia provoca o salve-se quem puder, e *Mad Max: Estrada da Fúria* (2015), onde a vida após o fim da civilização industrial é retratada como barbárie pura, são índices de que a grande esperança no progresso vêm sendo substituída pelo grande temor do colapso. A chamada no cartaz americano de *Contágio é contundente* : *nada se espalha como o medo*[7]. Teme-se não somente a desgraça, mas também a paralisia provocada pelo próprio medo - por isso o ritual expurgatório de vê-lo representado na tela têm tanta presença na indústria cinematográfica..

Um subgênero em especial dentre os filmes apocalípticos problematiza o desafio que é viver numa sociedade pós-colapso - ou *em* colapso. Trata-se dos filmes de zumbi. Nestes, tematiza-se não a difícil experiência de sobreviver à ruína do mundo industrial, mas os desafios de regrar a conduta humana em tais circunstâncias excepcionais tornadas norma. Tome-se o caso do seriado televisivo *The Walking Dead* (2010 - presente), na verdade um grande filme com dezenas de horas, pois o enredo é cronológico e contínuo. O protagonista Rick, um policial, desperta num hospital abandonado em que não há ninguém além dele próprio e descobre que o mundo tal como existia cedeu lugar à devastação causada por hordas de zumbis que, como sabem os leitores, alimentam-se de carne humana - e qualquer um de nós que venha a ser mordido por um zumbi e sobreviva será, em poucas horas, transformado num deles. A peste se espalha, incurável. Rick vaga até encontrar um grupo de sobreviventes e junta-se a eles. Mas, na ausência de Estado, Igreja e Mercado, quem comanda quem? Logo, os zumbis se revelam o menor dos problemas. Frente ao dissenso em situação de constante tensão e perigo, a que recorrer: ao voto ou à força? Quando a sobrevivência está em jogo, devemos nos guiar por abstrações como a vontade de maioria e o comando do líder, se estamos convictos de que estão nos conduzindo à destruição? É imoral matar para preservar a própria vida? Se não, que solidariedade é possível numa situação em que a própria segurança está sob risco perene? No seriado, Rick e Shane disputam a liderança do grupo de sobreviventes com violência crescente, até que Rick mata seu desafeto e transforma-se em líder inquestionável. Muitas provações se seguem, sobretudo por conta de outros grupos de sobreviventes armados até os dentes e dispostos a tudo para sobreviver - leia-se, matar os demais seres humanos e apropriar-se de suas provisões. Personagens morrem a três por quatro e novos são incorporados ao grupo de Rick, até que vão parar na cidade de Alexandria - não a egípcia, e sim uma cidade utópica ecologicamente sustentável, auto-suficiente em energia, fortificada, regrada por instituições, onde se vive como se num subúrbio americano. Fim da história? Talvez o fosse, se os

[7] http://www.imdb.com/media/rm3544235008/tt1598778?ref_=tt_ov_i (acesso em 28 de março de 2016)

personagens conseguissem se *sentir seguros.* Mas é o oposto o que lhes acontece: vivem inquietos, indignados com a falta de prontidão militar dos alexandrinos, suspeitosos de suas reais intenções - não seria primeira armadilha em que caem - e prontos a resolver os conflitos pela violência. Tornados lobos do homem pelo processo de colapso, a vida em sociedade é para eles um desafio - breve, pois logo os zumbis furam a muralha e a luta recomeça... Trata-se de uma sociedade do risco faticamente impossível: o ideal de segurança que as anima é constantemente contrariado pela realidade, mas perdura. A unidade de solidariedade social possível parece ser o grupo de sobreviventes, uma espécie de família estendida.

A filmografia de colapso é enorme e ainda não dá sinais de cansaço; a exemplificação poderia continuar *ad nauseam*. O mais curioso é a existência de lugares reais muito semelhantes às representações fílmicas, verdadeiros *lugares colapsados.* Talvez um dos mais famosos seja a cidade de Detroit, simbólica por excelência: símbolo da industrialização fordista calcada no automóvel, da deslocalização produtiva (*Robocop,* 1987), e agora o é do colapso do industrialismo. Após perder um quarto da sua população em apenas dez anos (2000-2010), passando do máximo de dois milhões de habitantes nos anos 1950 ao mínimo de 700 mil em 2010, Detroit ostenta 40,7 homicídios por 100 mil habitantes, 1.220 crimes violentos/100.000 hab., e 90 mil incêndios por ano. Sua paisagem é um misto de natureza e ruínas: 90 mil prédios abandonados convivem com vastas extensões que, antes ocupadas por casas de madeira, hoje são pastos, bosques, plantações[8]. Um miasma de ruína a tudo ronda[9]. Paremos por aqui, antes de cometermos a maldade de mencionar a *Cracolândia* do centro de São Paulo, que conta até com zumbis!

Mexa-se!

Não por acaso foi recuperada a figura do zumbi. Além de simbolizar o trabalhador abstrato reduzido hoje à única função simbólica socialmente valorizada de consumidor[10], representa o sentimento de *apatia.* Pois nos momentos em que o instinto de sobrevivência não fala mais alto, o zumbi é um ser besta, inanimado, paradão. Como tal, representa uma modalidade de reação humana possível em cenários de colapso. Algo do tipo ocorreu em Nova Orleans quando de sua destruição pela passagem do furacão Katrina. Instruídos pelo Estado a se abrigar num grande estádio esportivo, 20-30 mil pessoas se viram ali confinadas e abandonadas, sem sequer água para beber. No terceiro dia, o desespero se instala: boatos de assassinatos, estupros de crianças, gritaria, bocas espumando enraivecidas, indignação

[8] Mark Binelli, *Detroit City is The Place to Be: the afterlife of an american metropolis* (2012), p. 9;
[9] *Detropia* (2012), documentário.
[10] David McNally, "Land of the Living Dead: capitalism and the catastrophes of everyday life", *in:* Lilley *at alli, Catastrophism: the apocalyptic politics of collapse and rebirth* (2012)

gravada em câmeras portáteis. E foi só. Que se saiba, nenhum tipo de auto-organização emergiu desta desgraça; a multidão apenas obedeceu às ordens dos poucos representantes do Estado ali presentes, de permanecerem até que a ajuda chegasse[11]. Ao contrário de outras situações catastróficas, quando a solidariedade social, quem sabe um instinto humano natural, se fez presente[12]. Por que esta paralisia? Há três dias sem água nem comida, e ainda assim crentes na chegada da cavalaria? Pois há os que, mesmo levando uma vida normal em nossa civilização industrial, crêem na iminência do colapso - e tomam desde já uma atitude!

Os sobrevivencialistas[13] são talvez os mais destacados entre estes - ou ao menos os mais caricatos. Convencidos da ruína próxima de nosso modo de vida, eles decidem *estar preparados para o colapso.* O que, como todos de bom senso bem sabem, significa estocar mantimentos num refúgio seguro, e armas, muitas armas, sobretudo armas. Pois é tido como certo que, ao menor sinal de derrocada da ordem, todos se transformam instantaneamente em indivíduos perigosos, inclinados a, por segurança, atirar primeiro e perguntar depois. O homem é o lobo do homem, e seu desejo animal de sobrevivência a qualquer custo, finda a "sociedade", fala mais alto. A eficácia simbólica deste mito estruturante do mundo burguês pôde ser comprovada quando do colapso de Nova Orleans: no documentário *Quando os Diques se Romperam (When the Levees Broke*, 2006), um homem é metralhado simplesmente por passar diante de uma casa de moradores bastante "preparados" ; e o Estado se fez presente primeiro como força militar de proteção à propriedade, e só depois como exército de salvação, pois primeiro é preciso garantir a ordem, sem a qual a multidão se transforma em turba sanguinolenta, circunstância em que é impossível garantir a vida. Por isso, os sobrevivencialistas, além de alimentar uma indústria milionária, devotam seu tempo e sua imaginação à preparação para o dia D, de Desgraça - para alguns mais parecido com o dia A, de Arrebatamento, quando finalmente nos veremos livres da carga repressiva da sociedade de consumo e retornaremos à vida pia e simples do século XVIII - só que com armas melhores. Em seus livros ficcionais, que buscam imaginar o futuro, os *preppers* positivam um modo de vida calcado na prontidão militar e na lealdade ao grupo sobrevivencialista - só faltam os zumbis...

Mas nem todos ex-progressistas imaginam um futuro regressivo. Contemporâneo ao imaginário do colapso é o trans-humanismo. Calcado na certeza de que o crescimento exponencial do poder computacional conduzirá, talvez por volta de 2050, à singularidade, ou seja, à ultrapassagem da inteligência humana pela inteligência maquinal, os trans-humanistas propõe que não percamos este bonde da história,

---

[11] *When the Levees Broke: a requiem in four acts* (2006), documentário, direção de Spike Lee; David Eggers, *Zeitoun* (2009); Rebecca Solnit, *A Paradise Built in Hell: the extraordinary communities that arise in disaster* (2009), capítulo V.

[12] Rebecca Solnit, *A Paradise Built in Hell* (2009)

[13] Cf. John Wesley Rawles; interessante também é o seriado de TV americano *Preppers.*

fundindo nossos corpos - de preferência também geneticamente aprimorados - com estas máquinas, por meio de implantes e tudo o mais que a ciência possa nos brindar até lá[14], atingindo com isto a imortalidade[15]. O futuro nos brindaria com um salto evolutivo, desta vez de tipo único, pois libertaria de vez o espírito das limitações impostas pela matéria. Este é o credo da nova burguesia capitalista do Vale do Silício, que chega a criar universidades (*Google University*) para legitimar sua visão de futuro - bom, ao menos ela tem alguma, ao contrário da boa e velha burguesia industrial, financeira, e do petróleo, que se aferra às antigas fórmulas do progresso.

Mas existiria fé no progresso maior do que o trans-humanismo? Não, se não houvesse um pequeno problema: como garantir que a superior inteligência artificial não raciocine como nós e venha a concluir que os seres humanos, além de dispensáveis, representam uma ameaça àa esta nova forma de, senão vida, consciência, e decidam resolver o problema com as próprias mãos robóticas[16]. Em dez anos - talvez tenham assistido a filmes demais - muitos trans-humanistas se converteram em profetas do apocalipse, vendo sua utopia tecnológica transformar-se em pesadelo, aliás já adiantado pela ficção, de *Frankenstein* (1818) a *O Exterminador do Futuro (The Terminator*, 1984).

A realidade do colapso

A enumeração das manifestações do novo espírito colapsista do mundo encheria páginas e, pela natureza do material, nos divertiria por uma bela tarde de domingo, ao cabo da qual talvez nos sentíssemos descansados o suficiente para encarar mais uma semana de trabalho, em geral duro e sem sentido. Alguns leitores mais crédulos poderiam ficar com uma pulga atrás da orelha, mas é o preço de se estar vivo. Outros poderiam se interrogar sobre a correta explicação desta virada conceitual e imaginária[17]: por que nossa civilização industrial, marcada pelo progressismo, de repente se vê assaltada por advogados do fim do progresso, da crise sem fim, da iminência do colapso? Qual a causa de tais representações? Crise no mundo do trabalho? Medo das inevitáveis mudanças climáticas globais? Fim das grandes narrativas? Insegurança diante da nova era de guerras acabamos de entrar?

Gostaria de propor uma hipótese interpretativa um pouco diferente. Normalmente, a questão suscitada por tais fenômenos é investigada como fenômeno ideológico, situado no plano das representações sociais. O que vem acontecendo em

---

[14] Peter H. Diamandis e Steven Kotler, *Abundance: the future is better than you think* (2012)
[15] Ray Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines: when computers exceed human intelligence* (2000); Ray Kurzweil, *The Singularity is Near: when humans transcend biology* (2006).
[16] Nick Bostrom, *Superintelligence: paths, dangers, strategies* (2014)
[17] A eles recomendo a leitura de Paulo Arantes, *O Novo Tempo do Mundo: e outros estudos sobre a era da emergência* (2014)

nossa sociedade capitalista global para que ela produza representações imaginárias e simbólicas da catástrofe? Contudo, se mudarmos um pouco de perspectiva, e dirigirmos nosso olhar não mais para o ponto onde a sociedade interage consigo mesma, mas para o ponto onde ela interage com a natureza, poderemos perseguir outro caminho investigativo na busca de resposta a esta questão. Pois creio que, sem prejuízo da cientificidade, podemos nos indagar: não apenas a descrença no progresso, mas essa insistência na iminência de um colapso, na vida dominada pela ansiedade e pelo medo, antes e depois da grande catástrofe - seria ela índice de algo *concreto e real*? Seria possível investigar, sem cair (demais) no próprio imaginário da catástrofe, até que ponto estaríamos sob risco de um colapso, ou ao menos na iminência de uma mudança radical em nosso modo de vida?

Seria loucura tomar imaginário do colapso *literalmente*? Não somente como uma representação, como transformação simbólica e imaginária de uma realidade outra, mas como *intuição* de um processo sistêmico e histórico em andamento? Se não o for, fica colocada a questão: será que tememos o colapso de nosso modo de vida industrial por que ele é possível e, quiçá, já a caminho?

Mas como estudar tal assunto? Como despi-lo da pecha de profecia e encará-lo sóbria e calmamente, como mais um problema científico dentre milhares? Ora, talvez a única forma lúcida de investigar tal questão seja começar do princípio. Literalmente.

2

Esse poderoso cosmos da ordem econômica moderna, ligado aos pressupostos técnicos e econômicos da produção pela máquina, que hoje determina com pressão avassaladora o estilo de vida de todos os indivíduos que nascem dentro dessa engrenagem, e talvez continue a determinar até que cesse de queimar a última porção de combustível fóssil

Max Weber

A batalha cósmica entre ordem e caos

A vida é um processo de *metabolismo* com a natureza. Pelo trabalho, uma sociedade produz uma forma organizada de manutenção deste metabolismo. Um modo de habitação garante a manutenção da temperatura, um lugar para estoque e preparo da alimentação, e um ambiente para a interação social e o planejamento do trabalho. Uma forma de divisão do trabalho estabelece um tipo específico de extração de matérias-primas, de produção de alimentos, ferramentas e armamentos, e de criação das crianças e dos animais. Uma organização de defesa mantém a integridade de todo o organismo social diante de agressões de outras sociedades. Leis, religiões e costumes mantém a coesão social. O trabalho de produção intelectual permite a invenção de uma forma de simbolização da natureza, que fornece balizas para o trabalho metabólico. O trabalho humano, ao produzir uma forma de organização social, estabelece um modo específico de manutenção da *homeostase*, do equilíbrio metabólico entre vida e natureza.

Esse trabalho é uma verdadeira *luta contra o caos*. A habitação tem que ser constantemente reparada contra a força das intempéries e resistir às tempestades e terremotos; os estoques têm que protegidos dos ratos e insetos, e a expansão populacional ameaça romper os limites da saúde, da sociabilidade e do próprio espaço. As fontes de madeira podem acabar, ou pior, serem destruídas por raios e queimadas fora de controle; a fonte de água pode ser contaminada ou secar; as colheitas estão sujeitas a pragas, fogo e tempo ruim, e os animais a doenças e à fome. A organização de defesa tem o terrível trabalho de vencer as batalhas sob risco de saque e destruição. A medicina tem que vencer epidemias. Conflitos sociais ameaçam produzir crimes, tumultos e revoluções. Estruturas simbólicas podem resultar em perseguições, sacrifícios, queimas na fogueira, movimentos sociais que fogem ao controle. A todo instante, a *entropia* ameaça destruir a organização civilizacional humana. Palavra grega que originalmente designa o estado físico de

confusão e tonteira provocado no ser humano pelo movimento de giro, entropia é sinônimo de desordem.

Para que o trabalho anti-entrópico de luta contra as forças destrutivas da natureza, das sociedades inimigas, e internas à própria sociedade dê resultado, não bastam o sucesso e a sorte: é necessário *energia*. Todo trabalho *dissipa* energia ao ser realizado, e o metabolismo entre vida e natureza só é possível se sustentado por um *fluxo de energia*. A origem da energia pode ser rastreada até o Big Bang[18]. Quando da explosão "original", há 13,7 bilhões de anos, o universo expandiu-se e iniciou um processo de resfriamento, formando nuvens de matéria gasosa recheadas de partículas sub-atômicas e átomos de hidrogênio. Onde a quantidade de matéria era grande, a força de atração condensou essas nuvens até o ponto de colapso gravitacional, formando usinas de energia conhecidas como estrelas. Nelas, a força da gravidade é tamanha que provoca a fusão nuclear de sua matéria componente. Moléculas de hidrogênio se fundem, transformando-se em hélio e liberando energia luminosa, térmica e magnética no processo. Em estrelas maiores, o próprio hélio é vítima da gravidade e transforma-se em carbono e energia, e assim por diante: havendo matéria em grandes quantidades, o processo de fusão nuclear estelar é capaz de formar elementos químicos cada vez mais complexos e pesados, chegando até a síntese do ferro. A fusão estelar compensa a força de atração gravitacional, gerando uma entidade material estável, a queimar por milhões e milhões de anos. Calcula-se que haja no Universo mais de 170 bilhões de galáxias, com 10 milhões a 100 trilhões de estrelas cada[19].

Como tudo no Universo, contudo, essa estabilidade não é senão temporária. Após eras de funcionamento, as estrelas consomem o grosso de sua matéria estelar; nesse momento, dois desenvolvimentos possíveis conduzem ao mesmo resultado catastrófico. A força gravitacional pode superar a contra-força da fusão nuclear, provocando o colapso do núcleo da estrela, seguida por sua explosão, num evento conhecido como supernova; ou então duas estrelas-irmãs próximas podem interagir trocando matéria, o que provoca uma reação de fusão nuclear em cadeia que desestabiliza uma ou ambas as estrelas, conduzindo à explosão. Tais eventos liberam quantidades fantásticas de matéria e energia e espalham-nas pelo cosmo. Frequentemente, não se trata do mesmo tipo de matéria de antes: as temperaturas e pressões brutais do núcleo de uma supernova são capazes de gerar elementos químicos pesados (do ferro ao urânio), destinados a serem espalhados pelo universo após o cataclismo de sua explosão. As estrelas são pois usinas de processamento da energia térmica "inicial" do Big Bang. Essa energia não é apenas irradiada sob a

[18]Sobre o Universo *antes* do Big Bang, consultar Mário Novello, *Do Big Bang ao Universo Eterno* (2010)
[19]Wilson Teixeira *et alli*, *Decifrando a Terra* (2009)

forma de luz e magnetismo; ela é também reprocessada pela nucleossíntese estelar e estabilizada sob a forma de matéria altamente energética, que inevitavelmente vai parar em planetas e satélites dos trilhões de sistemas estelares a girar nos bilhões de galáxias existentes.

A energia não é, portanto, uma coisa. Ela é uma *potência de transformação.* O calor, a gravidade, a matéria, a luz e o magnetismo portam em si o poder virtual de, numa interação com outra entidade física, produzir uma transformação. O caráter evasivo dessa realidade natural fundamental levou a ciência defini-la não diretamente, mas em função de seus efeitos – chegando contudo à mesma conclusão. Assim, a física define a energia como capacidade de realizar trabalho; e o trabalho, como uma transformação da matéria. Logo, a energia é uma capacidade de transformação que se oculta nos interstícios da matéria. Ora, cabe notar que toda mudança de forma possui um sentido: *rumo ao complexo* ou *rumo ao simples* – o que é o mesmo que dizer *do menos ao mais organizado* e vice-versa. O urânio, com 92 prótons e 92 neutrôns compactados em seu núcleo e orbitado por 92 elétrons representa uma forma de organização mais complexa do que o átomo de hélio, com apenas 2 prótons, 2 nêutrons e 2 elétrons. Sua forma complexa é mantida graças a forças quânticas de ligação que, se rompidas, desfazem-se, liberando a energia nelas contidas sob a forma de calor, pressão e radiação. Ao explodir nos céus de Hiroshima, o urânio deforma-se, transformando-se em bário e criptônio, os quais logo se desintegram em energia e radiação. A destruição quase absoluta nasce da mais alta ordem naturalmente produzida. Quanto mais organizada e complexa uma entidade natural, mais energia ela contém. A energia não é uma simples medida de ordem, ela é uma realidade natural subjacente à própria ordem.

O estudo da energia pela termodinâmica conduziu à descoberta de quatro leis fundamentais, das quais duas são de supremo interesse para a compreensão da luta metabólica contra o caos. De acordo com a *lei da conservação da energia,* "no universo nada se cria, nada se perde, tudo se transforma"[20]. A energia que pulsa das estrelas, que alimenta a vida no(s) planeta(s), que emana do centro da Terra, que subjaz à matéria, que é constantemente reprocessada nas supernovas e engolida por buracos negros – a energia do Cosmos já estava toda, do primeiro ao último átimo, no Universo contida desde antes do Big Bang, e nele permanecerá, seja qual for o seu fim (ou recomeço) cientificamente imaginável. O que varia é a sua *distribuição* dentre as várias entidades do universo – distribuição cambiável, a todo momento sujeita a reorganizações. A calmaria dos gélidos espaços intergalácticos é o anverso da inquietude das jovens galáxias em processo de transformação. Em termos de energia, não há almoço grátis nem mal agostiniano: a energia não pode ser criada *ex nihilo,* nem tampouco pode ser nadificada – ela pode no máximo ser espalhada até o

[20]A frase célebre é de Lavoisier (1743-1794)

ponto de inatividade. Mesmo subjacente ao múltiplo das diferentes formas do ser natural, a energia é aquilo que se conserva a despeito da deformação de sua face visível, a matéria.

Contudo, transformável não é sinônimo de infinitamente transformável. Conforme já observado, toda transformação tem um sentido, e o preço do pedágio varia conforme a rota. Segundo a *lei da entropia,* em toda transformação, parte da energia é *dissipada* e sai do jogo das transformações energéticas, tornando-se indisponível para uso futuro. A dissipação não é uma perda, mas uma desorganização sem retorno espontâneo à forma antiga. Ao atingirem uma piscina, os raios de luz solar são refletidos pela água, mas nunca totalmente: nesse contato, parte deles terá uma parcela de sua energia dissipada sob a forma de calor, aquecendo a água da piscina. A energia que entrou é quantitativamente idêntica à energia refletida *mais* a energia do calor – porém o calor não é capaz de iluminar. Ao mudar de forma, as propriedades da matéria luminosa foram perdidas, pois ela se desorganizou. Do ponto de vista da energia organizada sob forma de luz, o saldo é negativo: menos luz saiu da piscina do que entrou, pois parte dela foi degradada em calor pela dissipação entrópica. Este é o sentido de todas as transformações *espontâneas* da natureza: do complexo rumo ao simples, da alta energia em direção à baixa energia, do Big Bang à morte térmica do Universo – em suma, *da ordem rumo à entropia.* O caos está predestinado a ser o vencedor da luta cósmica entre ordem e desordem, e não há escapatória.

A menos que haja um herói nessa história. E há! Pelo *trabalho*, é possível introduzir energia num processo de transformação e inverter seu sentido natural, produzindo ordem complexa. Assim procede a sociedade humana ao construir habitação, defesa, medicina, agricultura; e também a natureza. A energia gravitacional sustenta o trabalho de fusão nuclear das estrelas; a energia cinética da Terra e da lua sustentam o trabalho das marés; a energia luminosa sustenta o trabalho metabólico de todos os seres vivos de todos os ecossistemas; a energia do combustível e do trabalho de manutenção mantém os carros cubanos rodando até hoje. Havendo uma fonte de energia, é possível a criação temporária de ordem em meio ao fluxo entrópico que conduz à imobilidade final.

Mas não haveria uma contradição entre o princípio da entropia e a ação do trabalho? Se toda energia se degrada, então de onde vêm o saldo energético positivo necessário a todo trabalho? Não deveria haver um além do universo, uma fonte de energia infinita a sustentar os inúmeros trabalhos de ordenamento realizados a cada instante? Não deveria a ordenação triunfar em última instância sobre a entropia? Ora, o trabalho anti-entrópico só é possível porque a natureza se encontra separada em *sistemas.* Tome um recipiente e encha-o de gás – por exemplo, uma panela de pressão cheia de ar. Tampe bem e observe: as moléculas de gás de nitrogênio,

oxigênio e alguns outros mais encontrar-se-ão cheias de energia cinética, colidindo velozmente umas com as outras num samba de crioulo doido molecular. Espere e observe novamente: sob a ação da entropia, após incontáveis colisões, cada qual com dissipação de energia, o gás tenderá a atingir um estado de *entropia máxima*, de igual distribuição de moléculas pelo espaço da panela de pressão. Agora tenha a brilhante idéia de acender o fogão, introduzindo energia no *sistema fechado* composto por panela e gás: em três tempos o gás retoma sua dança maluca, e é bom que você se lembre de desligar o fogo antes que o sistema todo vá pelos ares! A monotonia da distribuição idêntica representa desordem, pois não há diferença relativa entre as regiões do espaço, não se pode imaginar o contorno de figura nenhuma; denominar o estado inicial das moléculas em colisão de caos é uma analogia errônea do olhar humano; de fato, o gás da panela recém-tampada possui uma *forma*, ainda que esta nos pareça bagunçada, pois há diferença na distribuição do gás entre as regiões do espaço que ele ocupa. Na natureza, caos é sinônimo de inatividade, igualdade, indefinição. O não-idêntico, ainda que monstruoso, é uma manifestação de ordem. Às vezes apenas um passo separa a desordem aparente da ordem manifesta: substituindo a panela de pressão por uma planta industrial, e o fogo por eletricidade, veremos a transformação do ar numa substância claramente ordenada: ácido nítrico, base para certos tipos de fertilizante[21]. Isso é possível não apenas pela introdução de energia, mas também pela existência de um *sistema*, duma região separada de seus arredores por barreiras aos fluxos materiais e/ou energéticos. Há na natureza três tipos de sistema: os *isolados*, os *fechados* e os *abertos*. Os últimos trocam matéria e energia com seu ambiente exterior, como por exemplo os ecossistemas, ao passo que os fechados trocam somente energia com seus arredores, como no caso de nossa singela panela. O Universo é a rigor o único sistema isolado, pois não realiza trocas de nenhum tipo com o além do Cosmos.

Não há, portanto, contradição entre o poder ordenador do trabalho e a lei natural da entropia. Para que haja complexidade num sistema, basta utilizar energia *externa* a este sistema para adiar o encontro final com a desordem entrópica. A leoa come a zebra, que come a grama, que come a luz solar; enquanto houver dias e noites, clima equilibrado, e população estável de zebras e leões, a roda da vida continuará a girar por gerações e gerações. Da matéria cósmica que formou a Via Láctea, num pequeno ponto, o Sistema Solar, um pequeno planeta, por nós chamado Terra, conseguiu desenvolver um gradiente, uma barreira de separação contra boa parte da entropia vinda de fora: a atmosfera, que reflete radiação cósmica de efeitos entrópicos, contém gases vitais como o oxigênio, instaura o clima, e deixa passar energia luminosa, com a qual o trabalho da natureza pode fabricar a complexidade da vida. Não é preciso haver energia infinita no Universo, mas apenas a separação

[21]Processo Birkeland-Eyde

entre a energia "deles" e a "nossa". A ordem *aqui* será então paga com a desordem (menos energia) por *lá*.

Há, entretanto, um problema adicional. Se o trabalho é o único meio de combate à entropia no interior de um sistema, ao mesmo tempo não deixa de, ao dissipar energia, gerar entropia, que tende a desorganizar o sistema, desfazendo o árduo trabalho realizado. Não basta a proteção contra a entropia externa: é necessário uma defesa contra a entropia *interna* ao sistema, gerada pelo seu próprio trabalho de reprodução. Logo, para a manutenção do *equilíbrio* do sistema, só há uma alternativa: esta entropia precisa ser *exportada para outro sistema.* É o que acontece quando o escapamento de um automóvel ejeta calor e resíduos corrosivos; quando se joga fora o lixo da cozinha; quando se despeja o esgoto duma cidade rio abaixo; quando parte de uma população em dificuldades econômicas migra, aliviando a barra dos que ficaram. Eis o verdadeiro preço da ordem: *toda ordem local se mantém às custas de desordem externa, pois todo trabalho produz entropia, que precisa ser exportada*. A história da civilização maia clássica é muito ilustrativa do que acontece quando se desrespeita esta recomendação[22]. Uma das mais avançadas da antiguidade, povoando densamente os vales ao sul da península de Yucatán, seu metabolismo era baseado na agricultura de milho, que correspondia a 70% de sua dieta, seguido por feijões, alguma criação de peixes e ocasional carne de caça. A despeito do desenvolvimento de tecnologias agrícolas avançadas para seu estágio civilizacional em alguns locais, como o terraceamento e a irrigação, a ausência de animais de carga e os solos pobres, aliados ao clima sujeito a fortes secas, mantiveram a produtividade agrícola baixa, o que levou à configuração duma sociedade com uma classe camponesa abarcando 70% da população. Em muitas de suas cidades-estado, a pressão populacional logo levou ao desmatamento das encostas para a obtenção de madeira e para o cultivo agrícola, o que provocou efeitos entrópicos que prejudicaram seu sistema metabólico: os sedimentos oriundos das colinas acumularam-se nos vales, e a perda da umidade garantida pela cobertura vegetal tornou os invernos ainda mais secos. A entropia produzida pelo próprio trabalho civilizacional, presa ao sistema metabólico maia, manifestou-se sob a forma de desorganização das bases do sistema agrícola. A escassez de comida por sua vez intensificou o sistema de competição entre as cidades-estado, provocando ainda mais destruição sob a forma de guerras. Por ser uma civilização sem animais de transporte, as campanhas militares não podiam ser longas – após alguns dias, no máximo uma semana de marcha, o custo energético da viagem tornava-se impagável, ou seja, os próprios soldados consumiam toda a comida carregada – e por isso a violência bélica, inexportável,

[22]Jared Diamond, *Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso* (2005); Joseph Tainter, *The Collapse of Complex Societies* (1988). Baseio-me sobretudo em Diamond.

acabou direcionada contra a própria sociedade maia. O resultado foi aterrador: após 800 d.C. algo entre 90 a 99% da população maia literalmente sumiu do mapa.

Para existir de forma estável e se reproduzir, sociedades, espécies e organismos desenvolvem formas específicas de direcionar um ou mais fluxos de energia, de capturar e estocar energia fornecida por este(s) fluxos(s), e de exportar e/ou reciclar a entropia produzida neste processo. Cada forma de vida possui pois um certo *regime energético*[23], base para o metabolismo que lhe permite manter-se enquanto ser organizado. A história da vida é a história do surgimento de seres cada vez mais complexos, sustentados por uma sucessão de regimes energéticos sempre mais eficientes – afinal de contas, o preço da ordem é pago em energia.

Energia vital

A talvez primeira forma de vida celular, as bactérias hipertermófilas, surgidas há 3,8 bilhões de anos, tinham por ambiente chaminés vulcânicas de um planeta Terra ainda coberto por um mar escaldante. Seu metabolismo utilizava do calor ambiente – 80 a 105 graus Celsius – para fermentar compostos sulfúricos, gerando o combustível celular adenosinatrifosfato (ATP), do qual se alimentavam. O *regime energético termofílico* baseava-se pois num fluxo de energia térmica. Seu papel na crônica da vida foi importante, mas os germes de sua superação não tardaram: meros 200 ou 300 mil anos após o surgimento dos seres termofílicos a vida foi capaz de evoluir para tirar proveito de uma fonte de energia muito mais abundante – a luz solar.

Antepassados das cianobactérias inventaram uma forma de captar e estocar a energia da luz solar por meio da fotossíntese. O pigmento clorofila funciona como um painel solar, absorvendo energia luminosa, que é armazenada nas ligações químicas dos açúcares formados pela síntese de gás carbônico e água, e gerando oxigênio como subproduto[24]. Estocada no açúcar glicose, a energia solar vira fonte de alimento, e dos bons: a fotossíntese é um processo de conversão de energia "ao menos duas a três ordens de magnitude"[25] mais eficiente que a fermentação, e as cianobactérias logo se tornaram a forma de vida dominante. O *subsídio energético*[26] proveniente do *regime fototrófico* permitiu à vida ampliar enormemente seu meio ambiente, trocando as negras chaminés vulcânicas pela ensolarada superfície marinha. Ao fazê-lo, deparou-se com um dos aspectos mais terríveis do princípio cósmico da entropia. Lenta e inexoravelmente, as cianobactérias foram aumentando a concentração de oxigênio da atmosfera terrestre. Isso representava uma ameaça existencial: o oxigênio

[23]Sigo aqui a terminologia e a periodização de Frank Niele, *Energy: engine of evolution* (2005)
[24]$H_2O + CO_2$ -----> (energia da luz) ----> $O_2 + H_2O + C_6H_{12}O_6$
[25]Frank Niele, *Energy*, p. 11
[26]A expressão é de Joseph Tainter, *The Collapse of Complex Societies* (1988)

era venenoso para as cianobactérias e vários outros micróbios arcaicos. Durante milhões e milhões de anos, esses seres puderam contar com a oxidação das rochas da crosta e do manto terrestre para absorver seus detritos tóxicos; todavia, após cerca de 1,3 bilhões de anos de calma existência, o *limite entrópico* de seu meio ambiente foi ultrapassado, e começou o processo de acúmulo de oxigênio na atmosfera. O planeta vermelho transformava-se no planeta azul, cor símbolo da extinção para os seres do período fótiano.

Que as cianobactérias fossem inexoravelmente dirigidas à própria extinção era inevitável. Ao ordenar a energia solar sob a forma de glicose, os seres fotossintetizadores produziram a desordenação do que estava para além de seu meio ambiente marinho imediato - no caso, o planeta Terra como um todo. O oxigênio por eles liberado estava limitado pelo sistema atmosférico, e não podia ser exportado. A atmosfera terrestre, antes composta por níveis marcianos de gás carbônico (95%), perdeu essa sua forma com o afluxo de oxigênio. É claro que, do ponto de vista energético, o oxigênio não representava problema algum para os seres fóticos, pois eles dispunham de uma fonte de energia quase infinita, o sol. Mas do ponto de vista material, eles armaram uma arapuca. A entropia por eles produzida – o resultado do trabalho de dissipação da energia que sustentava sua existência – revelou-se desorganizadora do seu meio ambiente, metamorfoseado em veneno.

O mecanismo evolutivo da vida encarregou-se, nesse entretanto, de neutralizar a toxicidade do oxigênio. Essa invenção chama-se respiração aeróbica. Trata-se duma reação química que utiliza oxigênio para quebrar a glicose em componentes mais simples, liberando a energia nela armazenada[27]. A respiração é o modo pelo qual um organismo torna utilizável suas reservas de energia ao transformá-las em combustível celular – algo análogo à transformação de petróleo em gasolina. A respiração das cianobactérias e micróbios aparentados é anaeróbica, isto é, não envolve o oxigênio. A respiração aeróbica é pois um verdadeiro processo de *reciclagem* de oxigênio, por meio do qual a nova atmosfera terrestre torna-se enfim respirável. E a inovação biológica não pára por aí: a respiração aeróbica é uma forma de combustão das reservas de energia 20 vezes mais eficaz que a respiração anaeróbica. Agora, cada molécula de glicose resultará em 38 moléculas de ATP, enquanto a combustão anaeróbica rende apenas duas. Esta nova "tecnologia de combustão interna avançada"[28] fornecerá outro subsídio energético à vida, inaugurando o *regime aeróbico*. Com densidade energética de outra magnitude à disposição, a vida dá um salto de complexidade e aterrissa no mundo dos seres multicelulares. Finalmente o planeta Terra será povoado por plantas, animais e demais seres macroscópicos – um dos quais, o *Homo sapiens*, encontrará novas formas de capturar e utilizar energia.

---

[27] $C_6H_{12}O_6 + O_2 \text{ ---> } CO_2 + H_2O$ + energia [ATP]

[28] Frank Niele, *Energy*, p. 16

O *domínio do fogo* foi a primeira tecnologia humana a permitir a saída do "estado de natureza" representado por um modo de vida ainda próximo ao dos demais hominídeos pela instauração de um novo regime energético. Antes restrito à energia da combustão *in vivo* da comida pela digestão, pelo fogo o homem obtém acesso às vastas reservas de energia solar contidas na madeira. Acessível sob a forma de luz e calor, esse subsídio energético aprimora as condições de vida, a capacidade de trabalho e a resiliência do equilíbrio metabólico humano. O fogo controlado afugenta animais, possibilita a metalurgia, a cerâmica, e é arma de guerra; o calor aumenta a quantidade de calorias disponíveis pelo cozimento, protege do frio, e cria um local propício para interações sociais; a luz amplia o período de trabalho e a capacidade de ataque e defesa. O *regime pirocultural* permite um novo patamar de controle humano sobre sua homeostase com a natureza.

A invenção da *agricultura e do pastoreio* foi responsável pela revolução seguinte no regime metabólico da humanidade. Difundida há cerca de doze mil anos, a domesticação das plantas e dos animais é uma forma de armazenamento direcionado de energia solar que instaura uma nova relação com o meio ambiente. Antes dependente majoritariamente da oferta natural de comida, as sociedades podem agora produzir uma quantidade inédita de comida numa área reduzida. Com um rendimento energético 3 a 4 ordens de magnitude superior à caça e coleta, o *regime agrocultural* permitirá um aumento gigantesco na capacidade de suporte (*carrying capacity)* do habitat humano: de apenas 0,01 a 1 pessoa por kilômetro quadrado com a caça e coleta passa-se a 100 a 800 pessoas por km² com a agricultura tradicional[29]. Estão dadas as condições para o surgimento das cidades e da vida social complexa. O subsídio energético agrícola instaura um fluxo de energia que fornece ao trabalho humano as bases para revolucionar o metabolismo entre homem e natureza. Muitíssimas sociedades, mais ou menos injustas, dotadas de arte, organizações militares, religiões e demais formações estudadas pela antropologia ergueram-se, em sua enorme variação, sobre modos de conversão e emprego de uma mesma fonte de energia, os raios solares (e consequentes subfontes, como o vento). O conversor de energia mais notável produzido por essa modalidade de civilização foi o navio. Atingiu o auge de seu emprego como um dos instrumentos tecnologicamente mais avançados no século XVIII europeu; mas originou-se no Egito antigo, onde navios de 150 toneladas e 40 marinheiros, singravam os rios e mares, produzindo 80 cavalos-vapor, o equivalente ao motor de um automóvel pequeno comum. Tal produtividade do trabalho humano - 47 cavalos/hora por trabalhador/dia, já descontados 1 cavalo/hora consumido sob a forma de comida - era "consideravelmente em excesso de qualquer coisa antes desenvolvida sobre a terra[30]". Os romanos construíam navios mercantes de até 250 toneladas e 100-120 cv/h, performance que parece ter sido

[29]Frank Niele, *Energy*, p. 54

próxima do máximo atingido durante a antiguidade e medievo. Os navios europeus do início do período moderno carregavam de 300 a 500 toneladas, produzindo 150-250 cavalos; e os grandes navios mercantes das Companhias das Índias do século XVII e XVIII, chamados *Indiamen*, chegavam a produzir 500-750 cavalos com uma tripulação de 80 homens. Foi esta energia - e a da pólvora - que possibilitaram o domínio colonial europeu e o início do capitalismo.

Por volta de 1700, um observador poderia imaginar que a agricultura, o pastoreio e a navegação representassem o ápice do domínio humano da energia. Desde a invenção fundamental da fotossíntese, a vida tem utilizado compostos carbônicos como material de armazenamento do fluxo de energia solar e como material de base para a construção de seres organizados. Plantas e demais seres fotossintetizadores armazenam energia solar diretamente sob a forma de carboidratos, e seres não-fotossintetizadores alimentam-se de outros seres compostos majoritariamente por carbono. A agricultura e a criação de animais ampliam e concentram a quantidade de energia estocada. Onde mais se poderia armazenar energia solar? À parte a energia cinética coletável por moinhos d'água e de vento – eles próprios frutos da atmosfera e do relevo terrestres e portanto também sustentados pelo mesmo fluxo de luz solar – nosso observador poderia imaginar que a vida humana houvesse encontrado o limite de suas fontes energéticas. Daí para a frente, seria uma questão de aprimoramento da produtividade do trabalho humano, tanto o geral como o trabalho específico de coleta e armazenamento de energia – a menos que se inventasse um modo de captação e estocagem *diretas* da energia luminosa.

O fato, porém, é que sempre houve uma *outra fonte* de energia solar armazenada pela natureza. Ela é conhecida desde os primórdios da humanidade. Teofrasto (*circa* 371-287 a.C.) já observara em seu Tratado *Das Pedras* que, "dentre os materiais que são cavados por serem úteis, os conhecidos como *anthrakes* são feitos de terra e, uma vez acesos, queimam como carvão de madeira [...] e são usados por quem trabalha com metais"[31]. Na Mesopotâmia, não muito distante dos templos zoroastras onde do solo ardia um fogo perpétuo, uma substância negra lodosa brotava de fendas e fissuras, com a qual ruas eram asfaltadas, argamassa de construção era fabricada e navios eram impermeabilizados. Seu poder calorífico não passou despercebido aos militares. Na Guerra de Tróia, os navios gregos viram-se às voltas com um fogo que não podia ser apagado; na tomada da Babilônia, Ciro, o rei persa, não se intimidou e partiu para o fogo contra fogo, declarando em alto e bom som que seu exército também tinha "muito breu e estopa, que logo espalharão

[30] Fred Cottrell, *Energy and society: the relation between energy, social change, and economic development* (1955), pp. 48-50.
[31] Wikipédia, verbete *Coal*, http://en.wikipedia.org/wiki/Coal, (25 setembro 2013)

chamas por todas as direções, fazendo com que aqueles que estiverem nos telhados deixem seu posto". No século VII os bizantinos deram à arma o nome pelo qual ficou conhecida pela posteridade: *oleo incendiarum,* o fogo grego cuja receita era um segredo de Estado.[32] Marco Polo surpreendeu-se com o poder energético e com a abundância de certo tipo de pedra encontrada no norte da China:

> Há por todo o país de Catai uma espécie de rocha negra sob as montanhas, a qual eles desenterram. Quando acesa, queima como carvão de madeira, e mantém o fogo muito melhor do que a lenha. Um fogo aceso durante a noite, se bem preparado, pela manhã estará ainda queimando. É verdade que não há escassez de madeira no país, mas a multidão dos habitantes é tão imensa, e seus fogões e banhos, continuamente aquecidos, tão numerosos, que a quantidade de madeira disponível não poderia suprir a demanda; pois não há pessoa que não frequente um banho quente ao menos três vezes por semana, e diariamente durante o inverno, se estiver em seu poder fazê-lo. Todo homem de posição e riqueza tem uma banheira em sua casa para uso próprio; e o estoque de madeira logo se provaria inadequado para tão grande consumo, ao passo que essas pedras as há em grande abundância, e ali outra coisa não se queima, pois além de queimar melhor são mais baratas[33].

O carvão mineral, o gás natural, o betume e o petróleo são todos *hidrocarbonetos*, compostos de hidrogênio e carbono oriundos de algas e florestas antigas, soterradas por movimentos geológicos iniciados há 350 milhões de anos. A matéria orgânica destes seres pré-históricos, submetida a altas temperaturas e pressão, sofreu transformações químicas e resultou numa substância de densidade energética formidável em qualquer de suas várias formas possíveis. No século XVIII, na Europa, principia a surgir um modo de vida novo, baseado não mais na energia solar, mas nesta energia fóssil que, embora conhecida desde a antiguidade, até então fôra usada apenas de forma pontual. O *modo de vida industrial* é fruto da invenção de todo um novo regime energético, que hoje tomou dimensões globais: o *regime energético carbocultural.* Sua história começa com uma crise. Embora conhecido também na Europa desde tempos ancestrais, o carvão sempre fôra considerado um combustível inferior à madeira, pois, apesar de seu poder calorífico muito superior, ele produz muita fumaça e fuligem. Contudo, o crescimento populacional europeu, aliado à popularização dos animais de carga (grande consumidores de energia) conduziu à escassez de madeira, e o carvão logo tornou-se a fonte de calor dos pobres, especialmente na Inglaterra. Ao final do século XIII, Londres, então com poucos milhares de habitantes, já possuía o que no século XIX seria uma de suas marcas registradas: invernos imersos em negra fumaça. No século XVII, a crise da madeira

[32]Daniel Yergin, *O Petróleo,* (2010) pp. 24-5
[33]Adaptado de Marco Polo, *The Travels of Marco Polo the Venetian* (1908), p 215. Esse texto diverge bastante da versão original.

atingiu o ponto de obrigar a tolerância ao detestável fumacê até mesmo "nos aposentos de figuras honoráveis"[34].

Enquanto os ingleses se conformavam com a necessidade de haver-se com carvão, na falta de coisa melhor – desvantagem prestes a se converter em trunfo geopolítico – os flamengos e holandeses descobriam a afinidade intrínseca entre produção industrial em massa e energia térmica abundante. Mesmo com suas florestas praticamente extintas nos anos 1600, as Províncias Unidas mantinham-se o grande centro industrial e geopolítico do sistema-mundo capitalista pelo recurso à energia fossil. "Na Era Dourada dos Países Baixos, os holandeses não apenas faziam vidros, eles também produziam tijolos, telhas, cerâmicas [em geral, incluindo] cachimbos; eles refinavam sal e açúcar, branqueavam linho, faziam sabão, fermentavam cerveja, destilavam bebidas e assavam pão[35]" em quantidades industriais pelo recurso a um combustível fóssil abundante em brejos, pântanos, e locais alagadiços: a *turfa*. Trata-se de uma substância oriunda de restos de plantas enroscadas no meio de seu processo de conversão em carvão por falta de oxigênio. Lembrando a terra de xaxim, densa, escura e compacta, a turfa possui densidade energética próxima à da madeira (15-17 MJ/kg) e foi minerada pelos flamengos e holandeses em escala industrial, sendo extraída até mesmo do fundo de lagos, até seu quase esgotamento nos anos 1700, quando importar carvão inglês revelou-se, econômica- e energeticamente, melhor negócio.

A convivência com a "pedra negra" logo conduziu à descoberta que, além da superioridade do carvão mineral em relação ao vegetal e à turfa na metalurgia, sua submissão a um processo de cozimento análogo ao responsável pela transformação da madeira em carvão vegetal produzia uma substância de poder calorífico ainda maior, chamada coque ou carvão metalúrgico. O ferro de qualidade superior e o aço permitiram a fabricação de ferramentas de qualidade superior, o que aumentou a produtividade do trabalho. As dificuldades de extração do carvão subterrâneo levaram à invenção da máquina a vapor (1698, 1708), usada para bombear água e levantar carvão das profundezas das minas – ela própria também movida pela energia do carvão. Tal máquina realizava a transformação da energia do carvão em força motriz, dele extraindo, além do já conhecido trabalho térmico, o trabalho de produção de força e de movimento antes restrito a músculos humanos e animais. Logo o motor a vapor estava impulsionando novas máquinas automotoras: o trem (1804, 1812, 1814) e o navio a vapor (década de 1840). Durante todo o século XIX, a engenharia utilizou-se da força motriz gerada pelo carvão processado em máquinas a vapor para

[34]Frase do inglês Edmund Howes em 1631, *apud* Richard Heinberg, *The Party's Over: oil, war and the fate of industrial societies* (2005)

[35] Kris de Decker, "Medieval Smokestacks: fossil fuels in pre-industrial times", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2011/09/peat-and-coal-fossil-fuels-in-pre-industrial-times.html#more (acesso em 5 de abril de 2016)

produzir a automação de diversos processos de trabalho, com ênfase na indústria têxtil. Consequentemente, a produtividade do trabalho humano deu um salto inédito. O gás obtido do carvão encontrou uso como combustível de iluminação de cidades – Londres em 1807, Baltimore em 1816, Paris em 1820. A invenção de tinturas produzidas a partir de carvão e betume em 1854 deu início à moderna indústria química. O modelo para jornada de trabalho padrão, a muito custo regulamentada pela luta de classes, originou-se nas minas de carvão da Saxônia. Pouco a pouco, os países do noroeste da Europa e os Estados Unidos foram ampliando o papel desempenhado pelo carvão como fonte de energia para diversos tipos de trabalho; pouco a pouco, a vida cotidiana de parcelas cada vez maiores da população foi sendo transformada. "Pouco a pouco" apenas para nosso veloz ponto de vista, acostumado a ritmos chineses de urbanização e industrialização; para os habitantes da época, tamanha era a velocidade da transformação que em 1837 já era comum falar, como o economista Jérôme-Adolphe Blanqui, em *la révolution industrielle*[36].

A revolução no modo de vida norte-europeu e norte-americano, e em breve mundial, tomou novo impulso com a descoberta e aplicação da eletricidade. Transportadora e não fonte de energia, a eletricidade eliminou os inconvenientes do uso civil do carvão e permitiu maior controle sobre a energia, tornando seu uso mais seguro e sua distribuição por amplas áreas mais barata e imediata. Estava inaugurada a era das máquinas cotidianas: rádio, telefone, lâmpada, máquina de lavar, cinema, microfone, aspirador de pó, amplificador e caixas acústicas, elevador, torradeira, geladeira, bonde. O modo de vida industrial revolucionava a paisagem urbana com arranha-céus, lojas de departamento, bondes, metrô, parque de diversões. Os motores elétricos propiciaram novas possibilidades organizativas no interior das fábricas cujo impacto se mostraria revolucionário. Ao eliminar o emaranhado de polias e correias que transportavam tração para as máquinas da era do carvão – e que lhes limitava o posicionamento – a eletricidade permitiu a organização das fábricas não mais em função do sistema de força motriz, mas das necessidades do processo de trabalho. Máquinas e trabalhadores posicionados segundo o fluxo de materiais, guindastes elétricos e esteiras facilitando e organizando este deslocamento, ambientes bem iluminados por lâmpadas elétricas claríssimas: estava dada a base técnica para o espantoso salto de produtividade do sistema produtivo fordista.[37]

À eletricidade veio somar-se o petróleo. Fonte de energia fóssil ainda mais densa e calórica do que o carvão, utilizado inicialmente como lubrificante e como combustível para lamparinas na forma de querosene, seu uso se intensifica com a invenção da gasolina e do motor a explosão interna no fim do século XIX.

---

[36]Verbete *Industrial Revolution* da Wikipédia, http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution, consultado em 9 de outubro de 2013. Seu irmão mais novo era o socialista Louis-Auguste Blanqui.

[37]David E. Nye, *Consuming Power: a social history of american energies* (1998)

Combinado à fábrica fordista, conduziu ao produto-símbolo do modo de vida industrial, o automóvel – mero início de uma trajetória de brilho, que culminará neste início de século XXI num modo de produção fossilista sobretudo petrolífero. Após as vantagens bélicas da velocidade superior dos motores a explosão terem levado Churchill a encampar com sucesso a conversão da marinha britânica ao óleo diesel às vésperas da I Guerra Mundial, seguido pelo desenvolvimento do tanque e do avião de guerra, os derivados de petróleo tornaram-se a principal fonte energética e um dos mais importantes materiais do sistema produtivo capitalista global. A infraestrutura de transportes mundial é hoje totalmente dependente de petróleo; gasolina, óleo diesel e querosene movem a gigantesca frota de automóveis, motos, caminhões, navios e aviões, bem como boa parte dos trens, além de ser a matéria do asfalto; 95% da energia mundialmente gasta em transporte é derivada do petróleo[38]. A indústria química e farmacêutica é praticamente toda baseada nele, e grande parte dos objetos são feitos de plástico. A agricultura industrial – essa "arma de desertificação em massa"[39] – consiste basicamente na transformação do solo numa esponja para hidrocarbonetos: os fertilizantes, 99% dos quais fabricados pela síntese de nitrogênio do ar com hidrogênio proveniente do gás natural[40], foram os responsáveis pela explosão populacional do último século, que viu a população mundial passar de 2 para 7 bilhões de pessoas. Pesticidas são feitos a partir do petróleo, que também move os tratores e fornece a energia para bombear água. Hoje, a cada caloria de comida consumida, consome-se também outras 10 calorias de energia fóssil em sua produção[41]. Tamanha é a diferença qualitativa entre o modo de vida baseado nos hidrocarbonetos e o modo de vida agrário anterior que, visto em retrospecto, o resultado do butim do baú do tesouro fóssil aproxima-se mais de uma "revolução prometéica" comparável à revolução neolítica do que de uma simples revolução industrial[42].

Que nosso sistema metabólico e seu paralelo sócio-simbólico, o sistema econômico capitalista, sejam avalassadoramente dependentes de energia hidrocarbônica não é nada espantoso. A energia contida em um litro de petróleo equivale a toda energia gasta por uma pessoa trabalhando dez horas por dia durante duas semanas[43]. As vantagens de tal matriz energética não se reduzem, contudo, à

---

[38]Os dados são de 1999. Michael C. Ruppert, *Crossing the Rubicon: the decline of the american empire at the age of oil* (2004), p.23

[39]Dmitry Orlov, *Reinventing Collapse: the soviet example and american prospects* (2008), p. 82

[40]Richard Heinberg, *The Party's Over*, p. 66. Trata-se do famoso processo Haber-Bosch, inventado em 1909.

[41]Michael C. Ruppert, *Crossing the Rubicon* (2004), p.24; Dmitry Orlov, *Reinventing Collapse* (2008), p. 28

[42]Na famosa comparação de Nicholas Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process* (1971)

[43]Richard Heinberg, *Searching for a Miracle: 'net energy' limits & the fate of industrial society* (2009) p. 32

sua densidade energética, pois a energia fóssil possui uma série de qualidades únicas e exclusivas, não encontráveis em outras fontes de energia conhecidas nem tampouco no trabalho humano. Em primeiro lugar, as fontes fósseis são facilmente transportáveis – em especial o petróleo e o gás natural, por dutos e navios petroleiros – e possibilitam a existência de uma geografia econômica baseada em puros critérios de rentabilidade, sem depender da proximidade a localizações naturalmente dadas das fontes de energia. Parques industriais inteiros podem ser instalados a milhares de quilômetros das fontes de energia mas a poucos passos dos mercados consumidores, só para serem transferidos para continentes longínquos e sem uma gota de petróleo por perto quando o preço da mão de obra torna-se uma consideração econômica mais importante. Em segundo lugar, os suportes fósseis de energia são, para efeitos práticos, imunes à ação do tempo. Não se degradam, são facilmente armazenáveis, e podem ser utilizados 24 horas por dia, 365 dias por ano, sem a sazonalidade típica das fontes de energia renováveis nem a incômoda pausa para o descanso a que estão sujeitos homens e animais. Em terceiro lugar, o combustível fóssil permite a centralização de processos econômicos em qualquer escala desejável: não há limites para o gigantismo de fábricas e máquinas. A famosa fábrica da Foxconn chinesa possui 400 mil trabalhadores–habitantes. Em quarto lugar, as energias secundárias fósseis, como a eletricidade e os motores a combustão, permitem a miniaturização e o controle preciso do fluxo e da intensidade da energia; o resultado é uma grande mobilidade e descentralização possíveis da produção sempre que isso fizer sentido econômico. Hoje, milhares de trabalhadores bolivianos, em geral sob condição análoga à escravidão, garantem a lucratividade de boa parte da indústria têxtil paulistana. A energia de fonte fóssil é algo sem par[44].

Um episódio histórico deixa evidente as vantagens comparativas da matriz fóssil[45]. Enquanto a Grã-Bretanha fazia a sua revolução industrial baseada no carvão, os Estados Unidos realizavam uma revolução industrial própria totalmente baseada na energia cinética da água corrente dos rios, e isso a despeito de gigantescas reservas de carvão na Pensilvânia. Na região da Nova Inglaterra, epicentro do processo, centenas de pequenas fábricas ocupavam as corredeiras de rios, e gigantescas represas originavam grandes cidades-fábrica como Lowell, Lawrence, e Manchester; em meados do século XIX só o sistema do rio Merrimack contava com 900 indústrias, enquanto o do rio Connecticut, maior, abrigava três mil. Fazia muito mais sentido econômico utilizar a energia gratuita dos rios para mover o sistema industrial de polias e máquinas têxteis do que minerar por carvão, transportá-lo e depois queimá-lo em caldeiras especialmente fabricadas para isso. Mas logo os termos da equação econômica produziram o resultado inevitável.

---

[44]Elmar Altvater, *O Fim do Capitalismo como o conhecemos* (2005), especialmente pp. 138-140.
[45]David E. Nye, *Consuming Power* (1998), capítulos 2 e 3.

O fluxo d'água implicava num limite máximo para o número de rodas d'água, polias, correias e máquinas instaláveis em cada local, e a produção ficava refém dos caprichos da natureza. Gelo, pouca vazão devido à seca e vazão em excesso devido a chuvas limitavam a produção. Já as máquinas a vapor tiravam proveito das qualidades intrínsecas dos hidrocarbonetos: máquinas mais potentes e resistentes, transmissão direta e mais controlada de energia para a máquina-ferramenta, e movimento mais constante, resultando em tecido de melhor qualidade. A construção frenética de linhas de trem barateou e ampliou o transporte de carvão. Em 1840 os Estados Unidos tinham 5.325 km de ferrovias, enquanto toda a Europa possuía apenas 2.908 km; e em 1860 os EUA ostentavam inacreditáveis 48.000 km de vias férreas[46]. Uma redução adicional dos custos de transação provinha da possibilidade de instalar fábricas a carvão sempre próximas dos mercados consumidores e dimensioná-las em função destes. Toda uma panóplia de cálculos econômicos conduziam à mesma conclusão, exemplificada por estas considerações da revista *Scientific American* de 1849:

> Uma indústria movida à água (*water-mill*) localiza-se necessariamente no campo, distante das cidades, dos mercados e reservas de trabalho, dos quais ela depende. Um homem estabelece seu motor a vapor onde preferir – isto é, onde seja de seu máximo interesse plantá-lo, em meio a indústrias e mercados, tanto para suprimento quanto para consumo de uma grande cidade – onde ele estiver seguro de ter sempre braços à disposição, sem perda de tempo em procurar por eles, e onde possa comprar suas matérias-primas e vender seus produtos sem a despesa extra de um transporte duplicado.[47]

O cerne da revolução industrial americana logo se deslocou para a região de Pittsburgh, rica em depósitos de carvão e nó importante da rede ferroviária. Interessava ao capitalismo viver mais próximo de sua alma gêmea, a energia fóssil. Não aconteceu por acaso tão frutífero matrimônio: para um sistema econômico baseado na dominação do número, nada mais adequado do que uma fonte de energia capaz de corresponder, por suas qualidades intrínsecas, a imperativos puramente abstratos de transformação acelerada de trabalho humano em valor de troca. A necessidade vampiresca de reprodução ampliada do Capital é realizada (cirandas financeiras à parte) pela *aceleração* da conversão de trabalho em mais-valia relativa, conseguida pela substituição sempre maior de trabalho humano por trabalho maquinal movido pela eficiência sem par das energias fósseis. O crescimento econômico exponencial baseia-se na disponibilidade também exponencial de energia, encontrável

[46]David E. Nye, *Consuming Power* (1998), pp. 73-4.
[47]David E. Nye, *Consuming Power* (1998), p 72.

numa única substância altamente densa e maleável que atende pelo nome de hidrocarboneto.

Nossa dependência dos hidrocarbonetos, em especial do petróleo, chega ao cerne do modo de produção. Traduzindo em termos de trabalho humano o trabalho maquinal, cada habitante do mundo industrial desfruta hoje do trabalho de cem escravos invisíveis[48]. A transição para o regime energético fóssil está completa. Não há sistema produtivo existente que possa dele prescindir. E, nas poucas regiões do globo onde ele ainda não chegou, luta-se desesperadamente pela sua implantação. Na hora do triunfo, é sempre bom perguntar: e quanto ao futuro? Há limites para um sistema metabólico baseado em energia fóssil?

Peak Oil

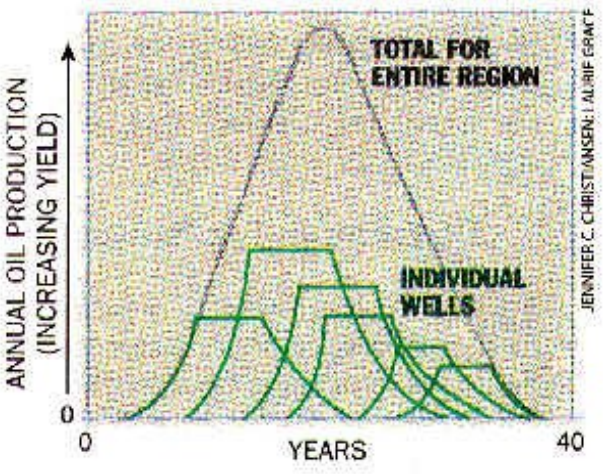
O regime energético fossilista transformou o sistema de metabolismo entre homem e natureza de um sistema aberto em um *sistema fechado*. Se nos regimes anteriores a fonte de energia era externa ao Planeta Terra (raios solares), agora o metabolismo do *Homo sapiens* depende de uma fonte de energia interna. No lugar de um *fluxo* constante e "infinito", um *estoque* de energia que deve ser extraída das entranhas da terra. Como todo recurso natural, os hidrocarbonetos estão sujeitos ao fantasma do esgotamento. Os limites do atual regime energético coincidem com a extensão das reservas de hidrocarbonetos – e o primeiro sinal de sua ultrapassagem será indicado pela situação das reservas de petróleo, o mais intensamente explorado. Por *reservas* deve-se entender a quantidade de recursos efetivamente extraíveis sob o atual estágio da tecnologia – pois é impossível extrair *todos* os recursos conhecidos. Há limites técnicos, e parte deles sempre permanecerá inacessível. Como as reservas são uma função da tecnologia de extração e do consumo atual, duas variáveis, é comum o argumento de que o progresso da tecnologia de extração e da eficiência no uso dos recursos tornam a estimativa dos limites das reservas impossível, ou no máximo bastante imprecisa e sempre mutável – para cima. Some-se a isso a constante descoberta de novas reservas e não há por que se dedicar a tal tipo de estimativa pessimista e catastrofista, nem mesmo se numa pesquisa puramente desinteressada – os mercados são sensíveis a rumores. É o que se ouve como uma ladainha por toda a imprensa mundial e da boca de economistas. O executivo Leonardo Maugeri, da empresa de petróleo e gás italiana ENI e ligado à universidade Harvard, chegou a se especializar na profetização científica de um futuro pleno de

[48]As contas variam. 150 escravos energéticos é também uma cifra muito comum na literatura. Um francês chegou à conclusão de que cada conterrâneo seu desfruta hoje de 400 escravos energéticos – muito melhor do que nos mais delirantes sonhos aristocratas. Jean-Marc Jancovici, *How much of a slavemaster am I?* http://www.manicore.com/anglais/documentation_a/slaves.html (22 outubro 2013)

petróleo e seus inumeráveis benefícios. Podemos dormir tranquilos: "do ponto de vista puramente físico, há volumes enormes de petróleo convencional e não-convencional a serem desenvolvidos, sem pico de produção à vista. O desenvolvimento pleno do potencial mundial de produção de petróleo depende apenas de preço, tecnologia e fatores políticos"[49]. E não da natureza.

O fato, porém, é que há uma forma científica de estimar com razoável precisão o esgotamento das reservas existentes, desenvolvida pelo geólogo americano M. King Hubbert nos anos 1950. Hubbert observou que cada reservatório de petróleo convencional segue uma *curva de produção*: a quantidade de óleo extraído tende a aumentar com o tempo até atingir um *pico*; daí em diante, a produção tende a diminuir até que a quantidade extraível torna-se pequena a ponto de ser economicamente desinteressante, e o campo petrolífero é abandonado. Ora, tipicamente, após a perfuração a produção cresce rápido, já que o óleo mais próximo da superfície e com maior pressão pode ser extraído com relativa facilidade. Após algum tempo – geralmente quando a metade da reserva tiver sido retirada – atinge-se o pico de produção. O óleo que restou é mais difícil de ser extraído, e a tendência é que a produção diminua tão rapidamente quanto cresceu, até atingir o ponto em que os custos de produção superam o preço do pouco petróleo extraído. Em termos matemáticos, a curva de produção de um reservatório típico é uma curva gaussiana, isto é, possui a forma de um sino. Deste modo, possuindo uma estimativa do tamanho das reservas recuperáveis e da taxa de extração, é possível projetar quanto petróleo um determinado campo produzirá e quando atingirá o seu pico e declinará.

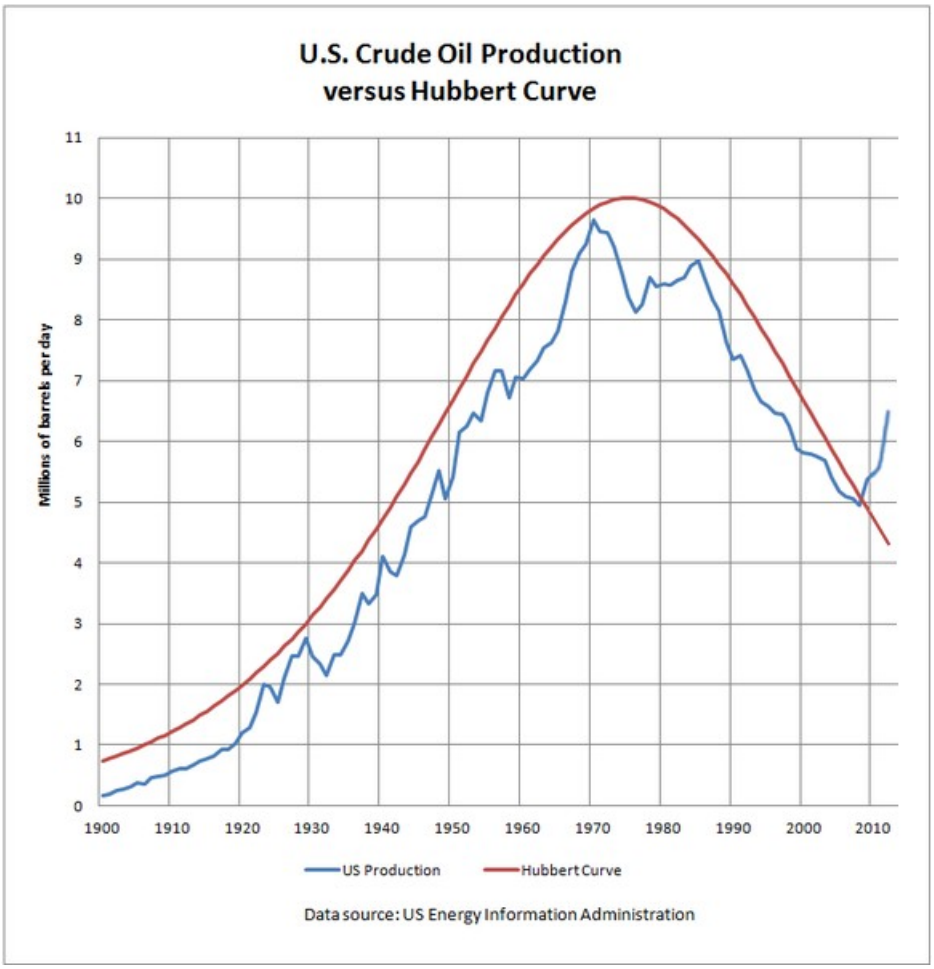
Figura 1: modelo de curva de produção de uma bacia petrolífera. Fonte: Campbell e Laherrère, "The End of Cheap Oil", *in: Scientific American,* março 1998



[49]Leonardo Maugeri, *Oil – the next revolution: the unprecedented upsurge in oil production capacity and what it means for the world* (2012), p. 65.

Ocorre que também é possível estimar o *ritmo de descoberta* de novas reservas de petróleo. Os anos 1930 foram marcados por grandes descobertas nos EUA, que não se repetiram, a despeito do aumento dramático da prospecção nas décadas seguintes. Hubbert observou que a taxa de descoberta também seguia uma curva gaussiana. Como os campos mais acessíveis tendem a ser descobertos primeiro, fica cada vez mais difícil descobrir novos. Desta forma, seria possível estimar também a quantidade total de petróleo existente no globo. Estava com a faca e o queijo nas mãos: em 1956, Hubbert polemizou ao generalizar este tipo de cálculo para todos as reservas petrolíferas então conhecidas dos EUA, mais as descobertas futuras projetadas, e chegar à conclusão que o pico de produção deste país seria atingido entre 1966 e 1972. Eis a sua previsão face à realidade hoje conhecida:

Figura 2: Previsão de Hubbert x Produção de petróleo convencional nos EUA. Fonte: US Energy Information Administration



Aplicando o método às reservas mundiais então conhecidas, Hubbert projetou a seguinte curva de produção e declínio do petróleo mundial:

Figura 3: previsão de Hubbert para o pico do petróleo mundial

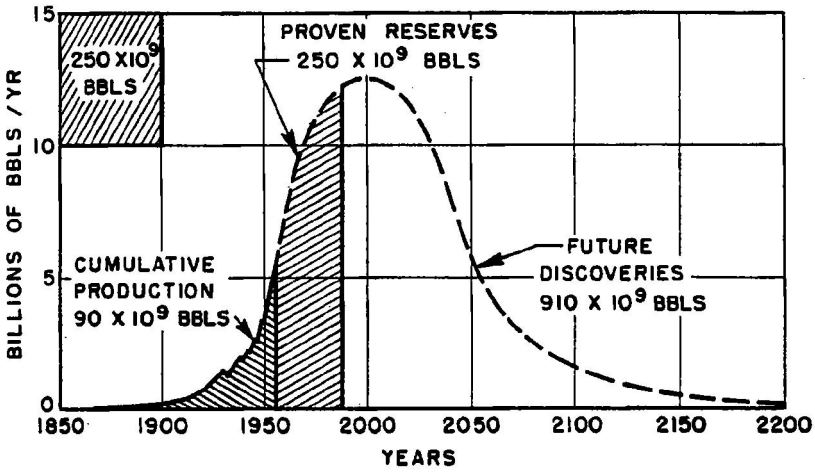


Figure 20 - Ultimate world crude-oil production based upon initial reserves of 1250 billion barrels.

Na previsão de Hubbert, o pico do petróleo mundial deveria acontecer entre 1990 e 2000. Desde então, diversos aprimoramentos e variações do método de Hubbert foram desenvolvidos. Em 1998 Colin Campbell e Jean Laherrère utilizaram diferentes técnicas e previram o pico para antes de 2010[50]. Kenneth Deffeyes estimou-o para 2005[51]. Nenhuma das previsões se pretende exata – mesmo porque os dados das estimativas não podem ser considerados confiáveis. Em 1987, os países membros da OPEP divulgaram uma revisão de suas reservas que implicou num grande e misterioso salto na quantidade absoluta de petróleo por eles supostamente possuída. Misterioso porque não correspondia a novas descobertas, dado que "80% do petróleo produzido em 1998 provinha de campos descobertos antes de 1973, a maioria dos quais em declínio"[52]; e grande porque o aumento em alguns casos chegou a quase 200%.

Figura 4: Revisão das reservas dos países da OPEP. Fonte: Richard Heinberg, *The Party's Over*, p. 104

[50]Colin J. Campbell e Jean Laherrère, *The End of Cheap Oil*, in: *Scientific American March 1998*
[51]Kenneth Deffeyes, *Hubbert's Peak: the impending world oil shortage* [2001] (2009)
[52]Colin J. Campbell e Jean Laherrère, *The End of Cheap Oil*, in: *Scientific American March 1998* p. 80

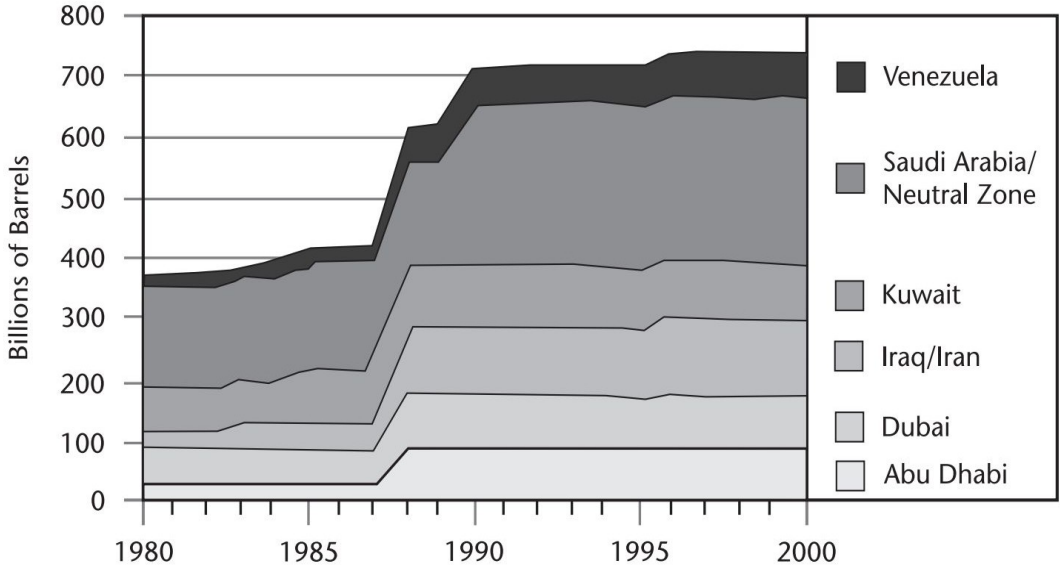
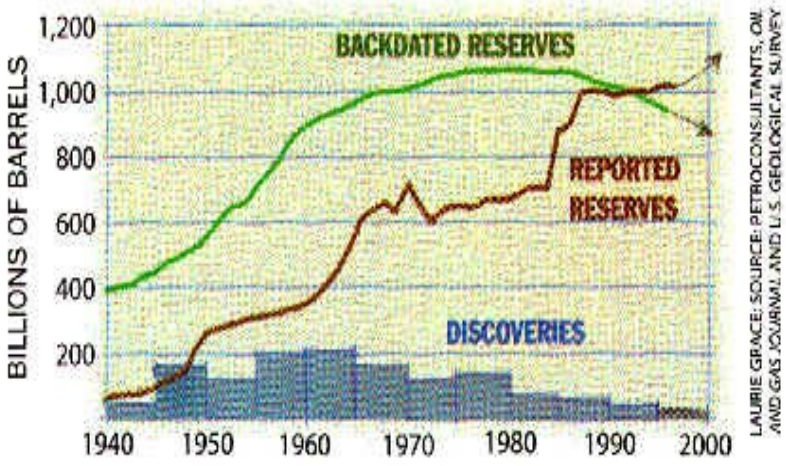


Figure 9. Dubious reserve revisions by OPEC countries in 1986 and 1987, in billions of barrels (Source: C. J. Campbell)

Tal inflação sistemática é explicada pela política de cotas da OPEP. O cartel utiliza as reservas declaradas para o cálculo da cota de exportação correspondente a cada país. Numa época de vacas magras, quando o barril de petróleo valia míseros 10 dólares em junho de 1986, a única forma de fazer caixa sem violar as regras acordadas era pelo aumento das reservas nominais. O mesmo costuma ocorrer com empresas privadas de capital aberto, ávidas por passar a informação de que seu valor de mercado possui sólido lastro real e boas perspectivas futuras. Por conta dessas revisões constantes, as reservas mundiais de petróleo dão a aparência de crescer sempre. No final de 2012 as reservas mundiais comprovadas atingiram a marca recorde de 1,668 trilhões de barris, graças ao crescimento de 26% (350 bilhões de barris) na última década[53]. Porém, se anularmos todas essas revisões retrospectivas, utilizando como dados as estimativas do tamanho das reservas feita à época da descoberta dos principais campos petrolíferos mundiais, o tamanho das reservas mundiais literalmente muda de figura:

Figura 5: Revisões nas reservas mundiais de petróleo. Fonte: U.S. Geological Survey

[53] http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013/review-by-energy-type/oil/oil-reserves.html (23 outubro 2013)



A despeito do aumento nominal, as reservas reais parecem estar em queda, tanto por conta da alta taxa de consumo quanto da pequena taxa de descoberta. Tudo somado, cabe a questão: o quão próximos *realmente* estamos do pico de produção do petróleo? Os dados disponíveis são bastante sugestivos:

Figura 6: Produção mundial de petróleo – 1980 a 2012. Fonte: US EIA

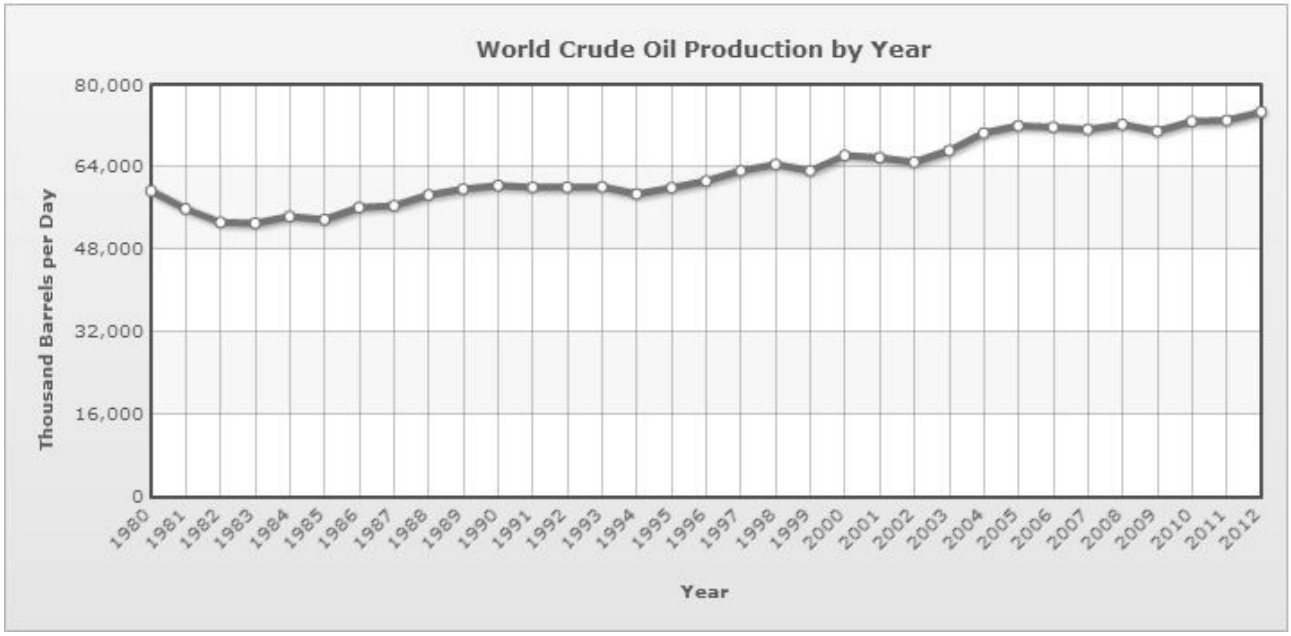


Figura 7: Consumo mundial de petróleo – 1980 a 2011. Fonte: US EIA

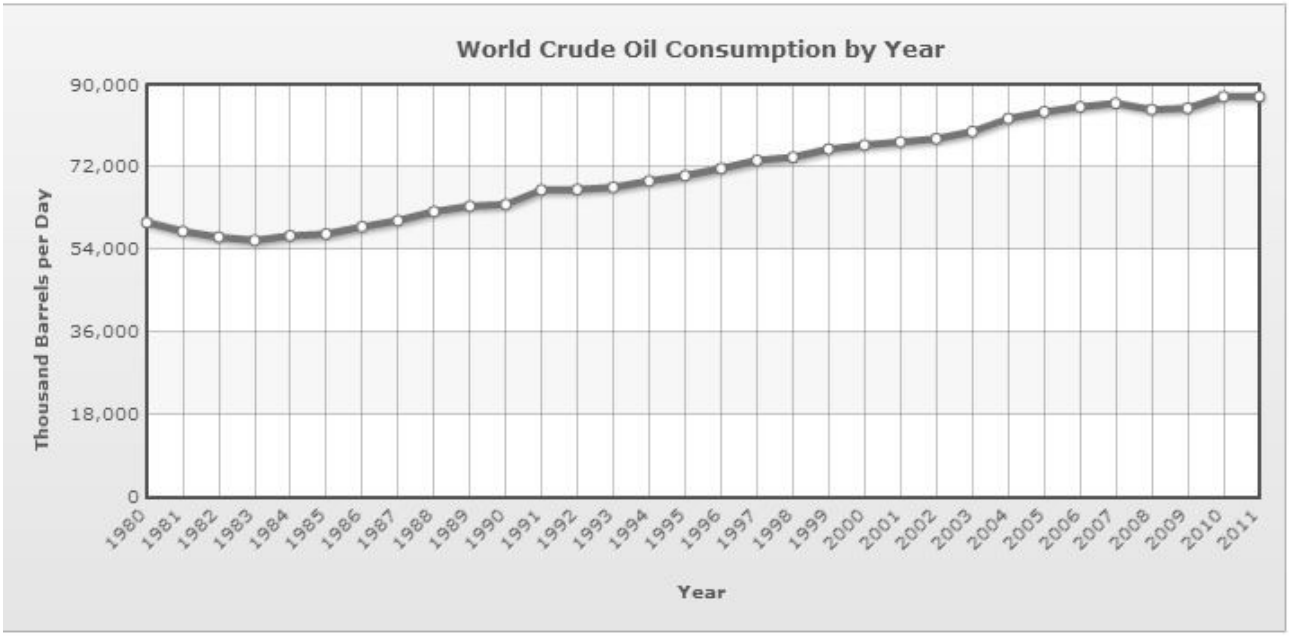
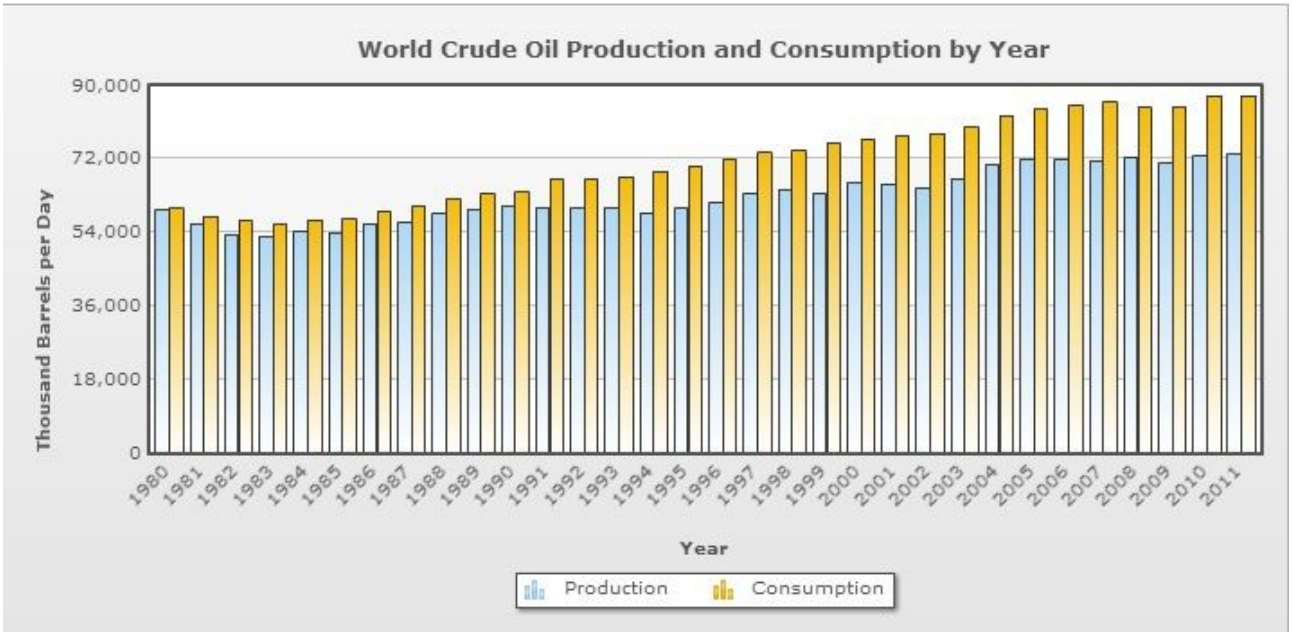
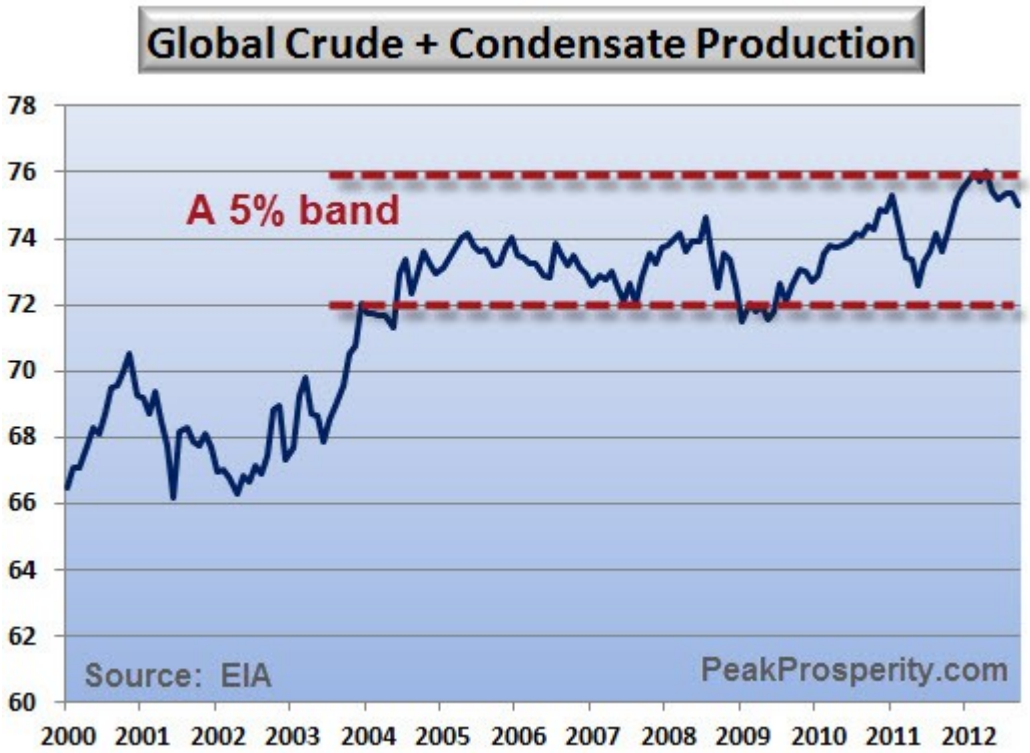


Figura 8: Produção x consumo mundial de petróleo – 1980 a 2012. Fonte: US EIA



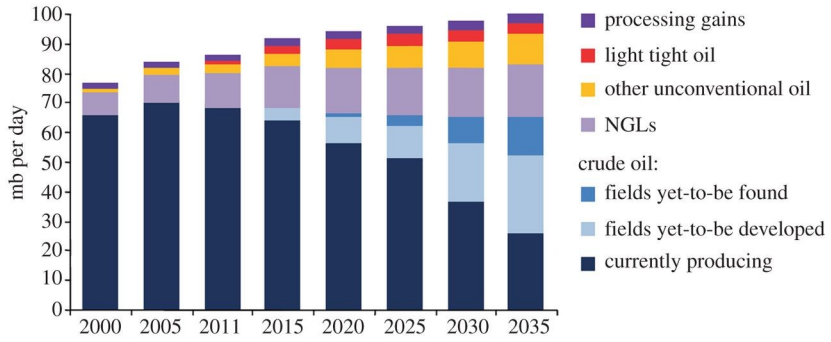
A conclusão a ser tirada destes dados parece clara: estamos *bem em cima do pico de Hubbert*. A produção de petróleo não mostra um aumento consistente desde 2005. O consumo mundial de petróleo *ultrapassou* a produção disponível ao menos desde 2005 – o que significa que parte do petróleo hoje provém não de extração *in natura* mas da sua fabricação sintética pela liquefação do carvão, ou então das fontes conhecidas como *não-convencionais,* como o petróleo extraído das areias betuminosas e do xisto, um tipo de rocha. Uma análise mais pormenorizada da produção nos últimos anos parece confirmar o consenso entre os teóricos do *peak oil* de que o grande acontecimento se deu em 2005:

Figura 9: Banda de variação da produção mundial de petróleo e condensados. Fonte: PeakProsperity.com



A produção têm oscilado desde 2005 numa banda estreita, entre 72 e 76 milhões de barris de petróleo diários, o que corresponde a uma pequena flutuação, da ordem de 5% da produção total, e não um crescimento. O pico do petróleo convencional foi implicitamente reconhecido até mesmo pela *International Energy Agency* – a julgar por este gráfico de 2012 com a produção de petróleo prevista para 2035:

Figura 10: Previsão da origem do petróleo produzido até 2035. Fonte: IEA *World Energy Outlook 2011*



A mensagem de todos estes gráficos pode ser resumida na seguinte frase: estamos sobre um pequeno platô que, visto com óculos do futuro, será reconhecido como o cume da montanha de Hubbert.

Figura 11: produção mundial de petróleo entre 1600 e 2200, projeção. Fonte: Richard Heinberg, *The Party's Over*, p. 104

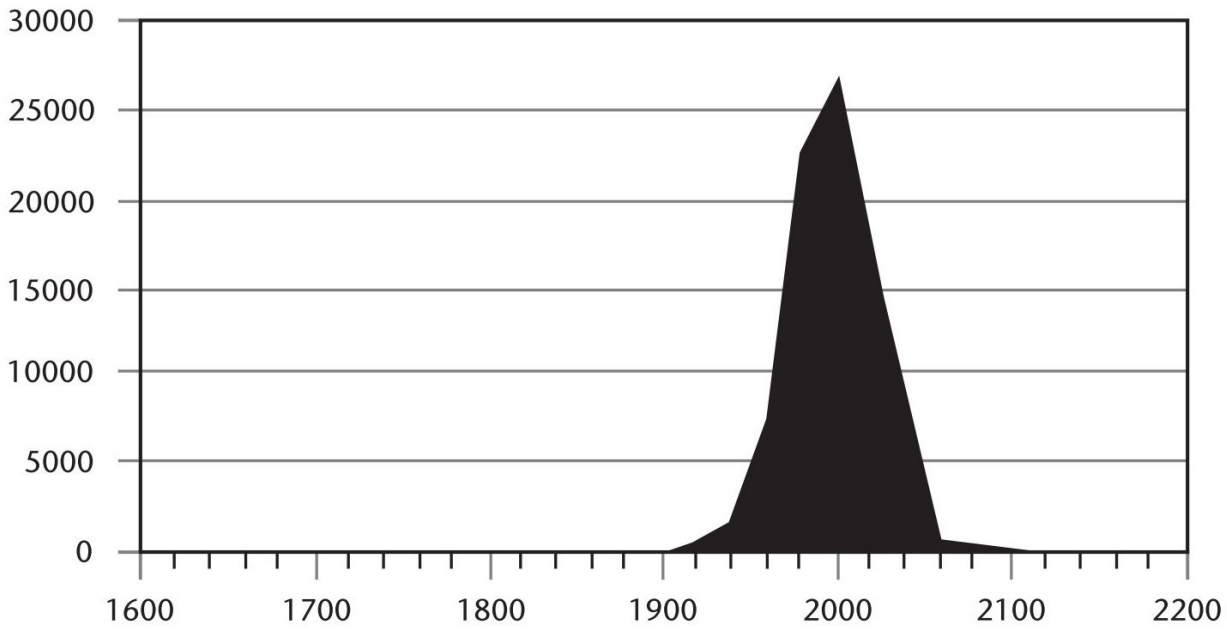
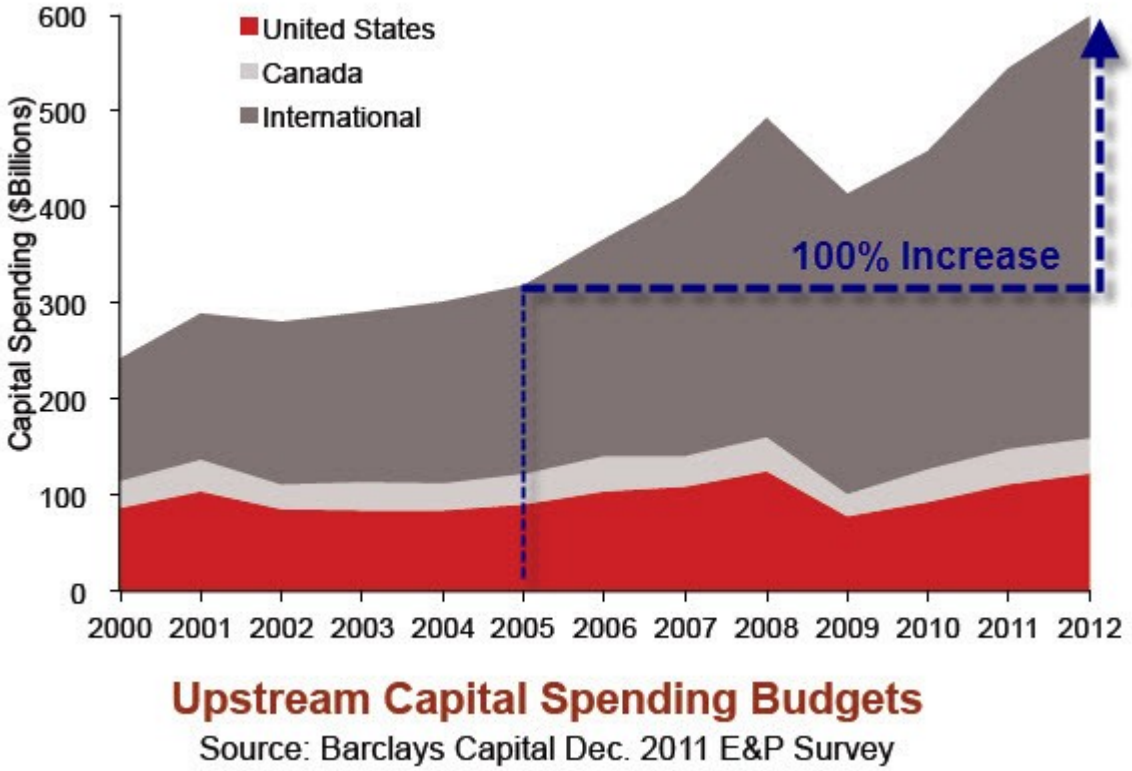


Figure 1. World oil production from 1600 to 2200, history and projection, in millions of barrels per year (Source: C. J. Campbell)

Qual o prospecto para a produção de petróleo convencional daqui em diante? As companhias petrolíferas não parecem estar dando conta de descobrir novos campos

tradicionais com quantidade significativa de petróleo. Desde 2005 os investimentos em prospecção duplicaram, passando de 300 para 600 bilhões de dólares anuais, sem que a produção tenha crescido de forma significativa.

Figura 12: Capital investido em prospecção de energia fóssil. Fonte: Barclays Capital



Em termos totais, entre 1998 e 2005 os 1,5 trilhões de dólares investidos em exploração e produção pelas empresas resultaram num aumento de 8,6 milhões de barris por dia (mbd); já os investimentos feitos após o pico do petróleo, totalizando 4 trilhões em exploração e produção, resultaram em apenas 4 mbd. E ainda há :complicações:

> A coisa piora ainda mais: toda a produção extra durante o período de 2005 a 2013 veio de fontes não-convencionais (principalmente óleo de xisto dos Estados Unidos e óleo das areias betuminosas do Canadá); dos 4 trilhões gastos desde 2005, foram necessários 350 bilhões para conseguir um aumento na sua produção. Subtraindo os petróleos não-convencionais do total, a produção mundial efetivamente diminuiu em cerca de 1 milhão de barris diários durante estes anos. Isso significa que a indústria petrolífera gastou mais de $3,5 trilhões para conseguir um *declínio* na produção total de petróleo convencional[54].

[54] Richard Heiberg, *Afterburn* (2015), p. 24

A saúde geral das companhias petrolíferas privadas parece estar dando sinais alarmantes de esgotamento:

Figura 13: Investimentos em prospecção x produção de ExxonMobil, Shell e Chevron. Fonte: Richard Heinberg, *Afterburn* (2015), p. 52

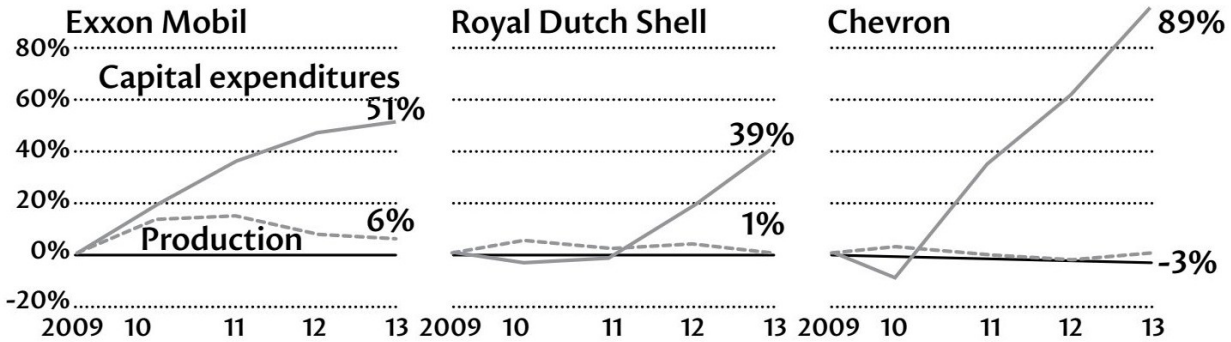


FIGURE 3: A Costly Quest. Source: Daniel Gilbert and Justin Sheck, "Big Oil Companies Struggle to Justify Soaring Project Costs," the *Wall Street Journal*, January 28, 2014.

Preocupadas, tais empresas já começam a divulgar estudos garantindo sua viabilidade econômica - onde aparecem estimativas da produção futura de petróleo. Para a ExxonMobil, por exemplo, o pico do petróleo - embora o termo esteja esconjurado - é fato consumado:

> Em 2040, outras fontes que não o petróleo convencional e o condensado responderão por 40% da produção global de líquidos, ante menos de 25% em 2010[55].

Quanto tempo ainda temos antes de ficarmos na seca? É importante perceber que o petróleo em si nunca irá acabar; certamente há petróleo enterrado suficiente para fritar nosso planeta muitas e muitas vezes. Dentre todos estes recursos, todavia, somente uma parte – aquela correspondente às reservas – pode ser realmente extraída. E mais da metade – justamente aquela parte mais acessível – já o foi. O pico do petróleo significa que a *era do petróleo barato acabou*. Seu advento sinaliza

[55] ExxonMobil, *The outlook for energy: a view to 2040* (2015), p. 44

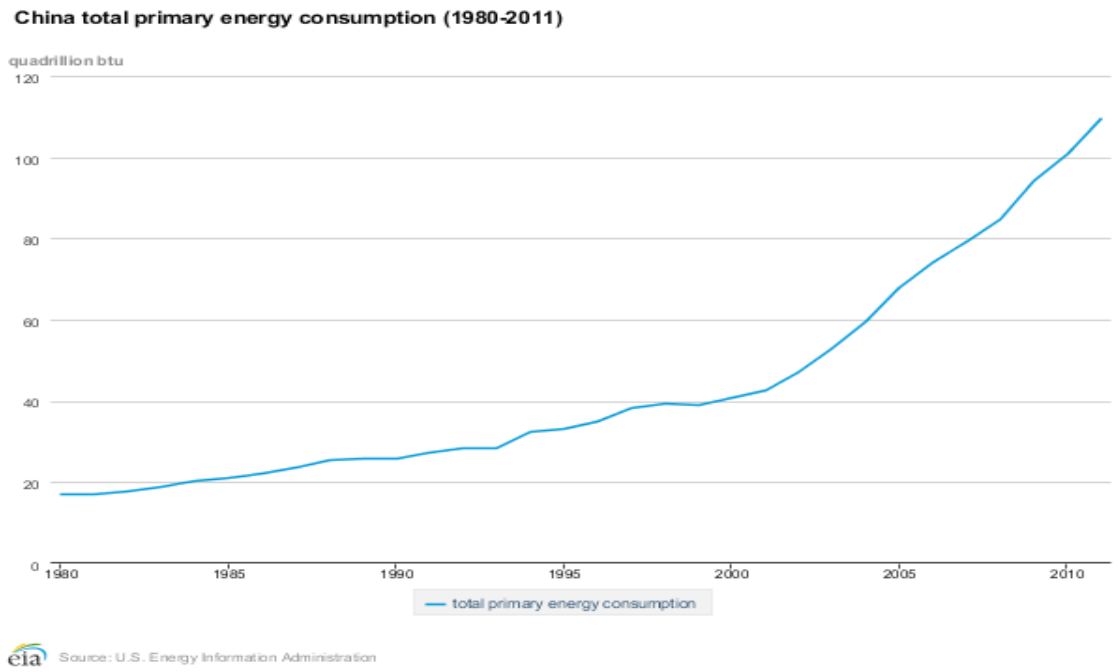
tempos novos, nos quais a obtenção de energia volta a ser uma preocupação prioritária da humanidade. A cada instante, torna-se mais custoso atender à demanda por energia. Mais trabalho humano, mais máquinas e infraestruturas são necessários para produzir uma quantidade declinante de petróleo. A questão, portanto, é: quanto tempo durarão as reservas atuais?

A dificuldade em estimar a duração das reservas não decorre apenas de todas as questões já mencionadas; a elas soma-se o espinhoso problema de projetar o *consumo futuro* de petróleo. A lógica do modo de produção capitalista impele-o ao crescimento, ao qual corresponde *sempre* o crescimento do consumo de energia. Maior produção de bens materiais pressupõe mais energia consumida no processo; e as inovações técnicas promotoras da eficiência no consumo – menos energia gasta por produto produzido – resultam invariavelmente no aumento do consumo *total* de energia por parte do sistema produtivo mundial no médio prazo. Isso ocorre porque o aumento da produtividade proporcionado pela eficiência energética implica numa vantagem competitiva que é logo copiada pelas demais empresas. A redução de consumo de energia obtida quando da invenção de novas tecnologias de produção mais eficientes é anulada tão logo sua difusão barateia os produtos, turbinando seu consumo e demandando um aumento da produção total que, ao fim do processo, eleva o consumo geral de energia a um patamar superior ao existente antes da inovação técnica. Toda economia energética no interior do sistema produtivo capitalista é meramente temporária[56]. A este fenômeno, cuja lógica foi descoberta ainda no século XIX pelo economista inglês William Stanley Jevons, dá-se o nome de *paradoxo de Jevons.*

O consumo sempre crescente de energia é movido por diferentes taxas de aceleração. Enquanto eram somente quatro os parques produtivos mundiais – EUA, Europa, União Soviética e Japão – o consumo de energia cresceu estrondosamente, mas a partir de uma base incomparavelmente menor do que após a transferência do centro do processo de produção de mais-valia para a Ásia continental do leste nos anos 1980. Na China, grande chão de fábrica mundial, o crescimento do consumo de energia foi praticamente exponencial, quase triplicando em apenas uma década.

Figura 14: Consumo primário de energia chinês – 1980-2011. Fonte: US EIA

[56]Nilton Bispo Amado, *O Papel dos Recursos Naturais na Reprodução do Processo Econômico: contribuição à crítica ecológica do capitalismo* (2010).



Mais estrondoso do que este consumo pretérito são as possibilidades de demanda futura. Apesar de consumirem 18,4% de toda a energia mundialmente produzida[57], o consumo per capita chinês é ainda de 1,8 toneladas de óleo-equivalente por ano – ao passo que cada estadunidense consome quatro vezes mais (7,3 toe/ano). O potencial de crescimento é gigantesco. Espera-se que a China dobre seu sistema de produção de eletricidade dentro de alguns anos – novamente, pois em 2010 ele já era o dobro de 2006. Para a Índia, prevê-se que seu consumo de energia seja multiplicado por cinco até 2030[58]. Na curva de demanda futura de energia o céu é o limite. Todos os países, sejam eles emergentes, decadentes ou submergentes, planejam aumentar o seu dispêndio de energia. Projeta-se que, mantido o atual ritmo de crescimento, a demanda mundial por energia crescerá 51% (ante 2009) até 2035.

Dará conta a civilização industrial de produzir continuamente essa gigantesca quantidade de energia, de modo a sustentar sua reprodução nas bases atuais?

Da última gota à última pedra

A necessidade de hidrocarbonetos que o metabolismo do sistema-mundo atualmente possui não pode ser hoje suprida apenas por petróleo convencional, cuja taxa de declínio média é estimada em 4,8% ao ano[59]. Os esforços do sistema

[57]IEA, *Key World Energy Statistics 2013*, p. 30
[58]Daniel Yergin, *The Quest* (2011), pp. 396-7.
[59]Colin J. Campbell, *The really, really big picture: there isn't going to be enough net energy for the economic growth we want*, http://www.resilience.org/stories/2013-01-17/the-really-really-big-picture-there-isn-t-going-to-be-enough-net-energy-for-the-economic-growth-we-want (acesso em 23 de outubro de 2013). Heinberg fala em “algo entre 4 e 5%”. Richard Heinberg,

produtivo voltam-se naturalmente para os demais hidrocarbonetos – gás natural, carvão e fontes não-convencionais (gás e petróleo de fratura hidráulica, querogênio do xisto e betume das areias betuminosas). Na verdade, nunca se prescindiu dessas fontes: hoje, carvão mineral e gás natural respondem por 50,1% da energia mundial produzida, enquanto o petróleo comparece com 31,5%[60]. A cereja do bolo acaba de ser comida; contudo, há ainda o bolo inteiro à disposição para o devoramento. Se as reservas de petróleo ainda são vastas em termos absolutos – há ainda outros 1,7 trilhões de barris sob o solo, além dos 1,7 tri que já mandamos para a atmosfera – as reservas dos demais combustíveis fósseis são ainda mais superlativas. Em termos de equivalência energética, há algo da ordem de 1,2 trilhões de barris de petróleo sob a forma de gás natural convencional[61] e 3,2 trilhões de barris de carvão mineral[62] esperando para serem extraídos e utilizados. Será o bolo hidrocarbônico engolido às pressas ou vagarosamente degustado?

O gás natural é utilizado sobretudo para a geração de energia elétrica e térmica. Sua produção duplicou de 1980 para cá, sobretudo após o pico do petróleo tornar-se aparente e após a descoberta do aquecimento global, pois ele é mais "limpo" do que o petróleo e o carvão, isto é, emite menos gás carbônico e substâncias poluentes ao ser queimado. Fácil de ser extraído e transportado, o gás natural é o segundo "melhor" combustível fóssil e vive por isso sua era de ouro. Com demanda crescendo 2% ao ano[63], projeta-se que sua participação na energia mundial passará de atuais 21% para 25% em 2035 – o que equivale à adição de toda uma nova Rússia, hoje o maior produtor mundial.[64] Está um curso um processo global de construção de infraestrutura para a importação e exportação de gás natural. Além de inúmeros gasodutos, há o transporte marítimo. Nessa modalidade o gás é liquefeito, diminuindo seu volume, e transportado por navio entre grandes terminais de liquefação-regasificação. Apesar de mais lento do que o inicialmente previsto – dado a crise econômica desde 2008 e a extração de gás de xisto no EUA – projeta-se que tal comércio deve quase triplicar até 2035[65]. As estimativas para o pico do gás convencional variam entre 2010 e 2040[66].

Snake Oil, capítulo 1.

[60]IEA, *Key World Energy Statistics 2013*, p. 6.

[61]Dados do *BP Statistical Review of World Energy 2013.* Conversões feitas utilizando as tabelas da BP. Heinberg fala em 890 bilhões de boe. Richard Heinberg, *Searching for a Miracle* (2009), p. 34

[62]Dados do *BP Statistical Review of World Energy 2013.* Conversões feitas utilizando tabelas do Congressional Research Service, *U.S. Fuel Resources: terminology, reporting, and summary* (2011)

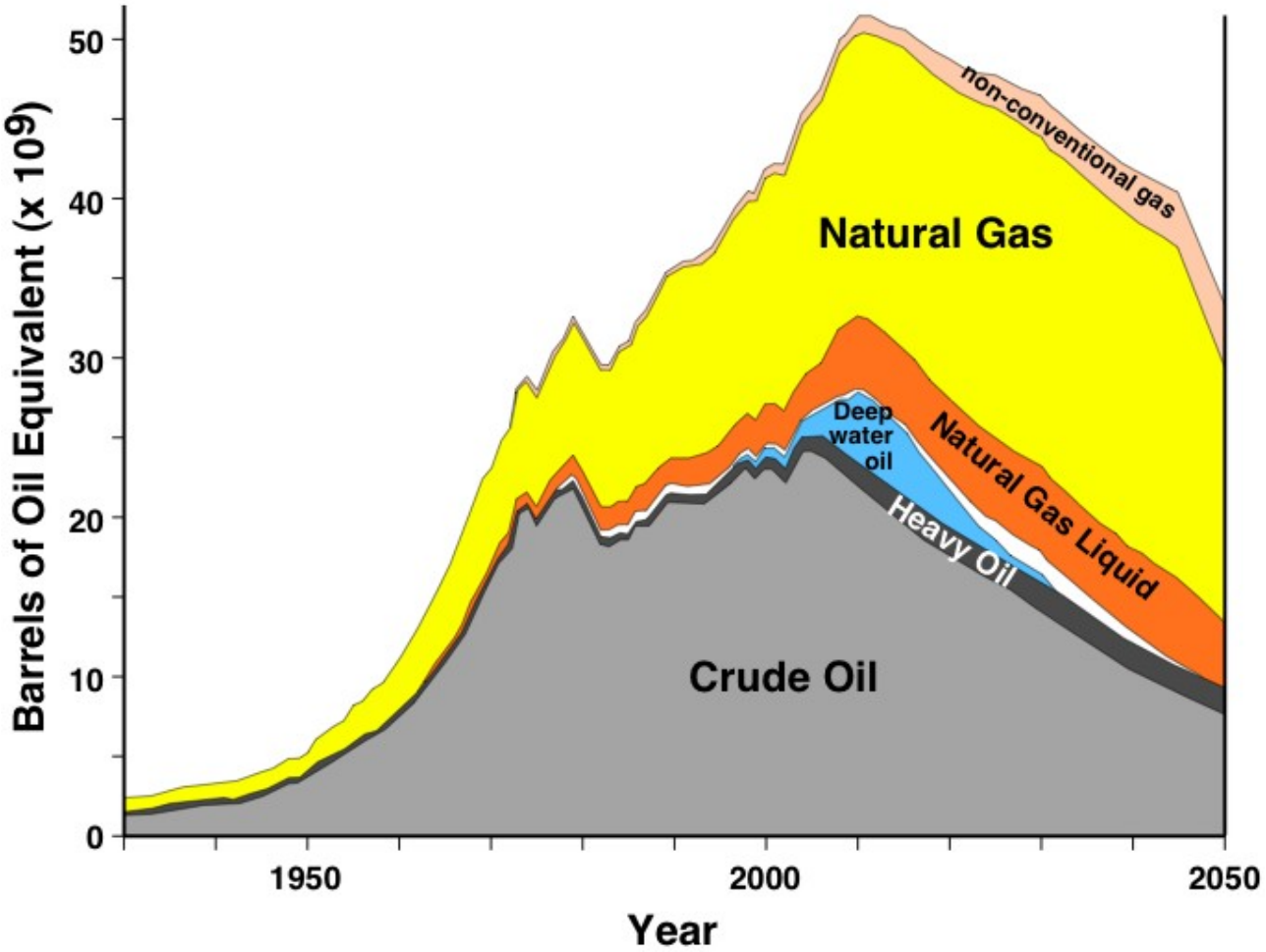
[63]IEA, *World Energy Outlook 2011*, p. 35

[64]IEA, *Are We Entering a Golden Age of Gas?* (2011)

[65]Passando de cerca de 450 bcm em 2010 para cerca de 1100 bcm em 2035. IEA, *Are We Entering a Golden Age of Gas?* (2011) p. 33

[66]ASPO, *Newsletter 73* (janeiro 2007); Edwards, J. D., 2001, "Twenty-first-century energy; decline of fossil fuel, increase of renewable nonpolluting energy sources", in Downey, M. W., Threet, J. C., and Morgan, W. A., eds., *Petroleum provinces of the twenty-first century*: Tulsa, OK,

Figura 15: Estimativa do pico do gás natural.



O carvão natural, este velho conhecido, no último século perdeu a preeminência, mas a importância - jamais! Nos anos 1970 representava 24,6% de toda a energia gerada; hoje representa 28,8%[67]. É a maior fonte isolada de energia elétrica: 40% de toda a eletricidade mundial provém de sua queima[68]. Poluidor conhecido, na prática tende a ser visto como um mal necessário: afinal, de onde mais proviria tamanha quantidade de energia? Há diversos tipos de carvão, com diferentes densidades energéticas, tais como antracito, carvão betuminoso e linhito. As reservas de carvão passaram por uma revisão substancial a partir de 1986. Novas tecnologias de prospecção e novos métodos de pesquisa conduziram a uma mudança substancial na percepção da quantidade de carvão realmente extraível em diversos países – para menos! Alemanha e Grã-Bretanha, por exemplo, diminuíram em 90% o tamanho de suas

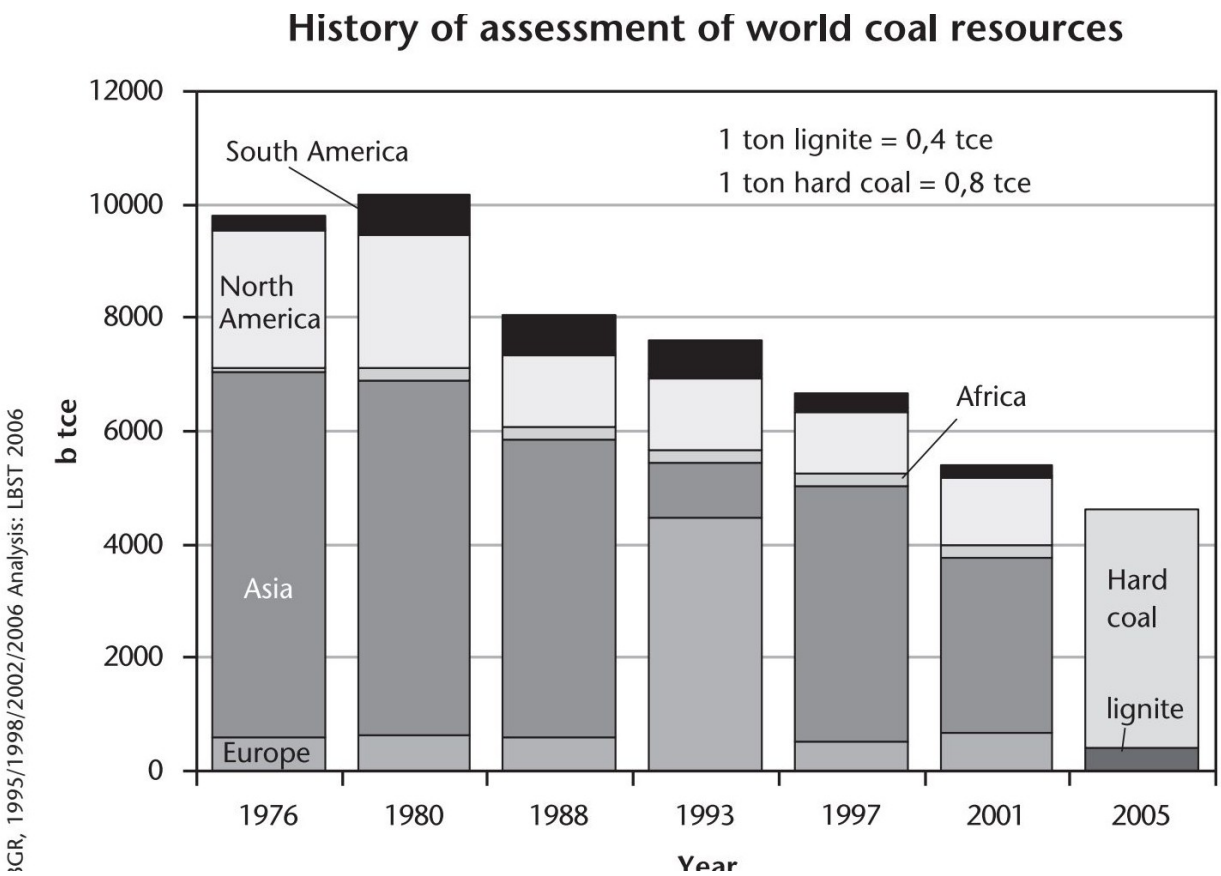
United States, Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir 74, p. 21-34, apud http://www.geo.cornell.edu/eas/energy/the_challenges/references.html (acesso em 21 de novembro de 2013)

[67]IEA, *Key World Energy Statistics 2013*, p. 6. Estes percentuais são para carvão + turfa.

[68]Richard Heinberg, *Blackout: coal, climate, and the last energy crisis*, p. 2; IEA, *World Energy Outlook 2011*, p. 354

reservas. Não por acaso, trata-se de países cujas melhores reservas já foram há muito exploradas, restando recursos de menor qualidade.

Figura 16: Revisões dos recursos de carvão mineral. Fonte: Richard Heinberg, *Blackout* (2009), p. 24



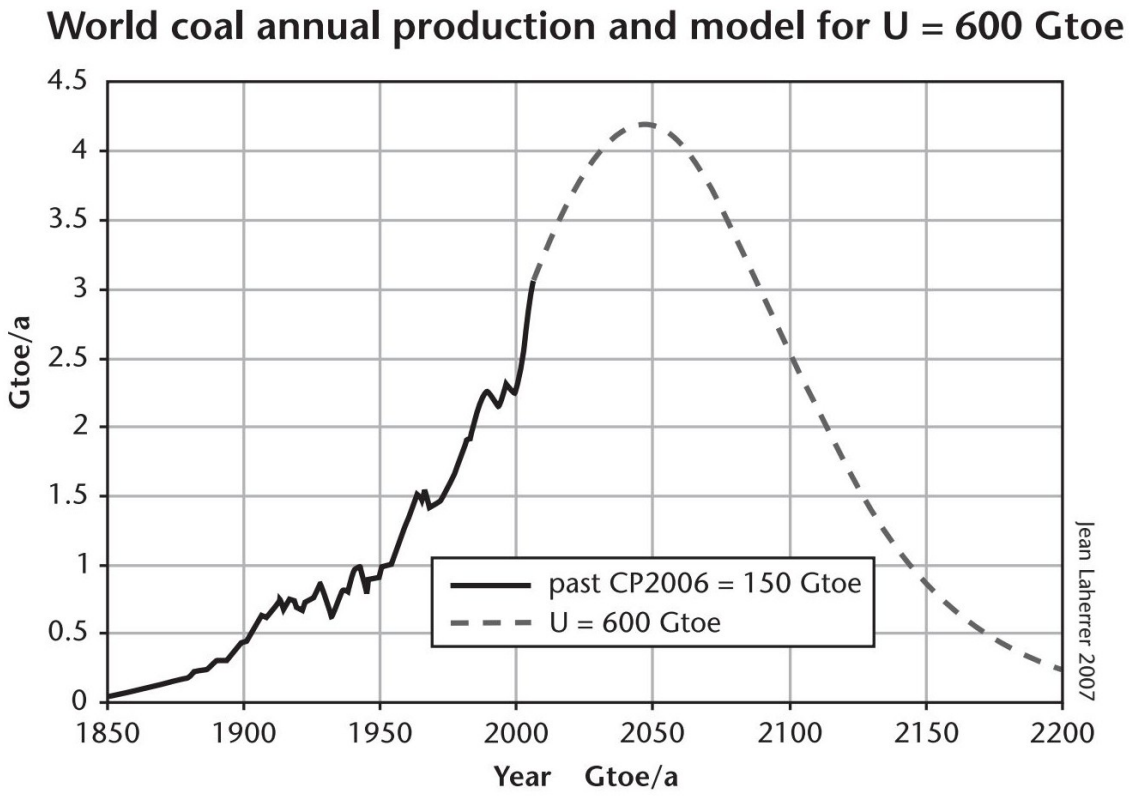
Base do sistema de geração de energia elétrica de países não dotados de gás abundante ou geografia favorável à hidroeletricidade, o carvão viu sua demanda crescer 4,4% ao ano nesta última década (comparado a 2,7% para o gás e 1,1% para o petróleo). Em 2010 a demanda por carvão já era 55% maior do que em 2000.[69] A China obtém hoje 70% de toda a sua energia elétrica de sua queima. A despeito da "era de ouro do gás natural", a importância do bom e velho carvão como fonte primária de eletricidade deve continuar pelos anos vindouros: projeta-se demanda 2/3 maior que a atual em 2035[70].

O carvão também é importante para a metalurgia e para a produção de cimento. Não há hoje substituto competitivo em termos econômicos para o carvão metalúrgico; em 2009 a indústria de ferro e aço correspondia a 40% do uso industrial

[69]IEA, *World Energy Outlook 2011*, p. 355
[70] IEA, *World Energy Outlook 2011*, p. 356

de carvão. Outra propriedade intrínseca da pedra negra está destinada a conferir-lhe importância e fama ainda maiores: atualmente, o único substituto viável do petróleo é o carvão liquefeito. O que significa que provavelmente a demanda futura por carvão será ainda maior do a atualmente prevista. A percepção está atrasada: já vivemos a era de ouro do ouro negro. Até quando? Estima-se o pico do carvão para alguma data entre 2025 e 2050.

Figura 17: Projeção do pico do carvão. Fonte: Richard Heinberg, *Blackout* (2009), p. 31. Autor da projeção: Jean Laherrère



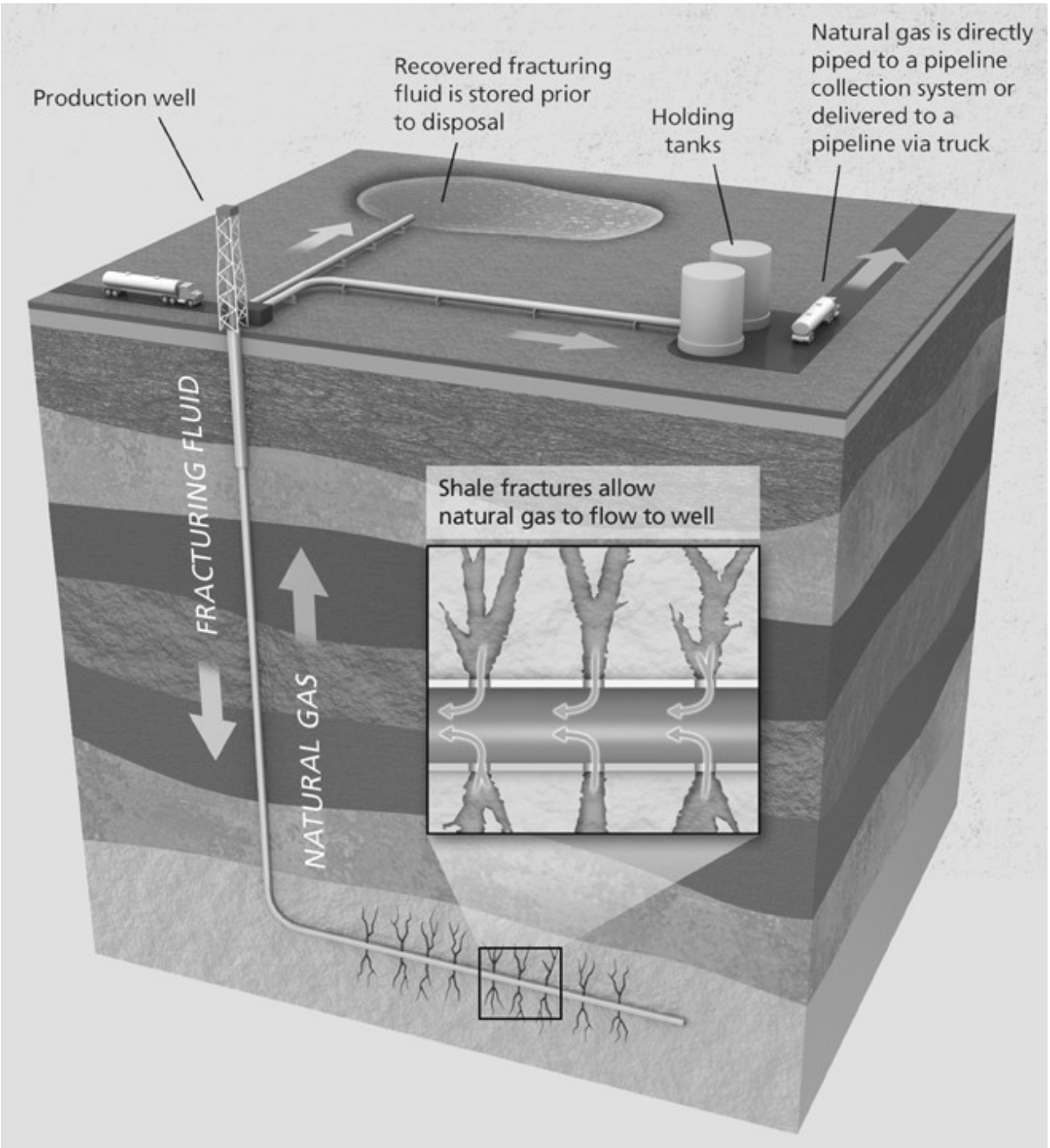
A enorme demanda por energia fóssil e seus atuais preços recordes abriu a corrida rumo às chamadas *fontes não-convencionais.* Há o *petróleo sintético* produzido a partir do betume, extraído das areais betuminosas (*tar sands*). Ao contrário do petróleo regular, esse betume – petróleo no estado sólido, de consistência viscosa – não se acumulou num reservatório natural entre camadas de rocha, mas se espalhou pelo solo arenoso ou argiloso. Para extraí-lo é necessário minerar grandes quantidades de solo e lavá-lo com água e soda cáustica; ou então injetar vapor diretamente no solo, liquefazendo o betume. Em seguida é preciso transformá-lo em petróleo sintético por meio de um processo químico que envolve

basicamente água e gás natural. Não há estimativas para o potencial global das areais betuminosas. As reservas mais conhecidas são as do estado de Alberta, no Canadá, que produz hoje 1,5 milhões de barris por dia, equivalentes a 1,7% da produção mundial de combustíveis líquidos e 0,7% da produção global de energia. As estimativas das reservas canadenses variam de menos de 200 bilhões de barris para até 1,7 trilhões de barris. A bacia do rio Orinoco na Venezuela também possui reservas de betume, mais conhecido como "petróleo extra pesado" (*extra heavy crude*), estimadas em 235 bilhões de barris[71]. A Arábia Saudita, maior produtor de petróleo convencional do mundo, possui reservas de 270 bilhões de barris deste. Seria o betume uma fonte gigantesca de energia fóssil à espera do butim, ou seriam estes dados exagerados?

Polêmica maior suscita o *gás de xisto* (*shale gas*), espécie de análogo das areias betuminosas em versão gasosa. Trata-se de gás que, ao contrário do gás natural, não se acumulou em grandes cavidades rochosas, mas difundiu-se por entre microcavidades de rocha. Para extraí-lo, é preciso perfurar um poço horizontalmente a partir de certa profundidade (para aumentar a área abrangida) e injetar uma solução de água com produtos químicos ultrapressurizada, que penetra nas fissuras da rocha, expande-as, e libera o gás.

Figura 18: Técnica de fraturação hidráulica. Fonte: Richard Heinberg, *Snake Oil*

[71]Richard Heinberg, *Searching for a Miracle* (2009), pp. 51-2



Essa tecnologia salvadora chama-se fratura hidráulica (*fracking*, no jargão corrente) e foi desenvolvida recentemente nos Estados Unidos. Salvadora porque adveio bem na hora em que a produção de gás natural dos EUA se reduzia, mandando os preços às alturas – de 7 dólares por milhar de pés cúbicos em 2003 para 14 dólares em 2006. Hoje, graças à "Revolução do Xisto", a produção saltou de 18 trilhões de pés cúbicos em 2006 para 24 trilhões, e os preços se encontram em

meros 2 dólares por milhar de pés cúbicos[72]. Tal montanha russa numérica provocou reações eufóricas por parte da indústria e da opinião pública norte-americana. Em 2008, o CEO da empresa Chesapeake Energy, Aubrey McClendon, não teve peios em declarar que

> A América está no início de um grande *boom* de gás natural. Este boom pode em grande medida resolver nossa crise energética atual. A indústria de gás natural doméstica encontrou gás suficiente aqui nos Estados Unidos para aquecer lares, gerar eletricidade, fazer produtos químicos, plásticos e fertilizantes, e, o mais importante, abastecer milhões de carros e caminhões por décadas vindouras.

Estava dada a largada na corrida pelas estimativas. "Mais de 100 anos de gás natural", "descobertas equivalentes a duas Arábias Sauditas", "700 bilhões de barris": logo a existência de Eldorado não estava mais em questão, e sim o que fazer com tamanho tesouro, a ponto do presidente Obama declarar banalmente em 2012 que "nós temos um suprimento de gás natural que pode durar cerca de 100 anos, e meu governo fará de tudo para desenvolver esta energia de forma segura"[73]. E quanto ao resto do mundo? As estimativas ainda estão no começo, mas fala-se hoje na existência de reservas recuperáveis globais equivalentes a 1,48 trilhões de barris de petróleo[74]. Basicamente, um tanto próximo a todo o petróleo já queimado no mundo desde 1859 estaria espalhado na forma de gás de xisto bem sob nossos pés, à espera de ser coletado e transformado em aquecimento para nossos lares, eletricidade, produtos químicos, plásticos, fertilizantes e, o mais importante de tudo, combustível para milhões e milhões e milhões de carros e caminhões.

E a coisa não pára por aí. Nos poros do xisto e alguns outros tipos de rocha esconde-se também petróleo, igualmente extraível por fraturação hidráulica. O *petróleo de xisto* (*tight oil*) também conhece seus dias de euforia – para uma única formação geológica americana (*Bakken*) foram estimados até 503 bilhões de barris de petróleo[75]: duas Arábias Sauditas. Uma estimativa mais confiável fala em reservas globais de 335 bilhões de barris de óleo de xisto[76].

Por fim, há o *querogênio do xisto* (*oil shale*). O querogênio é uma espécie de aspirante a petróleo: trata-se de um hidrocarboneto que, por falta de pressão e temperatura adequados, não passou por todos os processos geológicos necessários à formação de petróleo. Suas moléculas são maiores e seu conteúdo energético menor

[72]Richard Heinberg, *Snake Oil,* introdução
[73]Richard Heinberg, *Snake Oil,* capítulo 2
[74]EIA, *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: an assessment of 137 shale formations of 41 countries outside the United States* (2013), p. 1-3. A cifra é de 7,795 tcf (trilhões de pés cúbicos), convertidos em óleo-equivalente pela tabela do *BP Statistical Review of World Energy 2013.*
[75]Richard Heinberg, *Snake Oil,* capítulo 2
[76]EIA, *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources* (2013), p. 1-4

do que o petróleo convencional. O querogênio pode ser queimado para a geração de energia elétrica ou transformado em petróleo sintético por meio de um processo químico. Hoje pouco explorado, estima-se que haja reservas da ordem de 2,8 trilhões de barris de óleo-equivalente no mundo[77]. Trata-se talvez do último recurso de um modo de produção fóssil.

Sem substituto à vista

O modo de produção capitalista industrial encontra-se hoje em busca de subsídios energéticos que lhe permitam prolongar sua sobrevida. Por suas características únicas, os hidrocarbonetos são o grande alvo desta procura. Face às reservas de petróleo, carvão e gás natural convencionais de 6,1 trilhões de barris de óleo-equivalente (boe), o consumo atual de 41 bilhões de boe poderia ser mantido por mais 150 anos antes do esgotamento das reservas[78]. Além do mais, os preços em ascensão teriam a propriedade mágica de, segundo várias teorias econômicas, tornar rentável a exploração de recursos não contabilizados como reservas justamente devido ao fato de sua produção ser hoje ineconômica. E recursos não faltam, como prova o desbravamento das fronteiras dos hidrocarbonetos não-convencionais. Haveria, no mínimo, outros 5 trilhões de barris de óleo-equivalente não-convencional, ou mais 120 anos de consumo nas taxas atuais, à espera do desfrute. A proximidade do esgotamento seria a chave do baú do tesouro fóssil: o mecanismo automático dos preços abriria novas fronteiras subterrâneas para a mineração fóssil, transformando inalcançáveis recursos em desfrutáveis reservas. A festa da civilização industrial poderia continuar por séculos e séculos...

Entretanto, um fato adicional joga um balde de água fria sobre estas perspectivas otimistas – se for possível, em sã consciência, chamar de otimista uma perspectiva cujo ponto de fuga já não esconde os contornos do colapso ambiental. Trata-se do que foi por Marx e Engels chamado de "premissa primeira da história humana"[79], a saber, que o homem precisa comer, aquecer-se, dormir, e que para tanto deve produzir por si próprio meios de fazê-lo. O mesmo se aplica, obviamente, à produção de energia. Curiosamente, esta consequência lógica da realidade material fundamental da existência humana não costuma ser levada em consideração quando da projeção da duração de nossas reservas de energia fóssil. Assim como um marceneiro gasta com o tempo suas ferramentas, precisando repará-las constantemente e finalmente substituí-las – dispendendo com isso uma *energia extra* – toda energia fóssil *efetivamente* produzida é sempre menor do que a presente nos barris de

[77]Richard Heinberg, *Searching for a Miracle,* (2009), p. 52
[78]IEA, *Key World Energy Statistics 2013*, p. 28, convertido em boe pelo site http://m.convert-me.com/en/convert/energy/ (acesso em 14 de maio de 2014)
[79]Marx e Engels, *A Ideologia Alemã,* introdução I,2, www.marxists.org

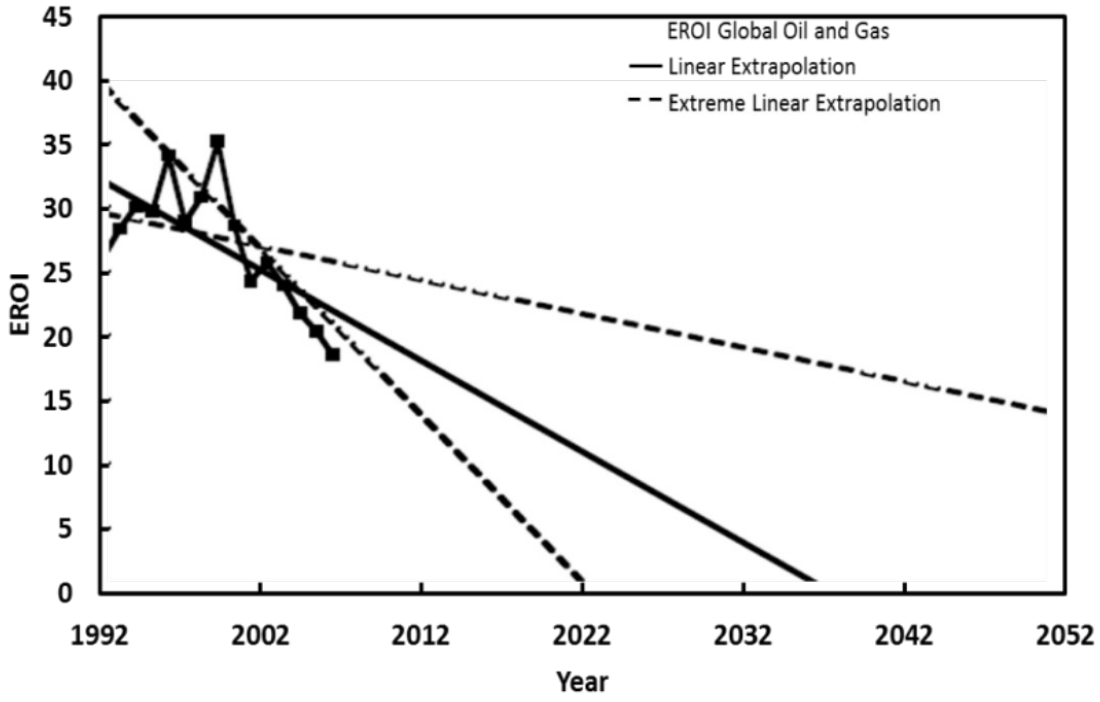
petróleo, gasodutos e pepitas de carvão, pois parte dela foi gasta com a produção e manutenção dos equipamentos de produção, homens inclusos. Emprestando o vocabulário da contabilidade, a *energia líquida* – única realmente disponível – é aquela que sobra após serem descontados todos os impostos e taxas cobrados em energia quando da produção da montanha de equipamentos, instalações e necessidades vitais dos operários utilizados no processo de sua produção. Aqui não há espaço para manobras contábeis: tal montante deve ser pago adiantado, do contrário não há produção de energia possível. Essa quantidade real de energia recebe na literatura especializada o nome de *EROEI – energy return on energy invested* (energia obtida por [tanto de] energia investida), ou então de *energia líquida* (*net energy*). Ela pode ser simbolizada por um cálculo simples e intuitivo: quantidade de energia obtida menos quantidade de energia gasta na produção da fonte de energia. Mantendo a metáfora contábil, podemos entender a energia líquida como um *saldo energético*.

Não é por acaso que o combustível fóssil veio a tornar-se a fonte de energia preferida do modo de vida industrial. Calculando-se a quantidade de energia líquida de diversas fontes de energia, chega-se à conclusão de que *somente a energia fóssil* pode sustentar um modo de vida baseado na utilização de dezenas de escravos energéticos para cada habitante. Enquanto se obtém até 15 vezes mais energia do que a investida na produção de energia nuclear e apenas duas vezes mais no caso da madeira, o carvão pode gerar 80 vezes mais energia e o petróleo mais de 100![80] A energia líquida depende portanto da natureza da fonte de energia produzida, e também da eficácia energética das forças produtivas postas em ação neste processo. Natureza e artifício são as duas variáveis que contam na conta da energia realmente produzida e produzível. Para fontes mineráveis, a qualidade das reservas e a facilidade de extração são variáveis muito importantes, em especial no caso dos hidrocarbonetos. Pois é fato que as reservas de melhor qualidade e as reservas extraíveis com pouco gasto de energia tendem obviamente a serem exploradas primeiro – e esgotadas. O fruto ao alcance das mãos é sempre colhido antes do fruto no topo da árvore. *A energia líquida das reservas de hidrocarbonetos tende a diminuir com o tempo*. O petróleo retirado com pás por camponeses romenos no século XIX resultou em muito mais energia efetiva do que o que será retirado pela Petrobrás, a 7 Km abaixo do fundo do mar, por complexas plataformas petrolíferas. As quantidade fenomenais bombeadas sem muito esforço do campo gigante de Ghawar na Arábia Saudita nos anos 70 hoje precisam da injeção de água do mar para que aflorem à superfície, dado a perda de pressão. Já não se encontra mais

[80]Richard Heinberg, *The Party's Over,* pp. 162-4; Richard Heinberg, *Searching for a Miracle: 'net energy' limits and the fate of industrial societies* (2009), p. 55. Ajay K. Gupta e Charles A. S. Hall, *A Review of the Past and Current State of EROI Data*, in: *Sustainability 3 pp. 1796-1809* (2011). Obviamente, calcular o EROEI é um problemaço científico de arrancar os cabelos. Há poucas medidas e muitas controvérsias. Sobretudo, não há uma metodologia padrão, o que dificulta comparações.

campos de petróleo como o texano Spindletop, que jorrava espontaneamente mais de cem mil barris por dia em 1901. O carvão mais próximo da superfície terrestre uma hora acaba, restando o duro trabalho de adentrar nas profundezas da terra para removê-lo. Assim, a energia líquida do carvão, que nos anos 1950 era de 50:1, hoje está próxima de 30:1; a do petróleo, que atingira astronômicas medidas de 100 e até 200:1, hoje está em apenas cerca de 20:1. Em média, para cada 20 barris de petróleo extraídos, gasta-se um no processo. E as perspectivas futuras rolam ladeira abaixo:

Figura 19: Projeção do saldo energético do petróleo



A noção de energia líquida pode ser pensada em termos de quanto trabalho social é *diretamente* alocado para a produção de energia. Uma proporção de 100:1 significa que apenas um trabalhador produz toda a energia necessária para sua existência e para as das demais 99 pessoas dedicadas a outras atividades; 1:1 representa uma sociedade (impossível) na qual todas as pessoas estão envolvidas diretamente na produção de energia. Duas pessoas produzindo energia e 98 livres deste fardo significam uma energia líquida de 50:1, e quatro produtores de energia para 96 dedicados a outras atividades representa 25:1. Uma sociedade de 100 pessoas na qual 8 se dediquem a produzir energia (proporção de 12,5:1) pode parecer rica, quando de

fato tem que enfrentar alguns problemas em conseguir atender a toda a sua demanda por energia. Afinal, além dos 8 trabalhadores envolvidos *diretamente* na extração de energia, os demais 92 precisam produzir a tecnologia de extração e transporte desta energia, além de atender a todas as demais necessidades sociais – e boa parte deles é composta por crianças, idosos aposentados e outros tipos de não-trabalhadores. Com 16 pessoas dedicadas somente à produção de energia (proporção de 6,25:1), boa parte do trabalho social é gasto nisto, e uma sociedade com a complexidade da industrial provavelmente é impossível[81]. A matemática da energia líquida não segue curvas lineares. Em termos percentuais, uma sociedade com fonte de energia líquida de 50:1 gasta apenas uma proporção de 2% da energia total disponível com a produção de energia; uma proporção de 12,5:1 significa que bons 10% de toda a energia vão para a produção de mais energia; com 5:1, 22% da energia é gasta diretamente com isto; uma fonte de energia líquida rendendo 3:1 implica em 38% de toda a energia utilizada na extração de energia; e uma sociedade baseada puramente no etanol de milho (energia líquida = 1,3:1) gastaria 98% de toda a energia obtida na produção de mais energia.

Pelo conceito de energia líquida percebe-se o quanto há de ilusório na tábua de salvação da energia fóssil não-convencional. Para além da mistificação das reservas, há a abstração das quantidades gigantescas de energia gastas na sua produção. O transporte de 4 a 30 milhões de litros d'água em 400 caminhões até o local de extração de gás de xisto, a adição de 160 mil litros de produtos químicos, boa parte tóxicos e cancerígenos[82] – sem contar a construção de gigantescas piscinas para armazenagem de parte da água contaminada – certamente produz menos energia líquida do que a simples perfuração de um poço de gás convencional[83]. O mesmo ocorre com as demais fontes de energia fóssil não-convencional:

Figura 20: Energia líquida de hidorcarbonetos. Fonte: Richard Heinberg, *Searching for a Miracle* (2009)

Fontes	*Energia* Líquida
Petróleo sintético da areias betuminosas	5,2:1 a 5,8:1
Petróleo de xisto	1,5:1 a 4:1
Carvão liquefeito	0,5:1 a 8:1
Gás geopressurizado	1:1 a 5:1

[81]Richard Heinberg, *Blackout: coal, climate, and the last energy crisis*, pp. 149-50. O antropólogo Lynn White estimou a energia líquida de sociedades caçadoras-coletoras – as menos complexas conhecidas – em 10:1. Heinberg sugere que este seja o mínimo EROEI possível para a existência de qualquer sociedade humana.
[82]http://www.dangersoffracking.com/ (acesso em 21 de novembro de 2013)
[83]A energia líquida do gás de xisto ainda não foi suficientemente estudada.

A energia nuclear também não é capaz de sustentar por si só o modo de vida industrial, e por dois motivos. Além de possuir baixa energia líquida – 5 a 8:1 em média[84] – é baseada num recurso finito, o urânio, cujo pico de produção está previsto para entre 2040 e 2050[85] – embora novos reatores de plutônio prometam estender esta data. Apesar da insegurança intrínseca a esta fonte – relembrada recentemente pelo desastre de Fukushima – ela segue sendo uma das fontes preferidas de geração de energia elétrica. Os 435 reatores em funcionamento no mundo logo serão complementados por 72 já em construção – 28 destes só na China[86]. Ainda assim, os 5,1% da energia global obtidos da radioatividade não devem passar de 6 ou 7% em 2035[87].

As fontes de energia renováveis – ventos, marés, gêiseres, luz solar direta – tampouco oferecem energia líquida que se aproxime da fóssil.

Figura 21: Energia líquida de fontes renováveis de energia. Fonte: Richard Heinberg, *Searching for a Miracle* (2009)

Fontes	*Energia* Líquida
Hidroeletricidade	11:1 a 267:1
Vento	18:1
Solar fotovoltaica	3,75:1 a 10:1
Geotérmica	2:1 a 13:1
Solar térmica	1,6:1
Marés	~ 6:1
Ondas	15:1
Etanol	0,5:1 a 8:1
Biodiesel	1,9:1 a 9:1

Um estudo de caso recente mostra a dificuldade em se obter energia real de fontes renováveis com a tecnologia atual. Charles S. Hall - hoje o principal estudioso do EROEI das fontes de energia - e Pedro A. Prieto - engenheiro espanhol chefe de grandes fábricas de energia solar - estimaram de forma minuciosa o saldo energético da produção de energia fotovoltaica na Espanha entre 2009 e 2011[88]. A princípio, a Espanha é um local muito propício à produção de energia solar, pois é bastante

[84]Richard Heinberg, *Searching for a Miracle* (2009), p. 37
[85]Richard Heinberg, *Searching for a Miracle* (2009), p. 36; Elmar Altvater, *O Fim do Capitalismo como o conhecemos* (2005), p. XX
[86]World Nuclear Association, http://world-nuclear.org/Nuclear-Basics/Global-number-of-nuclear-reactors/ ; Voice of America http://www.voanews.com/content/chinas-nuclear-energy-industry-gets-boost-from-britain/1771992.html (26 novembro 2013)
[87]IEA, *World Energy Outlook 2011*, p. 183
[88] Charles Hall e Pedro Prieto, *Spain's photovoltaic revolution: the energy return on investment*, (2013)

ensolarada durante o ano todo, em especial na região sul. Mas uma série de senões contribui para um resultado nada animador. Há dificuldades técnicas na operação das fazendas de painéis solares que implicam em perdas de energia: poeira nos painéis, nuvens fora de época, excesso de luz solar provocando alta temperaturas e mau funcionamento dos equipamentos, variação no ângulo de incidência da luz e mau posicionamento dos painéis, perdas de conversão, equipamentos com defeito, e assim por diante, que, somadas, chegam a um terço da energia nominalmente produzida. Assim, os autores concluem que, dos 1797 GWh "produzidos" anualmente entre 2009-11, 1375 GWh foram de fato entregues aos consumidores. E quanto de energia aí se investiu? Estimando a energia gasta na preparação dos terrenos, construção dos prédios, equipamentos, transporte de materiais, e no trabalho humano de operação das usinas de energia - aí inclusos, além dos operários, um tanto de trabalho administrativo externo à fábrica de energia, como serviços de bancos, contadores, advogados, agentes do Estado, etc - chega-se ao total de 2065 GW para os 3 anos, o que significa que 40,8% da energia "gerada" na verdade já foi anteriormente gasta no processo de produção da produção. Se tais estimativas forem confiáveis, o saldo energético deste que é um dos mais importantes experimentos contemporâneos na extração de energia solar é de míseros 2,45:1. Os estudiosos nos apresentam também alguns outros cenários. Se descontados os preços anormais de certos insumos, decorrentes da corrida do ouro pelas fazendas solares detonada pela política de subsídios do governo espanhol, chega-se a um EROEI de 2,84:1. Retirando os custos com serviços financeiros - são eles imprescindíveis ou parasitas? - obtêm-se saldo energético de 2,46:1. Se o valor do trabalho humano despendido na fabricação dos equipamentos e infra-estrutura também for contabilizado, o saldo é de apenas 1,22:1. Relevando as imprecisões e incertezas inerentes ao difícil trabalho de estimar o EROEI - afinal, que outro instrumento teríamos? - pode-se concluir que as usinas de energia solar fotovoltaica (ainda?) encontram-se muito aquém da maioria das outras fontes de energia conhecidas, e não podem substituir, em termos quantitativos, os combustíveis fósseis. Decerto parte do insucesso decorre da imaturidade de tais tecnologias; contudo, há também um, por assim dizer, limite absoluto dado pela própria natureza da energia solar: embora ela seja "a única das muitas fontes de energia renováveis a ter um fluxo de energia que ultrapassa em muito as necessidades prospectivas[89]" - e como tal única capaz de embasar uma civilização dotada de tempo livre suficiente para permitir a emancipação da dominação do homem pelo homem - este fluxo é muito pouco concentrado. Por exemplo: no ensolarado sul da Espanha, a média diária de energia solar incidente é de 5 kWh/m²,

[89] Vaclav Smil, *Energy at the crossroads. Background notes for a presentation to the Global Science Forum Conference on Scientific Challenges for Energy Research*, Paris, May 17 and 18, *apud* Hall e Prieto, *Spain's photovoltaic revolution,* p. 2.

ou 18 MJ (mega-joules[90]). Ora, um único quilo de petróleo cru armazena 42-45 MJ de energia; um painel solar de 1m² que desfrute de um dia inteiro de sol nas belas praias do Mediterrâneo espanhol produzirá energia equivalente à contida numa garrafinha de água, dessas que se vende por aí, cheia com petróleo. E um ano inteiro de sol (2000 kWh/m² ou 7200 Mj) correspondem a 160-170 quilos de óleo de pedra, isto é, apenas pouco mais do que um barril de petróleo (140 quilos). Às vezes é necessário repetir para que se possa dimensionar: um metro quadrado do espaço terrestre, dedicado integralmente à produção de energia elétrica de origem solar, equipado com tecnologia civil de ponta leva *um ano inteiro* para capturar a mesma quantidade de energia que o campo de petróleo de Ghawar, na Arábia Saudita, produz em *um décimo de segundo*[91].

Nem tudo são desvantagens: as fontes renováveis de energia escapam da tendência de queda da energia líquida intrínseca às fontes de energia finitas. A "numerologia" atual parece indicar que, a longo prazo, inevitavelmente surgirá um "modo de produção solar"[92]. Enquanto isso, o modo de produção capitalista terá que lidar com a parcela crescente da atividade econômica direcionada à produção de energia e com a provável redução na produtividade do trabalho[93]. Num sistema controlado pela lei cega da autovalorização do valor, isto implica em consequências entrópicas para a interface entre natureza e atividade metabólica humana – nível este mais conhecido como economia.

Rolando escada abaixo

As sociedades capitalistas do globo não experimentam o decrescimento da energia disponível diretamente, mas em termos de valor e de preço. Energia escassa é energia cara. Porém o inverso não é verdadeiro: energia cara não é necessariamente energia escassa. O choque do petróleo de 1979 produziu preços recordes; porém o boicote da OPEP não chegou a reduzir a quantidade de petróleo comercializado. O mérito de tal recorde cabe mais ao pânico e aos mecanismos do mercado do que à falta de petróleo. Hoje, o custo de produção de um barril de petróleo convencional em geral varia de 1 a 15 dólares. O petróleo saudita, abundante e contido em

---

[90] Segundo Hall e Prieto, *Spain's photovoltaic revolution,* p. 8 e p. 25. Conversões segundo tabela apresentada pelos autores na p. xv. Dados sobre o petróleo: Brown, Lemay, Bursten.*Chemistry*: The Central Science. 5th ed.; Tad W. Patzek, *Energy Coversion*, University of California, Berkeley.; *Oil*, Statoil. 21 January 2002.; apud *Energy Density of Petroleum*, The Physics Factbook, http://hypertextbook.com/facts/2002/KarolShepelsky.shtml acesso em 3 setembro 2015.

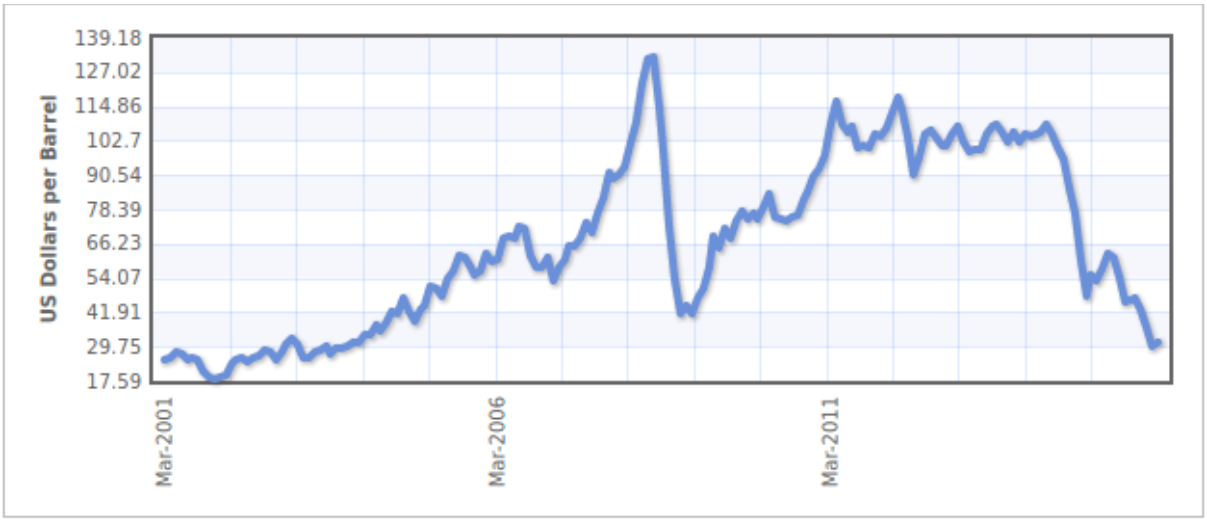
[91] A produção diária deste que é o mais conhecido campo de petróleo era de 5 milhões de barris por dia em 2009 - ou seja, de 57,8 barris por segundo, levando 0,017 segundos para se produzir um barril. Dados do MIT: http://sequestration.mit.edu/tools/projects/uthmaniyah.html consultado em 9 set. 2015.

[92]Expresão de Elmar Altvater, *O Fim do Capitalismo como o conhecemos* (2005)

[93]Saral Sarkar, *Eco-socialism or Eco-capitalism? A critical analysis of humanity's fundamental choicies* (1999)

reservatórios gigantes próximo ao solo, tem custo de fabricação igual a 1 dólar; o pré-sal brasileiro, enterrado a 7km sob o fundo do mar, custa talvez cerca de 15 dólares por barril. Não obstante, o preço de cada barril acaba de, após oscilar da casa dos 40 dólares até o pico histórico de 133 dólares, cair novamente para 40, subir e manter-se por alguns anos acima de 100 dólares por barril, cair novamente em 2016 para míseros 30 dólares. O que ocorre? Como são formados os preços do petróleo e, por extensão, dos demais hidrocarbonetos? E o que esperar no futuro?

Figura 22: Preços do petróleo 2001-2016. Fonte: www.indexmundi.com



Description: Crude Oil (petroleum), simple average of three spot prices; Dated Brent, West Texas Intermediate, and the Dubai Fateh, US Dollars per Barrel

Os hidrocarbonetos, assim como os demais recursos naturais e os produtos agrícolas, estão sujeitos a leis particulares quanto à formação de seus preços. A característica especial que os distingue dos demais setores produtivos, como indústrias de bens de consumo, é que a sua produtividade não depende apenas da tecnologia e do trabalho aplicados, mas também das condições impostas pela natureza. O custo de produção de poços, campos e minas com melhor saldo energético (mais energia líquida) é também necessariamente mais baixo que o dos demais – uma mesma quantidade de capital e de trabalho resultam em mais energia produzida, em geral consubstanciada em maior quantidade de petróleo, carvão e gás, ou em tipos de hidrocarbonetos de maior valor de mercado (petróleo "doce" de melhor qualidade, carvão de antracito, gás com alta porcentagem de metano). A produtividade de uma fábrica de energia fóssil depende pois da *fertilidade* natural da terra que a abriga.

Por mais que se aprimore a produtividade das máquinas e do trabalho, ainda assim a produção dependerá das condições naturais específicas daquele estoque de

energia. Assim, o *preço de produção* de cada unidade de determinada substância fonte energia fóssil varia conforme a fertilidade da terra, isto é, com a energia líquida efetivamente extraível de cada reservatório sob determinada configuração de maquinário e trabalho utilizada.

Contudo, o *valor de mercado* – em geral próximo do *preço* – de cada tipo de hidrocarboneto não varia conforme os preços de produção. Graças à concorrência, os preços de mercado tendem a se estabelecer próximos do preço de produção do *pior* tipo de terra economicamente viável, quer dizer, da energia mais cara porque proveniente dos reservatórios com pior saldo energético. Neste caso, a concorrência tende a produzir efeito inverso do costumeiro: ao invés de eliminar os produtores ineficientes, premia os eficientes. Isto ocorre porque não é possível, como na produção em massa tradicional, baratear os custos de produção com investimento em maquinário e exploração extra do trabalho, já que há uma variável deles independente, a fertilidade natural da terra. Investimentos de capital em reservatórios de baixo saldo energético podem aumentar o custo de produção unitário, limitando a capacidade de concorrência por meio da batalha de preços. Por isso, havendo equilíbrio entre oferta e procura, os preços de mercado da energia fóssil tendem a se estabelecer em torno de uma taxa de lucro mínima obtível com os preços de produção do pior tipo de reservatório. Em outras palavras, o pior tipo de reservatório a produzir com lucro tende a definir o *preço regulador* de determinada fonte de energia.

Isso significa que os melhores reservatórios em produção se apropriarão de uma *renda extra:* exatamente a diferença entre seu preço de produção mais baixo e o preço de mercado[94]. Esse *superlucro* ou *lucro suplementar* tem sido responsável pela rentabilidade excepcional verificada na história econômica dos hidrocarbonetos, mesmo durante o longo período de energia barata do qual acabamos de sair.

As décadas de 1950 e 1960 foram a primeira grande era expansionista da produção e do consumo de petróleo. Um mundo recém saído de uma guerra avassaladora tinha muito a construir – com a ajuda do dinheiro do Plano Marshal e do petróleo fornecido pelas "sete irmãs", as grandes multinacionais anglo-americanas que dominaram a produção, refino e venda final de petróleo durante estas duas décadas.

> Em 1950, os Estados Unidos eram o único país onde a indústria de petróleo estava bem desenvolvida. Entre 1950 e 1973, a indústria do resto do mundo cresceu nove vezes – uma taxa de crescimento anual de dez por cento, sustentada por incríveis vinte e três anos. Duzentas novas refinarias foram construídas fora dos Estados Unidos, e algumas antigas expandidas. Cerca de 1750 navios petroleiros, de

[94]Para a noção de renda, Marx, *O Capital*, livro III.

> tamanho cada vez maior, foram construídos. Mais de 2,5 bilhões de novos veículos automotores foram postos na rua, mais da metade deles nos Estados Unidos. As viagens aéreas substituíram os navios e todas as demais formas de transporte de passageiros por longas distâncias. (...) A demanda mundial por petróleo, incluindo os Estados Unidos e as economias planejadas, mais do que quintuplicou, crescendo de 11 milhões de barris por dia em 1950 para 57 mbd em 1970.[95]

O lastro de tal crescimento estonteante situava-se no Oriente Médio, o lugar onde o petróleo era tão abundante e tão barato de produzir que, mesmo com o crescimento ininterrupto da demanda em ritmo chinês, o problema das empresas produtoras era o inverso: como evitar a superprodução de petróleo de forma a evitar um colapso dos preços decorrente da simples lei da oferta e da procura. A *renda do petróleo* dependia da contenção organizada da produção e do controle sobre o refino e comércio final de um produto quase tão fácil de extrair quanto água do mar. O fracasso neste imperativo significaria o fim dos superlucros.

A solução para tal problema foi clássica: oligopólio. Por meio do controle da cadeia completa do petróleo – produção, refino e distribuição – as *majors* puderam combinar um preço único para todo e qualquer barril, independentemente de seu preço de produção. O "desenvolvimento ordeiro"[96] da indústria global foi controlado pela instauração do *preço Golfo-mais* para o mercado internacional de petróleo. Todo e qualquer barril era vendido pelo *preço* do petróleo americano no *Golfo* do México, *mais* o frete. Com isto, o petróleo americano – muito mais caro de se produzir – foi fixado como preço regulador de todo o comércio mundial. O impedimento da determinação dos preços pelo mercado foi garantido por transações intra-empresas. Petróleo em excesso da capacidade de refino era vendido pelo preço de custo a empresas com escassez de petróleo cru, e a produção total era mantida em nível controlado, com excessos num país sendo compensados pela redução na produção em outros[97]. A necessidade de manutenção de condições de mercado artificiais significa que à renda diferencial do petróleo vinha somar-se uma *renda de monopólio.*

O preço a pagar por tal renda foi a sua divisão com os países produtores. Começando com a Venezuela em 1948 e se espalhando pelo Oriente Médio no início da década de 1950, as sete irmãs fecharam uma série de acordos dividindo o sobrelucro meio a meio. Mossadegh à parte, os conflitos entre empresas e governos nacionalistas nos anos 1950 e 1960 foram um caso clássico de jogo de soma positiva, no qual ambos saíram ganhando. Se o prêmio foi importante para as elites dirigentes dos países produtores implementarem seus projetos desenvolvimentistas, para as *majors* ele o foi mais ainda: por vinte anos os preços se mantiveram relativamente

[95]Francisco Parra, *Oil Politics, A Modern History of Petroleum* (2004), p. 33
[96]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 36
[97]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), cap. 3

estáveis, o que possibilitou taxas de lucro da ordem de 100%. De 1952 a 1973, o Oriente Médio contribui com 42% do incremento mundial da produção de petróleo, ao custo de míseros 4% do capital investido em prospecção e exploração[98]. "Maná dos céus"[99] a aterrizar diretamente nos balancetes das companhias anglo-holandesas.

Porém, a terra do maná é também a terra da fuga do Egito. Lentamente, formou-se na cabeça dos dirigentes dos países produtores a ideia de controlarem eles mesmos o monopólio sobre o petróleo que, aliás, encontrava-se sob suas terras. Em 1960, Venezuela, Arábia Saudita, Iraque, Irã e Kuwait, formaram a Organização dos Países Produtores de Petróleo – a OPEP. Os objetivos principais eram o aumento da fração da renda apropriada pelos países e o controle da produção, de forma a evitar quedas nos preços. O estopim de tal empreitada – a redução de 10 centavos no preço do petróleo do Oriente Médio deflagrada em 1960 pela Exxon e logo seguida pelas demais irmãs – sinalizava a tendência econômica de toda a década de 1960. Mesmo com todos os esforços oligopolísticos e o consumo crescendo a todo vapor, a superprodução de petróleo forçava os preços para baixo – e com eles os pagamentos dos governos. Em termos nominais, o barril de petróleo do Oriente Médio, que iniciou os anos 1950 custando 1,71 dólares, chegou aos anos 1970 custando apenas 1,80 dólares – descontando a inflação, houve desvalorização. Em termos reais (ajustado para dólares de 2009), o barril passou de 15,23 dólares em 1950 para 9,94 dólares em 1970[100]. Não por acaso os anos 60 foram marcados por enfrentamentos entre as empresas e a OPEP, logo expandida, cujos resultados, contudo, não chegaram a alterar o jogo senão cosmeticamente.

O espírito da época se encarregaria de dar o empurrãozinho que a OPEP precisava para virar o tabuleiro. Em 1969, a tomada do poder monárquico por jovens militares na Líbia colocou às empresas petrolíferas exigências muito mais severas do que as da OPEP até então – num cenário no qual cada concessão criava um precedente para exigências similares de todos os demais países. Em 1971, países da OPEP e do norte da África já haviam arrancado aumentos significativos nos preços oficiais (nesta altura do campeonato, os *preços oficiais* (*posted prices*) usados para calcular os *royalties* pagos aos países produtores já não coincidiam necessariamente com os preços de mercado em geral inferiores) – sinal de que parte maior do superlucro começara a escoar para os governos. Logo passou-se à fase seguinte, de negociação sobre a propriedade do petróleo. Diversos países arrancaram das *majors* regimes de participação no lugar das antigas concessões, o que significava que parte do petróleo produzido era agora propriedade dos governos nacionais; em breve, a começar pela Líbia, todas as subsidiárias das multinacionais estariam nacionalizadas.

---

[98]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004),
[99]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 40.
[100]Dados do *BP Statistical Review of World Energy 2010*, apud http://chartsbin.com/view/oau

Cumpre relembrar que o espírito do tempo é ele próprio empurrado pelas ondas longas do metabolismo entre natureza e sociedade governado pela lei do valor. Pois as antes todo-poderosas sete irmãs – e os governos dos Estados Unidos, Grã-Bretanha e Holanda – não poderiam ser assim tão facilmente vencidos, sem esboçar sequer gesto de retaliação, se não houvessem motivos mais poderosos por detrás. Na verdade, a preocupação principal das empresas e dos governos dos países supracitados era bem outra: não a mera propriedade da produção de petróleo, mas a garantia de condições para a gigantesca expansão da produção que se colocava como tarefa imediata. Em 1971, a possível – e quiça provável – escassez relativa de petróleo num prazo de anos era consenso. Com o terceiro mundo industrializando-se a todo o vapor e populações do primeiro ainda esbanjando prosperidade welfarista, projetava-se demanda mundial de até 105 milhões de barris por dia em 1989 (frente a 37 mbd à época); temia-se a necessidade de importações de até 19 mbd pelos Estados Unidos em 1985. Para satisfazer tamanho apetite, os países da OPEP teriam que expandir sua produção de 17 mbd em 1970 para 40 mbd em 1985 – um piscar de olhos, em termos de indústria petrolífera. Em 1971, as companhias já se planejavam para expandir a produção para 20 mbd em 1983 na Arábia Saudita, 9 mbd no Irã em 1976 e 5 mbd no Kuaite, além de contar com os 5 mbd em 1980 prometidos pelo governo do Iraque[101]. Some-se a isto o fato da promessa de energia nuclear "barata demais para se dar ao trabalho de cobrar por ela" estar já começando a se revelar um fiasco, com atrasos nos projetos de construção de usinas e orçamentos seguidamente estourados. Neste cenário, as empresas fizeram de tudo para costurar um acordo amplo e definitivo com os países da OPEP, que lhes permitisse se concentrar em sua tarefa hercúlea de dotar o mundo de energia fóssil, mesmo que cara. E era o que aparentemente estavam conseguindo, até que sobreveio o fatídico ano de 1973.

Por estas alturas, a produção de petróleo já fora nacionalizada no Iraque, na Líbia e na Algéria, e um sistema de participação implementado nos demais países, o que significava que o controle dos níveis de produção e do preço havia passado das garras das *majors* para as mãos dos países produtores. Tudo em nome dos direitos soberanos do Estado-nação, mas também da criação do que hoje se chamaria "ambiente de negócios" favorável à ampliação da produção. Em meados de 1973, o cabo de guerra em torno dos preços, característico da década anterior, havia dado lugar à busca pela "segurança de suprimento", quando não ao pânico face à "crise energética"[102]. Entrementes, em 6 de outubro de 1973, Egito e Síria atacam Israel, buscando retomar os territórios perdidos na Guerra dos Seis Dias de 1967. Estava iniciada a Guerra do Yom Kippur. No dia 16 de outubro, após negociações julgadas

[101]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), pp. 116-7
[102]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 165

insatisfatórias com as companhias, a OPEP decide aumentar o preço oficial do barril de petróleo em 70%. Por enquanto a razão era puramente comercial: a demanda encontrava-se tão alta que os preços de mercado encontravam-se pela primeira vez desde a Segunda Guerra Mundial acima dos preços oficiais. O bombardeio de dois terminais de exportação sírios pela aviação israelense em 6 de outubro piorara ainda mais a situação dos mercados. No dia seguinte, 17 de outubro, veio a resposta política à guerra: representantes de dez países árabes membros da OPEP decidiram reduzir sua produção de petróleo em 5% ao mês, até que as tropas israelenses desocupassem as terras conquistadas na Guerra dos Seis Dias. Em 18 de outubro, a Arábia Saudita, então maior produtor e com a maior capacidade ociosa, anunciou redução imediata de 10% na produção, a ser seguida por novos cortes. Em resposta, no dia 19 os Estados Unidos anunciaram um programa de ajuda a Israel. Nos próximos dias os países árabes contra-responderam com um embargo: todos os carregamentos direcionados aos Estados Unidos e muitos dos para a Holanda estavam suspensos. Um cessar fogo foi assinado em 22 de outubro, mas o embargo foi intensificado, com a produção reduzida a 75% do nível de antes da guerra. As negociações de paz, iniciadas em dezembro, conduziram ao fim da guerra em fevereiro, com a retirada de Israel da Península do Sinai. Em março, o embargo estava terminado. A situação do mercado de petróleo, contudo, agora era outra.

O pânico se instaurara. Os preços, de cerca de 3 dólares por barril antes da guerra, chegaram a 17 dólares – e tudo indica que só não subiram mais porque o Xá do Irã, em dezembro de 1973, por razões políticas estabeleceu os preços do petróleo de seu país em 11,6 dólares, criando uma contra-tendência. De fato, os preços passaram a ser regulados pelo piso iraniano, mantendo-se neste patamar (mais inflação) até 1978, quando o barril valia 14 dólares. A era do petróleo barato em termos nominais e decrescente em termos reais fora substituída pela era do petróleo caro em termos reais (entre 45 e 50 dólares de 2009). O imaginário da década foi figurado pela crise energética à espreita. A produção teria que dobrar até 1985[103]; impossível. O *american way* acabaria às margens de uma rodovia, por falta de gasolina. Finalmente, em 1979, os mercados se encarregam de realizar a profecia. O pesadelo do mundo industrial se repete, com o segundo choque do petróleo.

O gatilho é apertado em dezembro de 1978, quando os produtores de petróleo do Mar do Norte reajustam seu preço em 11% - acima do 5% imediatos mais 5% escalonados durante o ano de 1979 anunciados pela OPEP como reajuste anti-inflacionário na mesma época. A greve dos trabalhadores petroleiros do Irã iniciada em outubro; a expectativa de uma alta no consumo para 1979; o reajuste de preços imediato de 11% feito por diversos países da OPEP em resposta ao aumento no Mar do Norte; o excesso de liquidez global, fruto de quase uma década de política

[103]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 218

monetária inflacionária do FED, o banco central americano; estes fatores detonaram uma corrida pelo petróleo no mercado *spot,* o (então ainda minúsculo) mercado livre de compra e venda de petróleo. Os preços logo passam de 12,78 dólares em dezembro de 1978 para 21,80 em fevereiro de 1979; estava dada a largada. Compradores em pânico secaram todo petróleo cru disponível – num cenário no qual muitos vendedores decidiam, por prudência, segurar seus estoques – e produtos refinados atingiram preços muito acima de seu custo de produção. Em maio, o Irã pós-revolução anuncia um teto de produção, e os preços continuam sua escalada até atingir 40 dólares em novembro de 1979 (equivalentes a 90 dólares de 2010). A procura por produtos refinados de petróleo continua sob a toada do pânico, mesmo sem escassez real de matéria-prima – neste momento os navios petroleiros já haviam se tornado estoques flutuantes gigantes, à espera de ordens de venda que nunca vinham. A margem de lucro das refinarias passa rapidamente de 1 para 17 dólares por barril[104]. Em fins de 1979, toda a estocagem disponível estava cheia até a boca de petróleo e derivados, a OPEP produzia a todo o vapor e a demanda começara a cair, dentre outros motivos em reação ao preço nas alturas. O início da Guerra Irã-Iraque em 1980 ainda manteve os preços na faixa dos 40 dólares durante o ano. Em meados de 1981, com plena oferta, os preços finalmente se estabilizam no patamar de 31 dólares.

O lastro material de tal pânico pode ser encontrado na combinação de três fatores. O teto de 8,5 mbd anunciado por questões de segurança estratégica – leia-se medo da depleção – pela Arábia Saudita no início de 1978 retirou 1 mbd do mercado e pareceu confirmar as expectativas de oferta apertada; a decisão do Irã pós-revolução, de cancelar seus contratos com as *majors* e vender seu petróleo diretamente no mercado *spot,* forçou a procura por petróleo no mercado aberto; e o fato da OPEP vender apenas para empresas com as quais tinha contrato, e não no mercado livre, garantiu que a oferta de petróleo *spot* ficasse impossibilitada de contrabalançar o aumento dos preços. Estes fatores produziram um ambiente de pânico que foi capaz de, sem que houvesse escassez real de petróleo, bater o recorde de preços do século XX – prefigurando o que estava por vir.

Sob a fumaça, contudo, ainda não havia fogo. Lentamente, estavam sendo preparados os fundamentos de uma queda tão impressionante dos preços quanto o fôra a alta de 1979. Durante o clima cataclísmico dos anos 1970, investimentos de monta estavam sendo feitos na geração de energia. Os preços altos do petróleo incentivaram um retorno ao gás e ao carvão como fonte de geração de energia elétrica, e as dezenas de usinas nucleares em construção começaram finalmente a entrar em operação, produzindo o equivalente a 4,8 milhões de barris de óleo-

[104]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 222

equivalente por dia[105]. A eficiência do refino aumentou, e os programas de conservação de energia – melhoras nos padrões de insulação das construções, motores mais econômicos, esforços de conservação nas indústrias – reduziram o consumo de gasolina e a relação energia/PIB em algo como 20% nos países desenvolvidos[106]. A economia em estagflação encarregou-se em transformar em delírio as previsões de explosão na demanda de petróleo, que permaneceu estagnada. Sobretudo, a OPEP foi presenteada com concorrentes à altura. Os preços altos tiveram a virtude econômica de possibilitar a exploração do petróleo caro do Mar do Norte, do Alasca e do México, e a União Soviética, em necessidade crônica de dólares para importar alimentos, aproveitou para exportar tanto petróleo quanto pôde. Juntas, estas fontes despejaram 11 milhões de barris por dia no mercado mundial[107]. De escassez ilusória e equilíbrio real entre oferta e demanda, nos anos 1980 a indústria petrolífera passava a uma nova fase de superprodução, com consequências previsíveis para a renda do petróleo.

A inércia da estrutura oligopolística do mercado – lembremos que o mercado livre ou *spot* era nesta época ainda pequeno – garantiu preços médios em lenta redução: de 31 dólares em 1981 para 27 dólares em 1985. Contudo, as perdas decorrentes da competição com os produtores de fora da OPEP estavam sendo totalmente absorvidas pela Arábia Saudita, cuja produção decaíra de 4 mbd em 1982 para 2,2 mbd em 1985, chegando ao ponto de quase zerar suas exportações[108]. Cansada do desrespeito à política de cotas de seus parceiros de OPEP, a Arábia decide partir para a competição. O mercado reage abruptamente: o preço do barril despenca para 13,3 dólares em março de 1986. A OPEP ainda tenta contornar a situação fixando seus preços em 18 dólares, mas sem sucesso. Em 1987, a Árabia Saudita toma uma decisão que iria reestruturar todo o mercado de petróleo: passa a vender toda a sua produção no mercado livre, isto é, a preços de mercado e a quem se interessar, e não mais a preços pré-fixados para companhias com acordos de compra prévios.

O mercado livre ou *spot* de petróleo já existia há muito, porém era até o início dos anos 1980 muito pequeno em comparação com o mercado interempresarial (exceto dentro dos Estados Unidos). Sua função era mais a de sinalizar a situação do mercado e de servir como contraponto aos preços da OPEP do que propriamente determinar os preços do grosso do óleo comercializado. Com a exploração do Alasca, México *offshore* e em especial do Mar do Norte, começa a emergir um mercado livre substancial de petróleo. A entrada nele da Árabia Saudita, maior produtor do mundo, em pouco tempo arrasta consigo os demais países produtores. No início da década de

[105]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 250
[106]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 248
[107]11 mbd extras entre 1973 e 1985. Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 249
[108]Francisco Parra, *Oil Politics,* (2004), p. 281

1990, o petróleo havia se transformado em uma *commodity*, vendido à vista, no mercado futuro e no mercado puramente especulativo (petróleo de papel). Três tipos de óleo emergem como produtos de referência (*marker crudes*): o Brent, o WTI (*West Texas Intermediate*) e o Dubai. Os anos 1990 foram anos de preços baixos, na casa de 20 dólares por barril. O tom político e catastrofista dos anos 1970 perdera-se nas brumas da memória; o petróleo era agora um número dentre os vários a desfilar nos índices das bolsas de valores globalizadas.

Enquanto isso, um novo ciclo sistêmico de acumulação vinha sendo gestado no leste da Ásia, onde sobretudo a China industrializava-se em velocidade e escala inéditas na história do capitalismo. Em pouco tempo, o mercado inverter-se-ia novamente, passando num átimo da superprodução à escassez relativa. Em 2004, o sistema de geração elétrica chinês (baseado no carvão) colapsou diante do crescimento do consumo industrial de energia; o país recorre ao mercado de petróleo. Num ano, o consumo chinês de petróleo cresce 16% (frente aos 8% projetados); o consumo mundial aumenta num único ano o esperado para os próximos dois anos e meio[109]. Em resposta, as empresas intensificaram a produção, mas o resultado foi chocante: nem mesmo a Arábia Saudita, tradicional *swing producer*, quer dizer, país com grandes reservas e capacidade técnica de aumentar rapidamente a produção, foi capaz de aplacar a sede dos mercados. Por mais que os engenheiros e trabalhadores da Saudi Aramco se esforçassem, a produção não pôde ultrapassar os 10 mbd[110]. Sem o saber, o mundo do petróleo havia atingido o pico previsto 50 anos antes por Hubbert. Os preços, na faixa dos 30 dólares, ultrapassaram então a barreira psicológica dos 40 dólares, prosseguindo na escalada que os conduziria ao recorde em termos nominais: 140 dólares em 2008, quando a ciranda financeira sai do controle e implode.

No início da década de 2010, a situação da indústria do petróleo convencional era de procura superior à oferta, o que lhe garantia rendas altíssimas. O preço na casa dos 100 dólares para um produto cujo custo de produção de 1 a 15 dólares implicava numa taxa de arrendamento digna dos lucros heroicos do capital comercial da época das grandes navegações europeias. O que a sustentava era a situação da oferta: sem perspectiva de aumentos substanciais de produção, o preço regulador do petróleo foi determinado por seu *substituto mais barato: o carvão liquefeito*, cujo custo de produção era de cerca de 75 dólares por barril. O cenário de petróleo a preços altos parecia à época ter vindo para ficar: afinal, atingido o pico de produção em 2005-6, como poderia seu preço cair novamente, salvo se alguma empresa insana ou governo desesperado decidisse roubar mercado, furando o acordo de superlucros ao vender seu óleo de boa qualidade a preço de óleo de péssima qualidade - o que

[109]Daniel Yergin, *The Quest* (2011), p. 410 e p. 377
[110]Matthew R. Simmons, *Twilight in the Desert: the coming Saudi oil shock and the world economy* (2005). p. xiii

ainda teria que ser feito em quantidades consideráveis, sobretudo porque os países ditos emergentes continuavam crescendo (só o consumo chinês de petróleo cresceu 30% entre 2008 e 2013[111])

Mas o mecanismo automático do mercado já se encarregara, no auge dos preços altos, de tomar medidas para expandir a produção. Numa palavra: *fracking*. Todo aquele petróleo e gás dispersos por dezenas de quilômetros em microcavidades subterrâneas, de extração caríssima, passava a fazer sentido econômico com o barril a cem dólares - e, claro, com o auxílio do sistema financeiro americano que precisava dar um destino para a moeda sendo impressa a todo vapor durante o governo Barack Obama. Ajudada pela curva de extração rápida característica desta técnica, a produção americana de petróleo cru saltou de 5,5 mbd em 2010 para 9,2 mbd no início de 2016[112], praticamente um milagre em termos de indústria petrolífera. E o mesmo grau de sucesso foi obtido nas areias betuminosas canadenses, cuja produção aumentou em 1,1 mbd entre 2008 e 2014. Acrescente-se os aumentos de produção *offshore* da África Ocidental e do Brasil, e a miraculosa operação iraquiana que, mesmo em meio à guerra, conseguiu aumentar sua produção em 1 mbd[113]: de repente, havia bem mais petróleo à venda do que pouco tempo atrás, e num cenário de desaceleração do crescimento econômico nos países emergentes. Logo, as expectativas futuras começaram a influenciar na realidade presente dos preços. A Arábia Saudita, declaradamente interessada em quebrar a competição americana, continua a produzir a todo vapor, e o Irã, em paz com os Estados Unidos, prestes a inundar o mercado com seu petróleo antes excluído pelas sanções.

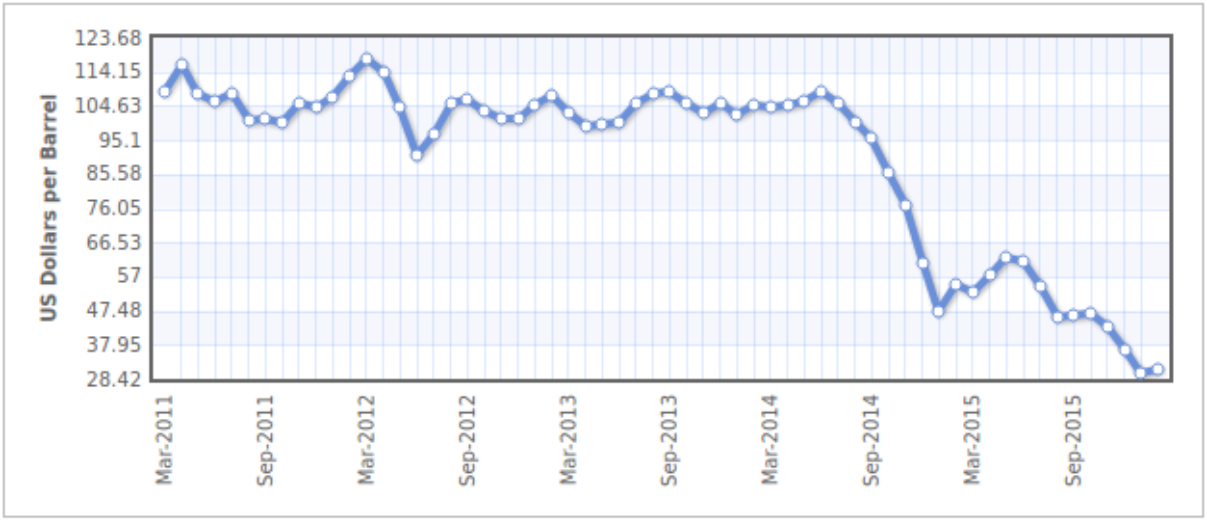
Afogados por essa nova onda de petróleo não-convencional, e expectativa de ainda mais óleo a inundar os mercados, os preços internacionais logo começaram a cair. Os preços se mantiveram na casa dos cem dólares até meados de 2014, quando despencaram, atingindo a baixa histórica de apenas 30 dólares por barril (Brent) em janeiro de 2016.

Figura 23: Preços do petróleo 2011-2016. Fonte: www.indexmundi.com

[111] Michael Klare, "The Oil Pricequote: political turmoil in a time of low energy prices", 12 de janeiro de 2016, http://www.tomdispatch.com/blog/176089/tomgram%3A_michael_klare%2C_the_look_of_a_badly_oiled_planet também publicado em http://www.resilience.org/stories/2016-01-13/the-oil-pricequote (acesso em 29 de março de 2016)

[112] Michael Klare, "Energy Wars of Attirion: the irony of oil abundance", 8 de março de 2016, http://www.tomdispatch.com/post/176112/tomgram%3A_michael_klare%2C_a_take-no-prisoners_world_of_oil/ e também disponível em http://www.resilience.org/stories/2016-03-09/energy-wars-of-attrition (acesso em 29 de março de 2016). Os dados são da EIA do Dep. de Energia.

[113] Michael Klare, "The Oil Pricequote", *op. cit.*



Description: Crude Oil (petroleum), simple average of three spot prices; Dated Brent, West Texas Intermediate, and the Dubai Fateh, US Dollars per Barrel

A comodificação do petróleo traz consigo a instabilidade inerente ao mercado – conforme mostram as crises de 1979, 1986 e 2004. Num cenário de limites ao crescimento da produção de energia, os efeitos de um aumento dos preços sobre a economia tendem a ser cada vez mais rápidos, e o intervalo entre as crises cada vez menor. Ao contrário do mundo supralunar das finanças, onde o capital fictício pode girar e se expandir por anos e anos a fio sem detonar uma crise no mundo infralunar da "economia real", o mercado do petróleo, mesmo financeirizado, não permite tais extravagâncias por muito tempo. A energia cara não tarda em provocar consequências nefastas no mundo real – aquele onde praticamente tudo envolve energia fóssil. Os efeitos inflacionários do alto preço do petróleo alfinetaram a bolha de 2008 – a primeira da era do colapso da energia fóssil. E tudo indica que este padrão tenderá a se repetir.

O pico do petróleo e o consequente preço alto de *todas* as demais fontes de energia fóssil implicam num freio ao crescimento da economia. O limite energético funciona como um limite ao crescimento econômico de longo prazo. Além do óbvio e já muito constatado paralelismo entre crescimento do PIB e do consumo de energia primária, recentemente, atenção tem sido dada às consequências do decrescimento da energia líquida na expansão da economia – e por estudiosos insuspeitos de anticapitalismo. Andrew Lees, economista do banco de investimento UBS, após calcular o saldo energético médio atual da economia global em 20:1, a partir do gasto de 4 a 5% do PIB mundial em produção de energia, prognostica que aquele poderia cair para apenas 5:1 na próxima década, o que nos jogaria numa repentina era glacial da economia. O debate ganhou as páginas da revista *The Economist*, que comparou: "se o mundo fosse uma empresa, sua taxa de retorno sobre o capital

aplicado estaria caindo". Tim Morgan, da corretora londrina *Tullet Prebon* (cujos clientes são bancos de investimento), também fez seus cálculos e afirma que

> nossos cálculos dos EROEIs [saldos energéticos] para os anos de 1990 (40:1) e 2010 (17:1) estão razoavelmente próximos do números citados por Andrew Lees para estes anos. Para 2020, nosso EROEI projetado (11,5:1) não é tão catastrófico quanto 5:1, mas significaria ainda assim que a parcela do PIB absorvida pelo custo da energia subiria dos atuais 6,7% para cerca de 9,6%. Nossas projeções mostram que o custo da energia poderia absorver quase 15% do PIB (com um EROEI de 7,7:1) em 2030. Embora nossas previsões e a do Sr. Lees possam diferir nos detalhes, a conclusão essencial é a mesma: a economia, tal como a conhecemos há mais de dois séculos, deixará de ser viável em algum momento dos próximos dez anos, a menos que, claro, seja descoberta alguma forma de reverter esta tendência.[114]

A energia total decrescente tenderá a agir de forma cada vez mais determinante sobre os ciclos econômicos de expansão e recessão característicos do capitalismo. Porém, o ultrapassamento do limite energético significa que a direção geral do processo está invertida: ao invés do aumento relativo da riqueza *per capita* a cada ciclo expansionista quando visto em relação ao anterior, veremos sua redução, conforme o excedente econômico gasto na produção de energia supere aquele engendrado pela produtividade do trabalho melhorada e pelo emprego de uma massa maior de fatores de produção. O estudioso John Michael Greer batizou este processo de *colapso catabólico*[115] – embora um esquema semelhante de tenha sido já proposto por Robert Kurz no início da década de 1990[116]. O catabolismo é um fenômeno biológico de consumo energético que pode chegar à autofagia. Os músculos do corpo humano, por exemplo, só crescem e se fortalecem porque o exercício promove a degeneração das fibras musculares. Terminados os exercícios, o corpo inicia o processo de anabolismo, ou reconstrução muscular, que ocorre em repouso; porém, se o tempo para reconstrução não for respeitado, o corpo entrará num ciclo dominado pelo catabolismo, com resultado autofágico: os músculos são consumidos pelo esforço. Greer imagina para nossa civilização um processo análogo: ciclos de crescimento e decrescimento econômicos que, devido à escassez relativa de energia, não conseguem superar o patamar de atividade industrial inicial; cada ciclo de crescimento é apenas um respiro no processo maior de redução da atividade econômica geral.

Figura 24: Ciclos de descenso: modelo de colapso catabólico. Fonte: John Michael Greer, *The Long Descent* (2008), p. 109

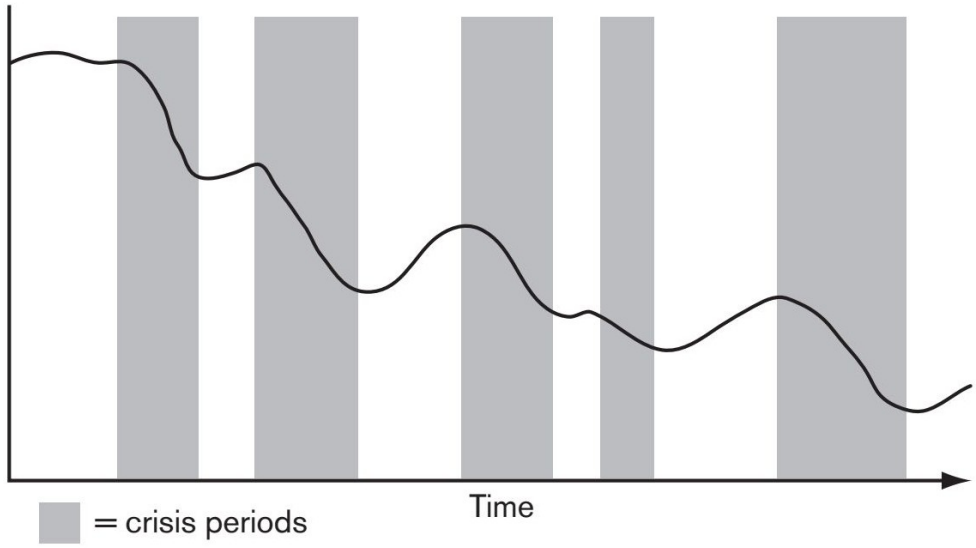
---

[114]Textos são de 2010 (Lees e *The Economist*), e 2013 (Morgan), respectivamente. Apud Richard Heinberg, *Snake Oil* (2013), capítulo 6

[115]John Michael Greer, *The Long Descent: a user's guide to the end of the industrial age* (2008)

[116]Robert Kurz, *O Colapso da Modernização* (1992) [1991]

Diagram 3.2. Cycles of Descent



Em outro vocabulário: dada a mediação entre natureza e sociedade realizada pela economia capitalista e suas dinâmicas específicas de valorização do trabalho abstrato, crises periódicas, saltos na produtividade do trabalho pelas revoluções nas forças produtivas e assim por diante, a civilização industrial experimenta o colapso, via de regra, como alternância entre momentos de crise e momentos de bem-estar econômico – só que agora o saldo final é, diferentemente da época pré-colapso, negativo. A escada formada pelo gráfico da riqueza, em vez de subir até o paraíso do modo de vida automático desce aos infernos do trabalho sem valor, do colapso das formas de vida e do medo constante do futuro que, intui-se, será pior que o presente.

3

Meu pai andava de camelo. Eu ando de carro. Meu filho anda de avião. Meu neto andará de camelo.

ditado saudita

O estudo materialista das condições específicas do metabolismo entre natureza e sociedade industrial de figura capitalista aponta para o provável atingimento do limite energético deste sistema homeostático num prazo que um ser humano qualquer chamaria de *médio*, e um historiador, provavelmente, de *curto.* Imediatamente, qualquer cérebro humano dá o passo lógico seguinte e formula a questão: *O que virá depois?*

Diversos autores têm buscado formular a resposta, ao ponto de já se ter criado, em certas paragens, a figura do *futurista*, pensador especializado em prever o futuro utilizando apenas a bola de cristal da teoria – em geral apologética, simples projeção do desenvolvimento tecnológico desprovida de qualquer base realmente teórica[117]. O cenário intelectual atual indica que qualquer resposta mais ou menos própria requer uma análise das visões do futuro mais convincentes já elaboradas, em busca de seus erros e acertos, julgados à luz das descobertas até aqui recenseadas. Tal análise se restringirá aos aspectos de tais teorias que importam para esta discussão; por isso, elas não serão resenhadas e criticadas em sua completude, mas apenas em alguns pontos-chave – aqueles que lidam com a energia. Da soma de erros e acertos parciais, espera-se compor o esboço de um cenário teoricamente fundamentado que permita, mesmo com suas próprias falhas e insuficiências, orientar-nos no pensamento acerca dos rumos desse processo.

A peça faltante na reconstrução do materialismo histórico de Habermas

Nos já algo distantes anos 1970, quando as noções de futuro e de progresso coincidiam, Jürgen Habermas buscou dar consistência científica à teoria marxista da história, que /ganhou alguns problemas após um século de avanços científicos e de novas experiências sociais. Ao fazê-lo, criou uma poderosa narrativa sintética da história humana, dirigida por um processo que apontava para o surgimento futuro de um novo modo de produção.

[117] Por exemplo: no campo da superinteligência artificial, há Ray Kurzweil como apologeta, e Nick Bostrom como teórico dos riscos catastróficos.

Qual a insuficiência do materialismo histórico na visão de Habermas? É que, ao considerar como matriz da compreensão da realidade histórico-natural a economia – ou seja, o modo histórico específico de organização social do trabalho para a reprodução da vida humana – tal abordagem põe como racionalidade de todo o processo histórico a instrumentalidade, quer dizer, uma relação racional de orientação de meios segundo fins. Falando concretamente, seja nas oficinas medievais, na manufatura, na grande indústria ou na produção por robôs, o processo de produção é sempre o mesmo, ele envolve sempre a transformação de matérias-primas por um complexo de homens, instrumentos e máquinas agindo com a finalidade de imprimir nestas matérias formas previamente pensadas e desenhadas, com produtividade crescente. Assim, o trabalho é organizado socialmente para atingir a finalidade de reproduzir a vida social existente, o que se realiza por meio da distribuição e consumo dos produtos do trabalho, reguladas por instituições sociais. Novas tecnologias e novas formas de organização do trabalho implicam em alterações em todo o edifício social, e culminam, cedo ou tarde, em mudanças nos modos de distribuição e também nas representações que os homens fazem de sua própria sociedade. Desta forma, "os processos de aprendizagem evolutivamente relevantes"[118] situam-se na dimensão das forças produtivas, e agem sobre as relações de produção somente num segundo momento temporal, e por isso a razão na história seguiria, no materialismo histórico, o modelo da razão instrumental. Ora, para Habermas as regras que orientam a distribuição e o consumo não são exatamente instrumentais: é por meio de um acordo intersubjetivo que os homens determinam quem recebe quanto do quê; há uma história própria das instituições sociais, das ideias morais e das estruturas de personalidade, relativamente independente da organização social do trabalho. Pela comunicação, os homens instauram as regras de um acordo, mesmo se perenemente conflitivo, sobre a regulação dos processos exclusivamente sociais, aqueles que não envolvem a natureza externa à do homem. Ao lado do papel do trabalho, deve-se considerar o da linguagem. O processo de aprendizagem sociocultural seguiria pois uma racionalidade comunicacional, e a teoria da história necessitaria conceder-lhe o justo lugar merecido – o que culminará em outra leitura da "dialética" entre forças produtivas e relações de produção.

Comecemos pelo começo. Segundo Habermas, o surgimento do "primeiro modo de produção"[119] já evidencia o papel preponderante da razão comunicativa sobre a instrumental:

> O conceito marxiano de trabalho social é adequado à tarefa de delimitar a forma de vida dos homínidas com relação à dos primatas, mas não capta a

[118] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico*, p. 13
[119] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico*, p. 115

> reprodução especificamente humana da vida. Com efeito, não os homínidas, mas somente os homens superam aquela estrutura social que nasceu da série dos vertebrados: uma ordem hierárquica na qual (...) cada animal tem atribuído a si um, e somente um, *status.* Nos chimpanzés e nos babuínos, esse sistema de *status* governa as relações bastante agressivas entre os machos adultos, as relações sexuais entre os machos e fêmeas e as relações sociais entre velhos e jovens. (...) Também as sociedades homínidas fundadas sobre o trabalho social não conhecem ainda uma *estrutura familiar*. Mas podemos imaginar de que modo pode ter nascido a família. O modo de produção de caça socialmente organizada fez surgir um problema sistêmico que foi resolvido com a *familização do homem,* ou seja, com a introdução de um *sistema de parentesco* baseado na exogamia.[120]

As sociedades de macacos mais evoluídos – que decerto preservaram traços das sociedades de nossos antepassados primatas comuns – são segmentadas. Há três grupos sociais principais: o dos machos adultos, o das fêmeas e filhotes, e o dos jovens. Os primeiros protegem o território, lutam contra os inimigos, guiam o grupo, competem entre si, e buscam impedir que os jovens machos ascendam ao grupo, afugentando-os e impedindo-lhes o acesso às fêmeas. O topo da hierarquia social é um lugar instável, onde o lugar de macho dominante não fica ocupado muito tempo pelo mesmo líder. As fêmeas e seus filhotes compõem o lugar da estabilidade social e do cuidado, enquanto os jovens perambulam pelas franjas da sociedade e do território, numa posição social instável, entre a exclusão e a integração. Há vários caminhos de mobilidade social para um jovem primata, sobretudo macho. Ele pode tomar uma atitude de independência, habitando na periferia do território, evitando a todo custo cruzar com os machos adultos, tanto quanto pode submeter-se ativamente ao chefe, demonstrando submissão, por exemplo, ao imitar o comportamento de uma fêmea, mostrando-lhe o traseiro em sinal de servitude. Um meio termo são o lustre (*grooming*) e a catação de piolhos, manifestação de amizade que pode simbolizar uma igualdade ou um pedido de apaziguamento. O mesmo vale para as fêmeas, que podem demonstrar seu respeito aos socialmente superiores ao se oferecerem para cuidar dos filhotes de outra fêmea mais bem posicionada. Neste universo social, há uma relação bastante individualizada entre mãe e filhos, que permanecem ligados como tais durante toda a vida; também é comum a relação de irmandade entre os jovens. Esta socialidade, marcada por relações afetivas tão fortes e duradouras, indica a existência dos papéis sociais de "mãe" e de "filho/filha", e é regulada por um tabu do incesto entre ambos. Já aqui há um domínio da realidade especificamente social, isto é, não explicável pela pura racionalidade instrumental, senão por um estatuto social, um conjunto de regras intersubjetivas. Contudo, o mesmo não ocorre

[120] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico*, p. 116

entre pais e filhas. O fato da ocorrência de incesto entre eles indica a inexistência do papel social do "pai". Por isso é que os jovens machos são tão dificilmente integrados ao grupo dos adultos, pois cada um é sempre já um "adulto", um competidor em todas as dimensões do poder; assim como não há um estatuto social implícito que regule a relação entre adulto macho e jovens fêmeas, também não há um estatuto satisfatório regulando o conflito entre os machos, jovens ou adultos; a entrada de um jovem no grupo dos adultos implica em mais um adversário nas disputas sexuais, políticas, alimentares e de prestígio[121].

Os hominídeos certamente se distinguiam de seus ancestrais primatas pelo trabalho social, isto é, já dominavam a construção de ferramentas e possuíam algum tipo de linguagem, mais ou menos rudimentar, com a qual organizar o trabalho de caça e coleta – e todas as outras modalidades de interação social. No processo de alteração climática que expulsou seus antepassados das florestas para a savana, bipedalizaram-se, seu cérebro cresceu, e sua mão, agora dotada de polegares opositores, tornou-se o instrumento primordial com o qual criar outros instrumentos para caçar e proteger-se. Suas forças produtivas atingiram um estágio muito superior ao de nossos ancestrais primatas comuns. Contudo, elas por si só não poderiam resolver o conflito inerente à socialidade primata e que, imagina-se, deve ter se agravado sobremaneira numa sociedade povoada por indivíduos dotados de armas como lanças, facas e porretes. Qual o destino das tensões específicas da sociabilidade primata após a revolução das forças produtivas que principia a passagem da "sociedade primática" à "paleossociedade"[122] homínida?

O resultado sociológico da invenção da caça será a divisão da paleossociedade em duas "bioclasses"[123]. Acompanhando a importância energética crescente do trabalho de caça, surge uma divisão sexual do trabalho. Os primatas mais evoluídos atuais caçam, mas não coordenadamente, e a divisão dos produtos da caçada não é regrada senão pela máxima do "cada um por si", e freqüentemente conduz a conflitos. Somente uma espécie já dotada de linguagem pode fazê-lo. Ora, caçar rotineiramente com eficácia pressupõe força muscular, capacidade de deslocamento por grandes distâncias, e longo período de aprendizado das técnicas de caçada. O grupo dos machos adultos, estrutura de organização social herdada, dispunha de condições físicas mais adaptadas e encontrava-se na posição de monopolizar o conhecimento das técnicas de caça, ao passo que a longa gestação e o período de neotenia mais longo ainda dos filhotes impunha às fêmeas limites severos à sua capacidade de caça. Por outro lado, a gestação demorada e o período de aprendizado cultural experimentado pelos filhotes possibilitaram o desenvolvimento do cérebro,

[121] Edgar Morin, *O enigma do homem: para uma nova antropologia*, pp. 37-41. Esta obra é a principal fonte de Habermas sobre o assunto.
[122] Edgar Morin, *O enigma do homem*, p. 73
[123] Edgar Morin, *O enigma do homem*, p. 71

que por sua vez permitiu a invenção de formas mais complexas de organização do trabalho e da sociedade. Um sistema evolutivo, com suas múltiplas causalidades circulares, se estabelecia – simultaneamente produtor da divisão sexual do trabalho e por ela produzido. Esta divisão resulta numa experiência por assim dizer "mais igualitária" no interior do grupo dos machos adultos caçadores. Seu trabalho incita, ao pôr a vida coletivamente em risco, a confiança mútua, cujo pressuposto é a capacidade de colocar-se no lugar do outro e atribuir-lhe o mesmo valor que a si mesmo. É esta primitiva "consciência de si", formada pelas condições de sucesso impostas pelo trabalho cooperativo de caça, que propiciará a adoção de regras igualitárias e coletivistas de distribuição do produto da caça, ainda vigentes na maioria das sociedades caçadoras-coletoras atuais. Às fêmeas, impossibilitadas de percorrer as grandes distâncias exigidas pelo trabalho de caça, restava a dura labuta de coleta de vegetais e cuidado da prole, cujos produtos seguiam a regra de distribuição imediata do "para cada um conforme o seu trabalho". Quanto aos jovens machos, fonte de instabilidade, o surgimento de técnicas de caça monopolizáveis pelo grupo de adultos permite a invenção de rituais de passagem ao mundo adulto, um modo de regulação de conflitos que dissolve o status de jovem no par exclusivo adulto incluído/infante excluído. No conjunto, temos uma paleossociedade simultaneamente menos hierarquizada que a sociedade primática, pois nela vigem instituições horizontais como uma meia-economia coletivista e regras sociais de transmissão de conhecimento técnico (rituais de iniciação), e mais rígida em suas diferenciações, pois é calcada na existência de duas classes sociais, a dos machos adultos e a das mulheres e crianças, esta refém da capacidade física e organizativa superior daquela.

Entretanto, apesar da solidariedade masculina, o efeito da revolução nas forças produtivas não pôde ser inteiramente absorvido pela paleossociedade, pois a caça não fornece um modelo de organização social aplicável à disputa pelas fêmeas. Se as rivalidades intra-machos adultos podem ser resolvidas pela solidariedade e as disputas entre jovens e adultos reguladas pela rígida separação de papéis sociais instaurada pelos rituais de entrada no mundo técnico-cooperativo adulto, o conflito pela divisão das fêmeas não pode ser regrado por formas de controle baseadas na igualdade ou na lógica do pertencimento. Pois as fêmeas não são iguais aos machos, mas socialmente inferiores; e não podem pertencer coletivamente ao grupo, pois a posse é socialmente vista como exclusiva[124], nem a determinados indivíduos, pois não há o papel social do "pai", e logo tampouco a distinção entre mulher própria, filha(s) própria(s), mulher de outrem e filhas de outros. Portanto,

[124] Esta é a estrutura social herdada da sociedade primática. Exceto, é claro, para as teorias da "propriedade coletiva das mulheres" ou da "sociedade matriarcal", atualmente em descrédito.

> nas sociedades de macacos e de antropóides [ou homínidas], ainda não há família e, onde ela existe, não há sociedade. Assim, já vemos que a família não se articula à sociedade e que a sociedade não é suficientemente complexa para integrar a família.[125]

Em termos habermasianos, a paleossociedade homínida sofre de um "carecimento de integração, ou seja, a necessidade de um intercâmbio controlado entre os dois sistemas parciais"[126], o sistema masculino da caça e o sistema feminino-infantil da coleta e da casa. A solução para tal problema sistêmico não está dada nos modelos de organização oriundos da racionalidade instrumental inventada pela caça, mas numa lógica puramente social, uma conquista da sociedade enquanto tal: a família. Com ela, começa a história humana, sob a figura inicial da "*arkhé*-sociedade"[127]. O papel de "pai" - historicamente assumido pelo próprio pai biológico ou pelo tio materno - liga os dois subsistemas ao introduzir na relação mãe-filho a hierarquia masculina e, na relação intra-machos adultos, a coexistência de ao menos dois papéis sociais num único indivíduo. No lugar de um único *status* válido para ambos sistemas - líder com direito a todas as fêmeas ou macho submetido sem direito a nenhuma - o sistema de papéis sociais inventado pela família permite estender a todos os machos adultos o direito às fêmeas, ao mesmo tempo em que o regula e limita ao dividi-las em fêmeas acessíveis e fêmeas com quem o contato sexual está proibido pelas regras de parentesco. O amainamento das tensões intra-machos, iniciadao pela experiência da caça coletiva, pode finalmente se completar; simultaneamente, o subsistema feminino-infantil é estabilizado por regras rígidas que coíbem a intrusão de machos outros que aquele(s) dotado(s) do papel de "pai" ou de "marido". Interconectados e estabilizados, os subsistemas masculino de caça e feminino-infantil de coleta podem agora funcionar sem desestabilizar toda a *arkhé*-sociedade, que só então conseguirá desenvolver todas as potencialidades ecológicas e sócio-organizativas da economia de caça e coleta. O primeiro modo de produção da história adquire resiliência ao atingir o equilíbrio homeostático na relação entre natureza e sociedade - mas somente após a invenção do equilíbrio no interior do próprio sistema social, ele mesmo cindido em dois subsistemas. Estável, a primeira sociedade humana poderá espalhar-se pelo globo: a família consolidada permite a troca exogâmica entre sociedades diferentes, e as forças produtivas da caça e da coleta podem agora desenvolver todos os seus potenciais técnicos, abrindo a ocupação de muitos ambientes diferentes, dos desérticos aos árticos.

---

[125] Edgar Morin, *O enigma do homem*, p. 158
[126] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* p. 116
[127] Edgar Morin, *O enigma do homem,* p. 153ss

Se tudo funcionava tão bem, porque houve então a revolução neolítica e a invenção do Estado? O que veio a perturbar a homeostase tão duramente conquistada? Ora,

> nas sociedades neolíticas, ricas de perspectivas evolutivas, nascem problemas sistêmicos que não podem ser superados com a limitada capacidade de direção e de controle definida pelo princípio familial de organização. Seria o caso, por exemplo, dos problemas - determinados pelas condições ecológicas - da escassez de terra e da densidade da população, ou de problemas de distribuição desigual da riqueza. Esses problemas - que no quadro dado são insolúveis - tornam-se cada vez mais visíveis, na medida mesmo em que provocam com maior frequência conflitos que transcendem as instituições jurídicas arcaicas (tribunais arbitrais, etc.)[128].

Que figura tem uma sociedade paleolítica plenamente desenvolvida ou, - o que é o mesmo - uma "sociedade neolítica rica de perspectivas evolutivas"? O sistema de parentesco exogâmico cria organismos sociais mais amplos do que a simples sociedade: são eles o bando e a tribo. A realidade é simbolicamente compreendida por sistemas mitológicos de pensamento, calcados em correspondências analógicas entre fenômenos naturais e sociais. Como resultado do ordenamento perfeito por tais imagens do mundo, são absorvidas "as inseguranças de uma sociedade que, por causa do baixo nível de desenvolvimento das forças produtivas, não é capaz de controlar o próprio ambiente"[129]. Os conflitos sociais são resolvidos por "representações de justiça que se cristalizam em torno da relação de reciprocidade", quer dizer, quando ocorrem conflitos de ação, "são avaliadas apenas as consequências da ação" e busca-se a "compensação dos danos dela derivados" e a "reconstituição do *status quo ante*"[130]. Percebe-se que o "princípio de organização social" vigente é o do "parentesco como instituição total"[131]: as estruturas gerais de ordenamento social seguem as convenções do parentesco; a estrutura simbólica opera por analogias convencionais entre fenômenos, ordenando o real sem distinguir entre fenômenos naturais e sociais; e as instituições de regulação de conflitos sociais (direito e moral) buscam manter o ordenamento convencional da sociedade pela equiparação das consequências dos atos, seguindo o modelo da reciprocidade existente na troca exogâmica. Em termos teóricos, a "lógica de desenvolvimento" da sociedade paleolítica tem na família seu fundamento: esta forma de relação social propriamente humana, grande ganho civilizacional perante a sociabilidade primática, é replicada

---

128 Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* p. 142-3

129 Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* p. 82

130 Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* pp. 136-7 (últimas 3 citações)

131 Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* p. 134 (2 últimas citações)

em graus cada vez maiores de complexidade, e chega à figura da sociedade paleolítica tardia/neolítica. Neste cenário, a tecnologia de produção pode desenvolver-se endogenamente até o ponto da invenção da agricultura, meio de mitigação das fomes periódicas provocadas pela dependência das condições climáticas e ecológicas. É neste momento que os conflitos começam a superar a capacidade de auto-regulação desta formação social.

O crescimento populacional e a ocupação cada vez mais adensada do território conduzem, em certas regiões, ao limite da capacidade de fornecimento de alimentos pelos ecossistemas; sem conseguir exportar população em escala suficiente, a única válvula de escape é pela guerra e pelos conflitos intrassociais. Neste cenário, de pouco adianta a justiça *à la* Talião das paleossociedades, pois a causa do conflito é sistêmica. Uma solução técnica se apresenta: a generalização e intensificação da domesticação das plantas até que se atinja um modo de produção agrícola. Ora, também esta via leva a conflitos insolúveis pelas instituições existentes, pois o excedente de alimentos não pode ser distribuído com base na lógica da troca recíproca e da dádiva. Na ausência da propriedade privada da terra, como dividir o alimento produzido? Apenas entre os trabalhadores ou entre todos os membros daquela sociedade? E em que proporções? Quem controlará os estoques? Deveriam as mulheres continuar a se apropriar individualmente do fruto de seu trabalho e os homens a dividi-lo igualmente entre si, quando esse trabalho é o mesmo? O modelo de organização incorporado no sistema de parentesco é incapaz de fornecer regras de interação social adequadas a um modo de produção agrícola. Numa sociedade em alta conflitividade, a domesticação das plantas não pode desenvolver-se até a agricultura. Analogamente à passagem da sociabilidade primática à humana, é necessário um "processo de aprendizagem" comunicacional que culmine num ordenamento social complexo o suficiente para simultaneamente resolver os conflitos sociais e controlar o desenvolvimento das forças produtivas neolíticas.

Ora, esta sociedade já possui tal modelo à disposição. A causa de seus conflitos insolúveis reside em sua incapacidade prática de controlar a natureza exterior - superpopulação, desastres ecológicos auto-provocados, domesticação de plantas que não atinge o nível crítico, todos estes fenômenos aparecem como fatalidades. Contudo, um modo de compreensão e controle da natureza já existe no mito e na magia. Ali, na mais alta produção simbólica desta sociedade, a harmonia entre natureza e sociedade é tematizada até a conciliação entre ambas. Apesar disso, no nível prático - o do direito e da moral - tal conhecimento não tem implicações. A justiça arbitral continua presa à imediatidade dos fenômenos: as ações são julgadas em suas consequências, e não em suas intenções, e a reparação atém-se aos danos causados. O juiz é "simples árbitro das partes interessadas"[132]. Ao contrário do

[132] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* p. 142

subsistema simbólico e do o subsistema social do parentesco, que se fundamentam na convencionalidade, o subsistema jurídico-moral é puramente empírico. Menos complexo, ele não dá conta de regular a conflitividade social despertada pela revolução neolítica e/ou pelos limites ecológicos. Não obstante, a sociedade tardo-paleolítico possui, no mito e na magia, um "potencial cognoscitivo" capaz de, nas condições certas, conduzir o processo de aprendizagem evolutivo rumo a novo sistema jurídico-moral.

O potencial cognoscitivo permite a experimentação com novas instituições sociais mais complexas, como por exemplo

> uma jurisdição a nível convencional. Assim, por exemplo, é atribuída ao chefe militar a faculdade de administrar a justiça, em caso de conflitos, não mais somente com base em concretas repartições de poder, mas com base em normas socialmente reconhecidas e fundadas na tradição. (...) Essas posições de juiz podem funcionar como precursores da evolução social. Mas nem todos os experimentos bem sucedidos levam (...) a um resultado evolutivo. Somente em condições de contorno propícias - por exemplo, quando uma tribo se impõe militarmente ou quando se instala uma construção hidráulica - é que esses papéis [de juiz e de chefe militar] podem ser diferenciados, ou seja, estabilizados de modo a se tornarem portadores de um sistema político parcial[133].

A invenção bem-sucedida de um sistema político propicia a reorganização da produção sob controle de um sistema de poder. A autoridade política, institucionalizada e legitimada, pode garantir a seus asseclas acesso privilegiado aos meios de produção e/ou ao produto do trabalho; há assim condições para o surgimento da economia de palácio e da economia de templo, e da estrutura de classe. A especialização do trabalho de juiz e de líder político abrem caminho para o trabalho especializado de lavradores, clérigos e soldados. Na medida em que a resolução dos conflitos pressupõe uma moral convencional tácita e regras jurídicas intersubjetivamente reconhecidas, a imagem mítica do mundo assume a função de justificação da legitimidade do poder político. Harmonizados, os níveis de integração social - a estrutura social classista, a imagem de mundo ideológica e a moralidade tradicional - dotam a nascente sociedade neolítica de complexidade e estabilidade suficientes para iniciar o desenvolvimento dos potenciais técnicos e de organização do trabalho barrados pelo princípio de organização social mais simples anterior. A agricultura em grande escala, a pecuária, o artesanato em escala, os grandes empreendimentos de trabalho cooperativo como pirâmides, sistemas de irrigação e

[133] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico,* p. 143

fortificações militares, e as trocas mercantis ou mesmo monetárias marcarão as primeiras grandes civilizações.

Em termos teóricos, qual a lógica de desenvolvimento (ou evolução) a presidir a história humana? Formações sociais estáveis são balançadas por desafios evolutivos para o qual não têm resposta adaptativa. Contudo, em seu interior, desenvolvem processos de aprendizagem, que se iniciam em pequenos grupos de indivíduos, mas que podem, em condições propícias, ser estendidos a toda a sociedade, cristalizando-se em imagens de mundo. O potencial cognoscitivo destas pode, por sua vez, atuar na reorganização dos sistemas de ação, corporificados em instituições sociais novas. Uma vez em funcionamento, um novo princípio de organização social passa a vigir e, agora com maior complexidade sistêmica, as forças produtivas podem atingir patamares inéditos de complexidade e eficácia. O esquema de Habermas prossegue nesta toada: as grandes civilizações desenvolvidas põe o problema da "autodireção do sistema social"; evidencia-se a arbitrariedade do poder, e a" certeza do direito chega à consciência como recurso escasso". Com a reorganização social da época burguesa, conquista-se um novo sistema de auto-controle do sistema social, a democracia, e as forças produtivas desenvolvem-se até a grande indústria; paulatinamente, o "intercâmbio autodirigido do sistema social com a natureza externa" aparece como problema sistêmico a ser resolvido, e o valor (econômico) como recurso escasso. As "sociedades pós-modernas" dos anos 1970, com seu *welfare-state*, aparentavam então estar na trilha da solução do problema da escassez de valor-trabalho, e as forças produtivas transmutando-se para o "primado do sistema científico e educacional". Como resultado, o "intercâmbio autodirigido do sistema social com a natureza interna" estaria a aparecer como o problema sistêmico a ser enfrentado. Garantidas a todos, bem ou mal, a "aquisição de poder, de segurança e de valor", restaria como recurso escasso pelo qual lutar a "aquisição de motivação e sentido"[134] .

Idealismo? De fato, salta aos olhos a ausência do papel da energia neste esquema. Tomemos o caso da evolução da sociedade primática à humana neolítica. Postula-se hoje que esta teria sido impossível sem a invenção da culinária e, logo, do controle do fogo. A teoria científica paradigmática afirma que um dos elementos decisivos para a humanização dos hominídeos foi o subsídio energético fornecido pela dieta carnívora, resultado da invenção da caça. *Man the Hunter:* tal como os leões, tigres e demais "reis da selva", nossa posição no topo da cadeia evolutiva adviria do engenho superior na atividade da predação. Contudo, algumas questões se colocam. Dentre os nossos ancestrais, genericamente chamados de hominídeos, o primeiros dois seres, os australopitecíneos e os habilinos, embora já não mais "macacos", ainda não podem ser considerados humanos: sua anatomia e inteligência os colocam mais próximos dos primatas do que nosso gênero. Dentre eles, apenas os habilinos (2,3

[134] Habermas, *Para a reconstrução do materialismo histórico*, p. 146 (todas as citações desta página)

milhões de anos atrás) dominavam a técnica da caça, de onde retiraram, mais do que seu nome moderno, a energia para evoluírem em relação aos australopitecíneos. O gênero *Homo* - classe de seres que podem ser considerados humanos - se inicia com a evolução dos habilinos para o *Homo erectus* (1,8 milhões de anos atrás), que por sua vez evoluiu para várias espécies, dentre as quais as principais foram o *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens,* este último tendo extinto as demais e se transformado em nós, *Homo sapiens sapiens*. Ora, se já o hominídeo habilino caçava, então porque apenas o *Homo erectus* possui as características anatômicas próprias ao gênero humano? Das duas, uma: ou o habilino era na verdade um *Homo habilis*, e algo deve explicar sua anatomia tão pouco evoluída, ou o *Homo erectus* é o primeiro homem genérico, e a simples ingestão de carne obtida pela caçada não foi o fator preponderante na "transformação do macaco em homem", para repetir a expressão de Engels.

Um elemento interessante na anatomia do *Homo erectus* são as mandíbulas: muito mais próximas das nossas do que das dos habilinos, elas indicam que ele não poderia ter se alimentado de carne crua de caça, tal como os habilinos - simplesmente não havia dentição adequada nem força muscular suficiente. A partir destes dados, Richard Wrangham sugere uma hipótese interessante: a de que o principal fator de humanização dos hominídeos teria sido a invenção do *cozimento*.

> Eu acredito que o momento transformativo que deu origem ao gênero *Homo,* uma das grandes transformações na história da vida, proveio do controle do fogo e do advento de comida cozida. O cozimento aumentou o valor [energético] de nossa comida. Mudou nossos corpos, nossos cérebros, nosso uso do tempo, e nossas vidas sociais. Tornou-nos consumidores de energia externa e por meio disto criou um organismo com uma relação nova com a natureza, dependente de combustível[135].

É curioso o que acontece com um ser humano privado de alimentos cozidos, caso dos náufragos, acidentados de avião na selva, escaladores perdidos em montanhas inóspitas, e outros personagens de histórias que tanto mexem a com a nossa imaginação moderna de habitantes urbanos. Mais curioso ainda é que existam pessoas dispostas a, voluntariamente, passar por isso. São os *raw-foodists*, os adeptos da dieta da comida crua. Sendo esta uma alimentação "natural", eles acreditam que ela faça muito bem ao corpo e ao espírito. A preferência é obviamente por formas de preparo maximizadoras da liberação da energia contida na comida, como a germinação, a moagem, a extração de óleos e o leve aquecimento (até 45 graus Celsius). A jornalista Jodi Mardesich, também curiosa, resolveu experimentar a dieta

[135] Richard Wragham, *Catching fire: how cooking made us human.* Arquivo eletrônico (e-book) sem paginaç

por alguns meses e relata sentimentos contraditórios: ao mesmo tempo em que passou a se sentir "energizada, com mais agudez mental e mais serena", resumiu seu estado corporal com as frases: "estou com fome. Ultimamente, estou quase sempre faminta"[136]. Estudos médicos com praticantes da dieta *raw food* descobriram em muitos deles sinais de deficiência crônica de energia, como baixo índice de massa corporal e amenorréia. E isso apesar do recurso a alimentos processados como óleos ricos em lipídios, e, o mais importante, levando uma vida moderna em países do Norte global, ou seja, com baixo gasto cotidiano de energia com relação ao de povos caçadores-coletores, agricultores, trabalhadores paulistanos que se espremem por quatro horas diárias em ônibus e trens, e demais habitantes das franjas do mundo industrial. O que aconteceria com humanos que, além de dieta restrita a alimentos crus, tivessem que obtê-los do ambiente natural inculto, tais como nossos antepassados Homens Eretos?

Em 1972, o marinheiro inglês Dougal Robertson e sua família, após perderem seu barco em confronto com baleias assassinas no meio do Oceano Pacífico, acabaram confinados num bote por 38 dias até serem resgatados. Equipados com linhas de pescas e um mar repleto de peixes e tartarugas, passaram 31 somente à base da carne crua destes animais (e de ovos de tartaruga). Sobreviveram, apesar da magreza, mas o sentimento era de fome inesgotável. Há vários relatos deste tipo, mas são desconhecidos casos de sobrevivência em tais condições por mais de um mês - ao passo que são comuns os casos de sobreviventes a jejuns de 30 dias. Sobreviventes e *raw-foodists* parecem ser um indício empírico de que é impossível aos seres do gênero *Homo* viver sem alimentar-se de comida cozida. O que diz a teoria?

O cozimento aumenta a quantidade de energia livre dos alimentos. O calor gelatiniza amido e desnatura proteínas, quebrando estas moléculas em partes menores e aumentando sua absorção pelo corpo; a diferença chega a ser brutal, como no caso da batata, que, quando crua, oferece apenas 51% de seu amido para a digestão estomacal, mas, quando cozida, libera no mínimo 95%. As técnicas culinárias - corte, moagem, fatiamento, picagem - também contribuem ao aumentar a área exposta à ação digestiva. Basicamente, o trabalho humano de preparação culinária e o trabalho do calor do fogo pré-liberam energia inacessível ao simples trabalho de nosso sistema digestivo, aumentando a eficiência energética da dieta humana cozida quando comparada com a dieta crua animal - e certamente também com a dos australopitecíneos e habilinos, coisa que pode ser comprovada pela biologia evolutiva.

A anatomia do seres que compõe o gênero *Homo* mostra sinais de adaptação à dieta cozida: bocas e molares pequenos, e pouca força muscular na mandíbula, ao contrário dos primatas superiores, australopitecíneos e habilinos, dotados de bocas enormes, dentes grandes e mandíbulas fortíssimas, com músculos que se estendem até

[136] Richard Wragham, *Catching fire* (últimas 2 citações)

o topo do crânio. O mesmo se dá com o sistema digestivo humano, no geral 40% menor do que o padrão para os demais mamíferos. A superfície de nosso estômago é um terço menor do que o esperado para um mamífero de nosso peso, sinal de adaptação a alimento de densidade energética superior; e nosso intestino grosso, cuja principal função é fermentar fibras de plantas, possui apenas 60% do padrão para mamíferos de nosso peso, indicando que os membros do gênero *Homo* desde o início não somente caçavam e coletavam, mas também cozinhavam as plantas coletadas. Calcula-se que apenas esta última característica seria responsável por uma economia diária de 10% da energia gasta com o metabolismo em comparação com mamíferos dotados de intestinos grossos de tamanho padrão. A conclusão é que, além de extrair mais energia do alimento por meio do cozimento e da culinária, os hominídeos do gênero *Homo* economizam nos custos metabólicos da digestão por causa de sua conformação bioanatômica adaptada à esta dieta. Tal economia não é nada comezinha: "a digestão é um processo custoso que pode representar uma proporção alta dos gastos energéticos de um indivíduo - freqüentemente tanto quanto a locomoção"[137]. Este subsídio energético possibilitou a evolução cerebral, e somente ele o poderia ter feito, já que "nos primatas, o tamanho da maioria dos órgãos é predeterminado pelo peso corporal devido a leis fisiológicas inescapáveis"[138]. O processo de coevolução natural-social engendrado pela invenção do cozimento representa um salto na eficiência energética do metabolismo entre sociedade e natureza - às custas da inédita dependência de *mais uma* fonte de energia externa ao corpo humano: ao lado do alimento, o fogo.

A hipótese de Wrangham, de que o primeiro humano é o ser cozinheiro conhecido como *Homo erectus*, parece estar cada dia mais próxima da eleição para o status de teoria. Em 2012, arqueólogos encontraram o mais antigo sinal comprovado de fogueiras pré-históricas, datado em 1 milhão de anos, cifra bem mais próxima do surgimento do *Homo erectus*, há 1,8 milhões de anos atrás, do que até então se conhecia[139]. E nos vale não apenas de contraponto materialista à teoria de Habermas, mas também como reforço de sua ideia fundamental da relação complexa e de causalidade (quase) circular entre a tecnologia produtiva e organização social mais ampla. Quarenta anos depois das ideias de Habermas, o que nos diz a ciência dura sobre a relação entre tecnologia e sociedade no alvorecer da humanidade?

Segundo Wrangham, a ligação entre o modo de produção de caça e coleta e o princípio de organização social dos povos originários/nativos/indígenas foi

---

[137] Richard Wragham, *Catching fire*

[138] Richard Wragham, *Catching fire*

[139] Berna et alli, "Microstratigraphic evidence of in situ fire in the Acheulan strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape province, South Africa", *in*: Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, vol 109 no. 20, disponivel em www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1117620109, acesso em 11 de maio de 2015

fundamentalmente determinada pela necessidade de cozimento dos alimentos. Na explicação paleontológica clássica - ponto de partida de Morin e Habermas - o surgimento da família e da divisão sexual do trabalho é consequência da invenção da caça. Biologicamente e socialmente mais hábeis na caçada, os machos teriam divido o excesso de carne com as fêmeas, que teriam retribuído com a oferta de vegetais coletados. Este ambiente social de partilha teria propiciado a experimentação com a estrutura familiar de laço social. Nas palavras do antropólogo físico Sherwood Washburn,

> quando os machos caçam e as fêmeas coletam, o resultado é dado para os jovens, e a partilha habitual entre um macho, uma fêmea e seus filhotes torna-se a base da família humana. De acordo com esta visão, a família humana é resultado da reciprocidade da caçada, a adição de um macho ao grupo social feminino-infantil primata[140].

As vantagens do sistema familiar teriam cristalizado a divisão sexual do trabalho nascente: nos dias de caçada infrutífera, os machos casados teriam sua alimentação garantida pela coleta das fêmeas, que, por seu turno, teriam a garantia de um suprimento de carne altamente protéica, para elas inacessível diretamente.

Ora, se a mera caça permite pôr em movimento todo este sistema de interações, o pressuposto é que a carne obtida teria sido consumida crua. Contudo, segundo Wrangham isso seria insuficiente. Um primata gasta boa parte do seu dia apenas para mastigar sua comida. Frutas silvestres têm polpa dura, em geral protegida por uma casca grossa que tem que ser removida, e folhas comestíveis são grossas e resistentes; ambas têm que ser mastigadas por longo tempo até poderem ser engolidas. O resultado é um modo de vida centrado na alimentação: os chimpanzés passam mais de seis horas por dia mastigando, e o mesmo se aplica para os demais primatas. Não espanta que todos eles cacem tão pouco: simplesmente não dá tempo! Os chimpanzés machos de Ngogo, Uganda, passam em média apenas três minutos por dia caçando - e são considerados caçadores muito ativos quando comparados a outras populações de chimpanzés! Se um ser humano vivesse com a dieta de um primata, passaria 42% de seu tempo apenas mastigando - mais de 5 horas de um dia de 12 horas. Além disso, a enorme quantidade de comida relativamente ao peso que os primatas têm que ingerir implica em estômagos cheios demais para que se possa matar logo aquelas 5 ou 6 horas de alimentação e partir para outras atividades. O estômago de um chimpanzé guloso leva uma ou duas horas para esvaziar a ponto de permitir que ele se alimente novamente, e aquelas seis horas de mastigação logo se convertem em 8 ou 9 horas dedicadas a suprir seus corpos de energia. Comer,

[140] Richard Wragham, *Catching fire*

descansar, comer, descansar: eis o ritmo de vida que nossos antepassados habilinos provavelmente enfrentavam. Isso significa que aquela primeira experimentação social, responsável pelo salto de complexidade que entregou à sociedade dos homens erectos os controles de navegação das forças produtivas primevas, pressupõe tempo livre num grau até então inédito. Justamente o que se obtém com o cozimento do alimento *in natura*, que, amolecido e transformado quimicamente, tem seu tempo de mastigação e digestão reduzido drasticamente. Comparado aos primatas, o ser humano não mastiga: engole a sua comida. Enquanto um chimpanzé ingere 300 calorias numa hora de cansativa mastigação, um ser humano aprecia, no mesmo intervalo de tempo, 2500 calorias - tranquilamente e com direito a um bate-papo nos entrementes[141].

O longo tempo de mastigação dos alimentos crus significa que a caçada teria sido uma péssima estratégia evolutiva se não viesse acompanhada da tecnologia culinária. Um bando de caçadores que se aventurasse sem sucesso durante boa parte do dia voltaria para casa cansado, faminto, e - mesmo que recebidos por fêmeas repletas de alimentos crus coletados - ainda teria que passar horas e horas mastigando e digerindo sua comida. Na ausência da proteção do fogo, isso teria que ser feito ainda durante o dia, pois alimentar-se ruidosamente na calada da noite transformaria nossos caçadores em presas fáceis de outros predadores. Sabendo que mesmo povos caçadores atuais, donos de tecno-habilidades de caça aprimoradas durante milênios, frequentemente passam dias e até semanas sem sucesso, é difícil imaginar que habilinos tenham conseguido a proeza de gerir a logística de caçada e de alimentação sem o subsídio temporal e energético fornecido pelo cozimento. Aliás, não é por acaso que na maioria das sociedades caçadoras-coletoras atualmente existentes a principal refeição do dia é realizada à noite.

O preparo de refeições cozidas nos oferece um modelo do ambiente de interação social que teria propiciado a invenção da divisão sexual do trabalho, da família e do sistema de parentesco - basicamente, o clássico ambiente de formação de laços familiares mediado pela partilha da comida, com o acréscimo do calor e proteção fornecidos pelo fogo. A diferença, explicativa e (a se fiar nesta hipótese) real, introduzida pelo ambiente culinário, está no jogo de interesses e estímulos comportamentais por ele instaurado, muito mais forte e determinante que os do ambiente de alimentação pela carne crua :

> Depender de comida cozida cria oportunidades de cooperação, mas, tão importante quanto, expõe os cozinheiros à exploração. Cozinhar leva tempo, e cozinheiros solitários não conseguem proteger facilmente seus apetrechos de ladrões resolutos como machos famintos sem comida própria. Laços em pares (*pair-bonds*) resolvem o problema. Ter um marido garante que a comida

[141] Richard Wragham, *Catching fire*

> coletada por uma mulher não será tomada por outros; ter uma esposa garante que um homem terá um jantar. De acordo com esta idéia, o cozimento criou um sistema de casamento simples; ou talvez solidificou uma versão pré-existente de casamento que poderia ter sido iniciada pela caça ou pela competição sexual. De qualquer forma, o resultado foi uma máfia de proteção primitiva, na qual maridos usavam seus laços com outros homens na comunidade para proteger suas esposas de roubo, e as mulheres retribuíam o favor preparando a refeição de seus maridos[142].

Ao contrário do simples benefício mútuo advindo da partilha da carne caçada, a hipótese da familização pela culinária introduz um fator determinante adicional e poderoso, a necessidade de proteção - não somente defesa frente aos impulsos agressivos de primatas machos, mas criação de um ambiente seguro e regulado para a exploração de uma nova fonte de energia de consequências evolucionárias. A união macho-fêmea, ao se legitimar perante outros machos, cria um padrão de relacionamento social que contém o embrião da estrutura de parentesco. O salto evolutivo rumo ao gênero humano não poderia ter sido dado sem o subsídio energético disponibilizado pelo domínio do fogo e do cozimento; e seu emprego não poderia ter sido regulado e ampliado sem a invenção do sistema familiar e de parentesco. *A experiência mesma de exploração do potencial da matriz energética piróica recém-descoberta cria o ambiente de experimentação social responsável pela familização do hominídeo*. A energia do fogo e do alimento é usada para ordenar o caos da sociabilidade primática masculina, dando-lhe a forma da regulação da interação social pela estrutura do parentesco. O novo grau de complexidade possibilitado pelo emprego de um fluxo de energia adicional tornará o todo social complexo o suficiente para comportar, coordenar e controlar a evolução da complexidade orgânica e cultural até as sociedades caçadoras-coletoras do *Homo sapiens sapiens.*

Seria possível teorizar um processo semelhante na passagem do modo de vida de caça e coleta ao agrícola? O caso estudado com algum detalhe no capítulo anterior, o da passagem do regime energético agrícola ao industrial, parece compartilhar deste processo. A adoção da energia fóssil como propulsora do nascente sistema de máquinas pretere a energia hidráulica por questão de compatibilidade com as relações de produção capitalistas então já vigentes: a indústria movida à água não atendia aos requisitos de constância, regulação da intensidade da força motriz, disponibilidade ininterrupta de energia, e densidade energética alta o suficiente para permitir expansibilidade quase infinita, características pressupostas pelo sistema de metabolismo entre natureza e sociedade regulado pela lei do valor. Ao mesmo tempo,

---

142 Richard Wragham, *Catching fire*

a instauração definitiva destas leis como regras inescapáveis do modo de produção e circulação dos produtos do trabalho humano é fruto da invenção, consolidação e expansão da grande indústria, corpo e mente da subsunção real do trabalho ao capital[143]. De uma só tacada, a ordem contida na nova fonte de energia direciona o sistema na direção da maior complexidade aberta pelo surgimento do capitalismo no seio do sistema feudal em colapso, *e* o modo de produção de mercadorias baseado no valor abstrato encontra uma fonte de ordem de qualidade especificamente apta a materializar suas plenas exigências de funcionamento. Em termos habermasianos: se o pôr em prática do potencial cognoscitivo da ciência moderna, cultivado por três séculos antes de consubstancializar-se na grande indústria, dependeu da invenção da "democracia", isto é, da relação salarial como substituta da servidão feudal, pressuposto do trabalho abstrato como relação social (e metabólica) fundamental, também cabe observar que, sem o potencial organizador inédito contido na energia fóssil, tanto relações de produção burguesas quanto forças produtivas capitalistas não poderiam ter dado seu salto evolutivo da fase mercantil à industrial.

Que lição tirar desta rápida "reconstrução da reconstrução" do materialismo histórico? A de que o aumento de complexidade introduzido pela solução para o problema sistêmico central de cada época é um processo social *e material*: para que o novo ordenamento criado pelo pelo potencial cognoscitivo transformado em experimentação social possa ser generalizado, é preciso que uma fonte de ordem seja descoberta - invariavelmente, no manancial de neguentropia estocado em alguma fonte de energia quanti e qualitativamente diferente das até então conhecidas. A complexidade, ao contrário do que pensam Morin e Habermas, não é apenas uma medida abstrata do número de interações e do grau de interdependência da miríade de relações intra-sistêmicas que compõe o modo de vida humano em cada época, mas também um processo físico, subsistema sobre subsistema de átomos em permanente trabalho de transformação e reatualização de sua identidade, sustentado por fluxos de energia, e descartando como subproduto entropia no entorno. Sendo assim, o processo de experimentação social visando à solução do problema sistêmico, na medida em que depende de ordem/energia adicionais e/ou com qualidades outras é, *desde o início*, um processo de desenvolvimento das forças produtivas. Entretanto, como argumenta Habermas, este processo é a princípio somente uma experimentação circunscrita a parcos setores da sociedade; sua generalização, sobretudo como nova tecnologia de produção e, consequentemente, novo modo de vida, depende da implementação prévia ou concomitante de um princípio de organização social complexo o suficiente para permitir a estabilização e o controle das intrincadas novidades abertas pelas novas forças produtivas e - agora o sabemos - pela

[143] Rodnei Nascimento, *Formas de subsunção do trabalho ao capital: formal, real e espiritual,* tese de doutorado, FFLCH-USP, 2007

exploração da nova fonte de energia. Por ser este um processo material, a *qualidade* da fonte de energia determina os limites e (im)possibilidades dos resultados efetivamente obtidos - a exemplo da querela entre a força motriz derivada da água *versus* a do carvão. Sendo assim, *o que esperar da experimentação com as energias ditas "renováveis"?*

Há indícios de que as relações de produção capitalistas funcionam como trava ao desenvolvimento desta tecnologia de produção de energia - energia esta, aliás, por si quantitativamente muito mais abundante do que a fóssil, apesar de bem menos densa e constante. Se isso for verdade, a solução para o problema sistêmico de nossa época - o do intercâmbio auto-dirigido e homeostático entre sistema social e sistema ecológico, ou, se quisermos termos mais diretos, o da invenção de um modo de vida em equilíbrio dinâmico com a natureza - exigirá a evolução das relações de produção capitalistas para outra figura. Isso tudo, é claro, se a lição de Habermas estiver correta.

A imprensa nos informa que a instalação de energia renovável cresce de vento em popa. Restrinjamo-nos à solar por painéis fotovoltaicos:

> Não há senão notícias boas sobre energia solar ultimamente. O preço global médio dos painéis solares despencou mais de 75% desde 2008, e espera-se que esta tendência continue pelos próximos anos, embora em taxas menores[144]. De acordo com o prospecto para energia solar 2015 do banco de investimento *Deutsche Bank*, os sistemas solares estarão em paridade com a rede de energia em até 80% do mercado ao fim de 2017, o que significa que a energia solar será rentável comparada à energia da rede[145].

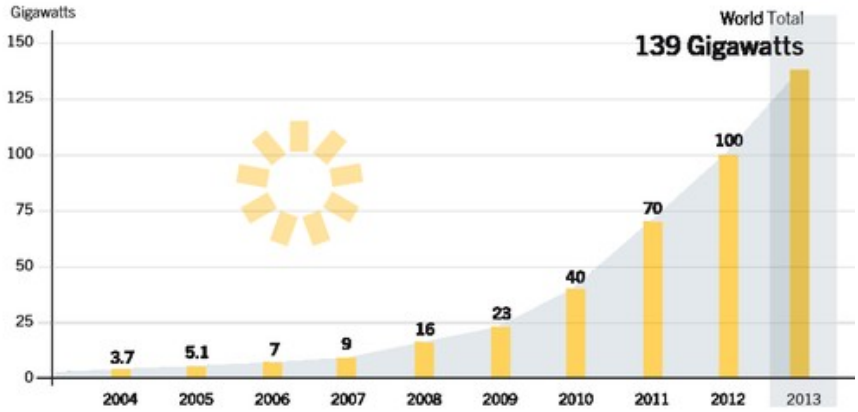
Com isso, a capacidade de energia solar fotovoltaica instalada lembra as exponenciais virtuosas típicas de "inovações" e momentos de crescimento capitalista:

Figura 25: Geração mundial de energia solar fotovoltaica. Fonte: Kris de Decker, www.lowtechmagazine.com

---

[144] Utilities wage campaign against rooftop solar, Joby Warrick, The Washington Post, March 2015; Solar Power & Energy Storage: Policy Factors vs. Improving Economics (PDF), Morgan Stanley Blue Paper, July 28, 2014

[145] Solar at grid parity in most of the world by 2017. Giles Parkinson. Reneweconomy, January 2015; Deutsche Bank's 2015 solar outlook: accelerating investment and cost competitiveness, 2015. Este trecho é citação de Kris De Decker, *How sustainable is PV solar power?*, *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2015/04/how-sustainable-is-pv-solar-power.html, acesso em 01/06/2015. Claro que estas previsões supunham uma era de petróleo caro...



Embora tal crescimento seja freqüentemente atribuído a economias de escala, curvas de aprendizado, e coisas do tipo, o fato é que a queda nos preços é resultado dos baixos salários da mão-de-obra asiática, pois, se há dez anos o grosso da produção de painéis solares realizava-se em Europa, Estados Unidos e Japão, hoje a Ásia produz 87% deles - somente a China é responsável por 67% da produção mundial[146]. Se o custo monetário vêm baixando, o custo energético segue na direção contrária: o tempo necessário para se recuperar a energia gasta na fabricação dos painéis solares, que era de 1,9 anos para painéis monocristalinos e 1,6 anos para painéis multicristalinos fabricados na Europa, passou para 2,4 e 2,3 anos, respectivamente, nos painéis solares chineses. E o EROEI, o saldo energético, piorou, caindo de 16:1 para 13:1 nos painéis monocristalinos, de 19:1 para 13:1 nos multicristalinos, e de 22:1 para 17:1 nos painéis de tira de silicone (*ribbon)*.

O motivo? Como não somente o trabalho humano, mas também a energia é monetariamente mais barata na Ásia do que no Norte Global, não há por que economizá-la, uma vez que o único item decisivo na competição é o preço.

Comparado com Europa, Japão e Estados Unidos, a rede de energia na China é cerca de duas vezes mais intensa em carbono e 50% menos eficiente em energia[147]. Porque a fabricação de painéis fotovoltaicos basea-se fortemente no uso de eletricidade (mais de 95%)[148], isso significa que, apesar dos preços mais baixos e da eficiência crescente, a produção de painéis solares tornou-se

[146] Renewables 2014 Global Status Report, REN21, 2014, pp. 47-9, disponível em http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014_full%20report_low%20res.pdf acesso em 01 de junho de 2015

[147] Domestic and overseas manufacturing scenarios of silicon-based photovoltaics: life cycle energy and environmental comparative analysis. Dajun Yue, Fengqi You, Seth B. Darling, in Solar Energy, May 2014. Technical Paper: Electricity-specific Emission Factors for Grid Electricity (PDF). Matthew Brander, Aman Sood, Charlotte Wylie, Amy Haughton, and Jessica Lovell. Ecometrica, August 2011. Life Cycle Inventories of Electricity Mixes and Grid, Version 1.3 (PDF). René Itten, Rolf Frischknecht, Matthias Stucki, Paul Scherrer Institut (PSI). June 2014.

mais intensa em energia, resultando em maiores tempos de recuperação do investimento e maiores emissões de gases de efeito estufa[149].

O desafio sistêmico: transicionar para outro regime de metaestabilidade entre sistemas natural e social, calcado em energias renováveis. A trava: ao buscar fazê-lo, o sistema capitalista global existente, seguindo suas regras intrínsecas, aumenta o gasto de energia humana e bruta (elétrica, fóssil) ao invés de diminuí-la, como é a meta. Como o capitalismo é inerentemente incapaz de tratar a energia senão como mercadoria, o bebê é jogado fora com a água do banho. Apenas ao mostrarem-se rentáveis é que os captadores de energia solar são implementados; ora, esta rentabilidade é relativa à atual energia fóssil dominante. Nesta competição desleal entre Davi e Golias, o mais fraco é forçado a trapacear para manter-se vivo. Ao se buscar produzir energia solar com lucro, é-se forçado a poupar trabalho humano, incrementando a parcela de energia não-humana utilizada. O mais-valor, fonte do lucro, é assim gerado; mas a energia extra utilizada só pode vir de uma fonte mais densa que a solar - pois do contrário os preços nunca serão baixos o suficiente. Competir com a energia fóssil pressupondo-a parece demonstrar a incompatibilidade entre o sistema de produção de valor-trabalho e uma civilização baseada em fontes renováveis de energia. Entramos aqui no problema que Georgescu-Roegen conceituou como o da *matriz energética*[150]: para que um sistema de metabolismo humano entre sociedade e natureza seja metaestável e auto-sustentado, é preciso que se use uma mesma fonte de energia tanto para alimentar os aparatos que sustentam seu modo de vida como para produzir os instrumentos de produção desta fonte de energia. Se for possível preservar o modo de vida industrial para além da energia fóssil, será então necessário reproduzir toda a infra-estrutura existente a partir da energia renovável, inclusive os próprios meios de produção desta energia. No caso dos painéis solares, isso não tem ocorrido: sua evolução técnica, isto é, sua eficiência energética medida em termos de preço (painéis mais baratos significam que com a mesma quantidade de dinheiro compra-se agora mais painéis, gerando assim mais energia) é ainda puro *wishful thinking* dos mercados. Quando o momento da verdade, o da escassez "absoluta" de energia fóssil, chegar, e, sem tal subsídio energético, os preços dos painéis solares refletirem de fato a quantidade de energia renovável necessária à sua fabricação, é que provar-se-á a viabilidade da matriz energética renovável em sustentar a nossa sociedade industrial. Até lá, as características qualitativas da energia

---

[148] The climate change mitigation potential of the solar PV industry: a life cycle perspective, Greg Briner, 2009

[149] Kris De Decker, *How sustainable is PV solar power?*, *in:* Low-Tech Magazine http://www.lowtechmagazine.com/2015/04/how-sustainable-is-pv-solar-power.html, acessado em 01/06/2015

[150] Nicholas Georgescu-Roegen, *The entropy law and the economic process* (1971)

renovável - intermitência, baixa densidade, pouca transportabilidade, dificílima estocagem - impedem competição real com a matriz fóssil.

As experimentações com embriões de novos modos de organização social e de tecnologias produtivas devem pois estar sendo realizadas em locais outros que as grandes fábricas de tecnologia renovável - embora, obviamente, o conhecimento tecnocientífico aí em desenvolvimento seja determinante para a sociedade futura. O estudo de tais experimentos ocuparia um outro livro inteiro; e não é garantido que a forma de seu desenvolvimento vindouro esteja já prenunciada nas tentativas atuais.

Em resumo, a lição do exame crítico da teoria da história de Habermas é a de que o desafio atual à civilização somente será solucionado com a invenção de nova base sociotécnica, ou seja, novas tecnologias e novos princípios de organização social - de um novo *modo de vida*, portanto. Mas com que ele se parecerá? Quais serão seus contornos? O que podemos já saber sobre ele? Quais constrangimentos estruturais inevitáveis sofrerão as experimentações sociotécnicas? Tais constrangimentos serão, sem dúvida, pautados pelas *qualidades intrínsecas* das fontes de energia mobilizadas em tais experimentações. Mas como relacionar energia de fonte renovável e modo de vida?

It's gonna get real simple: Teóricos do pico do petróleo e a descomplexificação do modo de vida

Muitos autores anglo-americanos envolvidos na discussão sobre o pico do petróleo na década de 2000 esforçaram-se também por imaginar como deverá ser nosso modo de vida futuro. Como estudiosos da energia, da ecologia, e do metabolismo entre natureza e sociedade, são responsáveis por considerações importantes sobre as balizas que orientarão a forma a ser tomada por nosso(s) modo(s) de vida futuro(s); como pensadores sem formação em "ciências humanas" (incluindo economia), sua imaginação dos processos históricos e das relações sociais vindouras é muitas vezes ingênua ou equivocada; como diletantes, ousam dar asas à imaginação, criando assim cenários que nos permitem pensar, concretamente, problemas civilizacionais. Autores como Richard Heinberg, James Howard Kunstler, John Michael Greer e Dmitry Orlov destacam-se pela sua coerência e capacidade imaginativa no cabedal de previsões proféticas e profecias preditivas que, dentro dos tênues limites da objetividade científico-teórica e da plausibilidade imaginativa, possuem algum valor de conhecimento. Circunscrevendo suas teorizações ao assunto que nos tange - o próximo regime energético de nossa civilização (ou ao menos o das que não regredirem tecnicamente) - pode-se perguntar-lhes: como teorizar a transição do regime fossilista ao regime da energia renovável? Que modo de vida emergirá?

Hoje, 54% da população mundial vive em cidades, cifra que poderá chegar a 66% em 2050. No nosso cantinho ocidental do mundo, poucos sabem intimamente o

que é o campo: 73% dos europeus, 80% dos sul- e centro-americanos e 82% dos americanos do norte são habitantes urbanos[151]. Obviamente, a forma destas cidades e, consequentemente, o modo de vida de seus moradores, são determinados em larga medida pelas qualidades da energia fóssil - a começar pela qualidade da *quantidade*: a enxurrada de energia hidrocarbônica permitiu escalar exponencialmente o adensamento e a extensão das cidades até a formação dos *subúrbios* e das *megalópoles*.

Quando o petróleo destrona o carvão como principal fonte de energia da civilização industrial nos anos 1950 - destronamento este que, é importante notar, é um acréscimo, e não uma substituição - em países ricos do Norte Global torna-se possível fugir da convivência apinhada com os pobres nas grandes cidades para o "campo", quer dizer, para uma versão domesticada e espaçosa da vida urbana. Casas de tamanho muito além das necessidades humanas, rodeadas de belas árvores, em bairros exclusivamente residenciais protegidos das consequências imediatas dos moinhos satânicos. No centro do que viria se tornar o Império Americano, até mesmo os trabalhadores tinham sua versão deste idílio *white collar:* assim a extensa cidade de Detroit, ela própria rodeada de subúrbios-sátelites de classe média, tranformou-se num gigantesco subúrbio operário antes de colapsar nos anos 1990-2000. Tal forma de vida tinha ainda o benefício ideológico de ornar com as mais avançadas teorias urbanistas, ao corresponder perfeitamente ao princípio modernista de separação funcional, fazendo trio com os complexos de prédios empresariais e os *shoppings centers*[152]. Estruturas urbanas nas quais tudo depende do transporte de longa distância: vai-se de carro ao trabalho, ao mercado e ao shopping, abastecidos por caminhões, carregados de produtos trazidos por outros caminhões, aviões e navios, de plantas produtivas frequentemente a milhares de quilômetros de distância, alimentadas por energia elétrica, petróleo e carvão metalúrgico produzidos a milhas de distância. Um sistema altamente *complexo* assentado no fluxo incessante de hidrocarbonetos.

Como a população aumentou, as cidades "abandonadas" por quem o pôde continuaram a crescer para todos os lados, incluindo o de cima e o de baixo, formando áreas urbanizadas tão povoadas e tão vastas em extensão que os urbanistas hoje têm dificuldade em encontrar uma nomeação adequada para tal aberração civilizacional: metrópole, conurbação, região metropolitana, megacidade, mega-região - nesta toada logo mais chegaremos à denominação oficial de câncer urbano, pois hiper-região já soa muito pouco. Para se ter uma idéia, nossa mega-região de Campinas-São Paulo-Rio de Janeiro-Juiz de Fora abriga 43 milhões de pessoas; o nordeste e a região dos grandes lagos, nos Estados Unidos, têm aproximadamente 50

[151] ONU, *World urbanization prospects: the 2014 revision Highlights*, p. 1
[152] Como esta palavra é hoje parte do vocabulário do português brasileiro, fica sem itálico, para tremor de Aldo Rebelo.

milhões de habitantes *cada*; na ultra-cidade japonesa (Nagoya-Osaka-Kyoto-Kobe) vivem 60 milhões de almas; e na gargantuesca cidade chinesa de Hong Kong-Shenhzen-Guangzhou espremem-se inacreditáveis 120 milhões de pessoas[153]. As megacidades do Sul Global, que nunca experimentaram a prosperidade dourada dos 30 anos dourados do capitalismo, formaram não obstante sua versão própria do subúrbio: são as periferias e favelas, que se espraiam por quilômetros sem fim, numa espécie de cópia paraguaia do modo de vida ainda almejado pelas populações de mundos de terceira categoria. Experimentar a vastidão desoladora de tais ambientes sem circular por eles é possível ao se assistir ao filme *O rap do pequeno príncipe contra as almas sebosas*[154]*,* quando, embalado pela música *Salve,* dos *Racionais MC's*, uma sequência de planos aéreos mostra a periferia. A enunciação dos nomes de tantos bairros – Jardim Evana, Parque do Engenho, Pirajussara, Parque Arariba, Jardim Ingá, Parque Ipê, Jardim Marcelo, Jardim São Carlos, Brasilândia, Jardim Japão... - , em conjunto com os vertiginosos movimentos circulares da câmera em enfoque fechado, transmitem a experiência de sufocamento e cinza monotonia que os privilegiados habitantes de regiões mais prósperas não podem deixar de sentir ao adentrar tais espaços, amplificada pela ironia em nomear por "parques" e "jardins" um deserto de concreto.

Literatices à parte, as megalópoles sub e superurbanas são o fruto maduro do modo de produção fossilista, e teatro da vida industrial. No que elas se transformarão conforme diminuir a quantidade de energia disponível, e energias qualitativamente novas passarem a ser exploradas? A literatura do *peak oil*, diferenças à parte, parece compartilhar duma mesma resposta: sofreremos "a redução de escala, o redimensionamento , a diminuição de tamanho e a relocalização abrangente de todas as nossas atividades, uma reorganização radical da forma em que vivemos, [inclusive] em suas particularidades mais fundamentais"[155]. Tomemos a descrição de Kunstler como representativa desta linha de raciocínio (apesar de seu olhar bastante focado nos Estados Unidos).

Conforme diminuir a quantidade de energia líquida disponível para se girar as engrenagens da grande indústria global, a economia passará por um processo de desglobalização e assumirá um caráter cada vez mais local e menor em escala. As vastas cadeias produtivas transnacionais, absolutamente dependentes de transporte de

---

[153] ONU, *State of world cities report 2008-2009, apud* The Guardian, *UN Report: world's biggest cities merging into "mega-regions"*, 22/03/2010, http://www.theguardian.com/world/2010/mar/22/un-cities-mega-regions (acesso em 24 set 2015); Instituto de Economia da UFRJ, *A megalópole brasileira*, sem autor, sem data, http://www.ie.ufrj.br/datacenterie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto1908.pdf (acesso em 24 set 2015); Yoav Hagler, *Defining U. S. Megaregions*, 2009, disponivel em http://www.america2050.org/upload/2010/09/2050_Defining_US_Megaregions.pdf (acesso em 24 set 2015)

[154] Direção de Paulo Caldas e Marcelo Luna, 2000.

[155] James Howard Kunstler, *The Long Emergency: surviving the converging catastrophes of twenty-first century* (2005), p. 238.

longa distância movido a derivados de hidrocarbonetos - e sem chance plausível de serem reformadas para rodar com outras fontes de energia, seja pela escala da empreitada, seja pela inexistência de tais fontes substitutas - tornar-se-ão paulatinamente anti-econômicas frente às indústrias locais, numa espécie de vingança fria contra o capitalismo *big box.* Mesmo circuitos econômicos que não foram totalmente dominados pelo varejo estilo *Walmart* dependem de cadeias globais de fornecimento em grau surpreendente: até itens perecíveis acumulam milhagens de fazer inveja à classe média tradicional brasileira. Por exemplo, as verduras e legumes à venda em Chicago viajaram na média 2443 quilômetros de caminhão[156]. Porque é tão barato o transporte por contêiners em navios, e a lógica do lucro comanda a logística do transporte de mercadorias, um sistema desnecessariamente complexo e bizarro governa a distribuição. Assim, em 1996 o Reino Unido exportou 114 mil toneladas de leite, para importar… outras 119 mil toneladas de leite[157].

Dos vários setores da economia, o que gera maior preocupação pelo possível impacto devastador sobre a vida atual é o agrícola. Justamente por não brilhar nos encômios diários ao capitalismo que entopem a comunicação de massa, deverá fazer-se sentir de forma surpreendente sobre a população em geral. Ao destruir qualquer relação em escala humana entre campo e cidade, a civilização industrial preparou uma armadilha logística para a transição rumo à produção descentralizada de alimentos. Consumir um simples prato de arroz com feijão e mistura, acompanhado por um copo de suco, refrigerante ou qualquer outra bebida , e talvez seguido de um doce industrializado à guisa de sobremesa, envolve a mobilização de um exército de caminhões e trabalhadores, como bem o sabe, por exemplo, qualquer paulista que se tenha aventurado 200 quilômetros em qualquer direção. Onde se escondem as fazendas de alimentos? A menos que se possa viver apenas de a cana-de-açúcar e a laranja. Nesta hora, números (mesmo que estrangeiros) são bons para revelar a dimensão do problema:

> Custa em média 7 a 10 calorias de energia de combustíveis fósseis para entregar 1 caloria de comida às mesas de jantar dos Estados Unidos. E, quanto mais longa a cadeia do produtor ao consumidor, pior se torna esta cifra. Uma embalagem de 450 gramas de alface pré-lavada da Califórnia contém 80 calorias de energia alimentícia. Baseando-se nas descobertas do ecologista [da Universidade] de Cornell David Pimentel, [o estudioso da alimentação] Michael Pollan estima que gasta-se 4.600 calorias de combustível fóssil para plantar, colher, resfriar, lavar, embalar e transportar aqueles 450 gramas de alface até um consumidor na Costa Leste dos

[156] Rich Pirog, Timothy van Pelt, Kamyar Enshayan e Ellen Cook, *Food, Fuel, and Freeways: an Iowa perspective on how far food travels, fuel usage, and greenhouse gas emissions* (2001), p. 1. Os dados se referem ao ano de 1998. Disponível em http://ngfn.org/resources/ngfn-database/knowledge/food_mil.pdf (acesso em 28 set 2015).

[157] Angela Paxton, *The food miles report: the dangers of long distance transport of food* (1994),

> Estados Unidos. Isto equivale a uma proporção de inacreditáveis 57 calorias de combustíveis fósseis para cada 1 caloria de comida consumida[158].

Se assusta a simples estimativa mental dos litros de combustível, horas de trabalho manual, e quilômetros viajados para produzir cada almoço prosaico, que dirá da imaginação da vida mega urbana num contexto de transporte em colapso - ou caro demais para ser econômico, o que dá no mesmo. Some-se a isto a absoluta dependência da agricultura industrial em hidrocarbonetos baratos - fertilizantes, combustível para transporte - e surge no horizonte a perspectiva de um colapso simultâneo de produção e circulação, ou melhor, um período de contração da indústria de alimentos salpicado por crises profundas de escassez relativa ou até mesmo absoluta. Grandes cidades entregues ao caos, militarmente ocupadas, com populações desesperadas à deriva são o cenário logicamente deduzido e já figurado pelos filmes de zumbi ou - para os que preferem o documentário - pelo colapso de Nova Orleans após a passagem do furacão Katrina em 2005[159].

A resposta sistêmica inevitável e automática é a emergência paulatina de uma economia de figura oposta à fossilista: local e descentralizada. Com a distância tornando-se novamente fator econômico geral relevante, a produção e consumo terão que ocorrer em regiões próximas. Isso significa que a realidade do capitalismo atual - dominado por oligopólios gigantescos em extensão de mercado - mostrar-se-á insustentável; quando a economia nos custos de transação e administração ruir junto com o suprimento de energia fóssil barata, a economia tomará a forma de algo como pequenas empresas autônomas, sem coordenação centralizada. A relação com a localidade substituirá a relação com entidades trans-regionais e transnacionais; e o próprio espaço econômico se contrairá até coincidir com os limites naturais impostos pelas realidades geográfica e energética.

Qual o impacto duma era de contração e descentralização nas vastidões de urbanização desadensadas que se chama de subúrbios? Conforme já mencionado, esta "geografia de lugar nenhum"[160] teve seus contornos determinados pelo suprimento de energia fóssil abundante; seu espalhamento mantém-se graças ao óleo diesel e à gasolina; e sua interconexão é fruto do deslocamento incessante de pessoas e bens. Qual o futuro da "maior má alocação de recursos da história mundial"[161]? Nenhum, *stricto sensu*. O conforto de viver em meio à "natureza", quer dizer, longe do burburinho das cidades e dentro da couraça automotiva por longos trajetos, terá de dar lugar ao desconforto do isolamento em relação a qualquer lugar onde houver

[158] Sinan Koont, *Sustainable Urban Agriculture in Cuba* (2011), p. 185
[159] Dave Eggers, *Zeitoun* (2009): romance a partir da história real de um sobrevivente do furacão; *When the levees broke: a requiem in four acts*, filme documentário, 255 min., direção Spike Lee, 2006
[160] James Howard Kunstler, *The Geography of Nowhere: the rise and decline of America's man-made landscape* (1993)
[161] James Howard Kunstler, *The Long Emergency,* p. 248

atividade econômica e humana relevante. Numa situação hipotética de colapso no abastecimento de combustível, todo o edifício da vida suburbana ruirá. Isolados de quaisquer locais de produção e reféns de redes de distribuição nada resilientes, os suburbanos descobrir-se-ão Robinsons Crusoes sem Sexta-Feiras. Sequer será possível transformar jardins e quintais em hortas, pois ninguém mais sabe como cultivar. O cenário inverso apresenta-se como destino das megacidades, fragilizadas pelo excesso. Tamanha concentração de população, de redes de distribuição de mercadorias e de mercados consumidores só satisfeitos com quantidades pantagruélicas de bens e energia resultam num castelo de cartas desmoronável frente ao menor ventinho soprado por alguns dias de escassez de energia (ou água, como bem o sabe o Comando Militar do Sudeste do Exército Brasileiro[162]). Pesadelo a alimentar a insônia e branquear precocemente o cabelo dos sobrevivencialistas[163], o futuro imaginado para as ultracidades é o da guerra de todos contra todos hobbesiana - agora numa escala inaudita. Apenas as cidades pequenas (e longe das rotas de fuga dos grandes centros urbanos) prometem resiliência diante da disrupção das bases materiais do metabolismo sócio-natural. Aí, sobretudo naquelas construídas antes da era fóssil, pode-se encontrar elementos simultaneamente de resistência perante o caos vindouro e de construção da nova civilização pós-hidrocarbônica. A escala humana de ordenação do espaço e da vida, a existência de campo e cidade em relação umbilical, a sociabilidade comunitária e a preservação de ofícios artesanais e conhecimento agrícola tradicional fazem de determinadas cidadezinhas o melhor refúgio para os que desejam sobreviver humanamente à longa era da emergência vindoura. Ironia do destino, as cidadezinhas hoje decrépitas carregam o germe do futuro. E, passadas as grandes tribulações, emergirá um tipo de civilização curiosamente muito parecida com a vida urbano-agrícola que antecedeu a era industrial - digamos, com a de Europa e Estados Unidos do século XVIII, só que bem mais densa em população.

Sem energia barata e sem grandes mercados consumidores, as linhas de montagem deixarão de fazer sentido; o gigantismo das indústrias atuais cederá lugar a estabelecimentos menores, artesanais e possivelmente familiares - um tipo redivivo de oficina (*cottage industry*[164]). A infraestrutura urbana - quer dizer, os prédios, casas e trens, pois o sistema de rodovias certamente encolherá tão rapidamente quanto surgiu - que não se transformar em fonte de matéria-prima terá que ser adaptada para condições outras. Novamente se priorizará construções duráveis e reparáveis, que possam funcionar com pouca energia, e que possuam integração com espaços de produção - e dimensionadas para uma escala humana. Na ausência de transporte de

---

[162] Jornal El País, *Exército simula ocupar a Sabesp em caso de crise social*, 27 maio 2015, http://brasil.elpais.com/brasil/2015/05/27/politica/1432728524_009010.html (acesso em 1 out 2015)
[163] James Wesley Rawles, *How to survive the end of the world as we know it: tactics, technics, and technologies for uncertain times* (2009)
[164] James Howard Kunstler, *The Long Emergency,* p. 258

longa distância barato, os intermediários eliminados pela monopolização logística e comercial de *Walmarts* e Casas Bahias ressurgirão: pequenos armazéns, pequenas lojas, pequenos atravessadores, e muito menos produtos. Trens, bondes e até mesmo animais de carga prometem ressurgir, e sobretudo o transporte fluvial. Como as demais instituições disciplinares modeladas a partir da fábrica, a escola também não terá futuro, dando lugar a um *mix* de formas sucedâneas: pequenas escolas locais, educação em casa, misto de educação profissional e trabalho *à la* oficinas medievais, algumas universidades. No geral, em termos materiais Kunstler espera um futuro nada ruim em comparação com o presente - do século dezoito!

> Deveremos ser capazes de suprir nossas necessidades básicas por nós mesmos. Mas até mesmo o termo "necessidades básicas" é esquivo. O que eram necessidades básicas para Jefferson e seus contemporâneos pareceria extremamente mirrado para qualquer um de nós. Imagine a vida sem repelente de insetos, ar condicionado, e privadas com descarga. É difícil prever o que pode ser o nível de conforto durante a Longa Emergência, mas penso que poderemos contar com algo um pouquinho mais avançado que o nível do século dezoito. Mesmo se não conseguirmos obter todas as ferramentas e produtos de que desfrutamos atualmente, conservaremos muito conhecimento básico que as pessoas da época de Jefferson simplesmente não possuíam. Por exemplo, ainda entenderemos que infecções e muitas doenças são causadas por microorganismos e não por ar ruim, fases da lua, ou feitiços malignos, e que o conhecimento confere vantagens poderosas na vida cotidiana[165].

Apesar da crítica entre tecnológica e moral ao modo de vida industrial compartilhada pela maioria dos autores da assim chamada *peak oil community*, como Kunstler sua visão tende a pressupor a tecnologia atual como superior e futuramente inatingível; consequentemente, a figura da sociedade futura aparece como um retorno a um estágio anterior da modernidade[166]. Não obstante, sua descrição do processo de passagem a outro tipo de metabolismo natural-social interessa pela sintonia com o pensamento científico atual na aferição de consequências da diminuição do suprimento de energia sobre o modo de vida industrial. Dito de outra forma: por que complexidade e colapso aparecem intimamente ligados? Essa conexão é correta? Em que ela se baseia?

A descrição que os pensadores do pico do petróleo fazem da sociedade industrial é tributária da noção de *complexidade*, inventada pela ciência dura para pensar questões do tipo: por que as formigas exibem comportamentos coletivos coerentes? Como uma multidão de células forma um órgão com funções definidas?

---

[165] James Howard Kunstler, *The Long Emergency,* p. 258

[166] Uma exceção interessante é John Michael Greer, *The ecotechnic future: envisioning a post-peak world* (2009)

Como o caos do mercado produz preços estáveis? Como podem os neurônios produzir o pensamento? Em todos estes fenômenos, há ações ou comportamentos com sentido produzidos espontaneamente pela soma de elementos muito simples; a complexidade está na na existência de "muitos atores independentes interagindo uns com os outros de muitas maneiras[167]", tornando impossível a descrição de cada um deles e, logo, seu estudo como um sistema determinístico clássico. Numa definição recente, um sistema complexo é "um sistema no qual vastas redes de componentes sem controle central e com regras simples de operação produzem comportamentos coletivos complexos, processamento de informação sofisticado, e adaptação por aprendizado ou evolução[168]". Onde houver um todo maior do que a soma de suas partes, haverá complexidade. Portanto, sistemas ecológicos, econômicos e sociais podem ser pensados como sistemas complexos.

Esta abordagem, se não inaugurada, foi realizada de forma influente (sobretudo sobre os teóricos do pico do petróleo) pelo historiador e antropólogo Joseph Tainter em seu livro *O colapso de sociedades complexas*[169], onde ele elabora o conceito de *complexidade social:*

> Entende-se geralmente que complexidade [social] se refere a coisas como o tamanho de uma sociedade, o número e distinção de suas partes, a variedade do número de papéis sociais que ela incorpora, o número de personalidades sociais distintas presentes, e a variedade de mecanismos de organização disso tudo num todo coerente e funcional. Sociedades caçadoras-coletoras (para ilustrar um contraste de complexidade) possuem não mais do que umas poucas dúzias de personalidades sociais distintas, enquanto censos europeus modernos reconhecem de 10.000 a 20.000 papéis ocupacionais diferentes, e sociedades industriais podem conter ao todo mais de 1.000.000 de tipos diferentes de personalidades sociais[170].

A complexidade social é uma invenção recente da humanidade, coisa de seis mil anos[171]; e sem dúvida a complexidade da civilização industrial está uma ordem de magnitude acima das sociedades complexas anteriores, como os impérios romano, persa, asteca, a civilização chinesa, etc.[172]. Obviamente sustentada por um fluxo de energia e pela existência de escoadouros de entropia, a complexidade social traduz-se em altos níveis de conforto material (para alguns...), existência de arte, cultura escrita, pensamento científico, tecnologia avançada, medicina, e assim por diante. A

---

[167] M. Mitchel Waldrop, *Complexity: the emerging science at the edge of order and chaos* (1992), p. 11.
[168] Melanie Mitchell, *Complexity: a guided tour* (2009), p. 13.
[169] Joseph A. Tainter, *The collapse of complex societies* (1988)
[170] Joseph A. Tainter, *The collapse of complex societies*, p. 23
[171] Joseph A. Tainter, *The collapse of complex societies*, p. 24
[172] Afirmação com a qual Tainter concordaria, a julgar pela sua comparação descritiva entre a complexidade da vida cotidiana de um americano atual e um cidadão romano. Joseph A. Tainter e Tadeusz W. Patzek, *Drilling Down: the gulf oil debacle and our energy dilemma* (2012), pp. 68-72

passagem do simples ao complexo implica, em termos de sociabilidade, em desomogeneização e desigualdade. Assim, o surgimento da "civilização" nada mais é que o abandono do "comunismo primitivo" pela invenção da complexidade social - ou melhor, do uso do subsídio energético agrícola no desenvolvimento do modo de vida civilizado. O que não é uma escolha óbvia: num padrão comum a muitos outros povos caçadores-coletores, os Yir Yoront da Austrália, após adotar o machado de aço trazido pelos europeus, decidiram utilizar seu tempo livre extra para desenvolver… o descanso e o sono[173]. A complexidade é um caminho possível, mas não inexorável; mas o fato de ter sido largamente adotada sugere vantagens, ao menos militares, sobre formações sociais mais simples.

Ora, se tudo tem um preço, também a complexidade cobra o seu. E aqui não se trata apenas de energia e produção inevitável de entropia, nem do custo humano da alienação inerente à vida civilizada: a própria complexidade carrega consigo um perigo. Assim como a invenção do automóvel produz o acidente automobilístico, a da complexidade produz o risco do *colapso*. A miríade de inter-relações materiais e humanas em constante variação que fazem a vida social complexa é inerentemente frágil; retire-se apenas alguns de seus numerosos pilares e toda a construção vem abaixo. Por dispensar "controle central[174]", pequenas variações nos elementos do sistema complexo podem alterar radicalmente seu comportamento; a ordeira peregrinação a Meca repentina e inexplicavelmente transforma-se num empurra-empurra; o pânico toma conta da massa; começa a correria, salve-se quem puder; pessoas são pisoteadas e esmagadas; com o tempo, o furor passa, e os vivos retomam a caminhada, deixando atrás de si mais de 700 mortos[175]. Embora melhor televisionado quando espetacular, o colapso da complexidade não precisa corresponder à imagem de caos e implosão que imediatamente nos ocorre. Na descrição estritamente científica (ou seria cientificista?) de Tainter, uma sociedade colapsa ao experimentar uma simplicação, um decréscimo súbito de complexidade - súbito para o tempo de vida das civilizações, o que pode significar um processo de décadas e até mesmo séculos. Em suas palavras,

> Sociedades complexas tendem a ser (…) "sistemas quase decomponíveis". Isto é, elas são parcialmente construídas de unidades sociais que são elas mesmas potencialmente estáveis e independentes, e de fato podem um dia tê-lo sido. Assim, um Estado recém-estabelecido pode incluir várias aldeias ou grupos étnicos antes independentes, ou um império pode incorporar Estados estabelecidos previamente. Na

[173] Lauriston Sharp, "Steel axes for stone-age australians" (1952), *apud* Barbara Bender, "Gatherer-hunter to farmer: a social perspective" (1978), p. 205
[174] Conforme definição de complexidade de Melanie Mitchell, *Complexity: a guided tour* (2009), p. 13.
[175] Jornal El País, " 'Avalanche' de peregrinos deixa mais de 717 mortos em Meca" (26 set 2015), http://brasil.elpais.com/brasil/2015/09/24/internacional/1443083259_050029.html (acesso em 6 out 2015)

> medida em que estes Estados, grupos étnicos, e aldeias retenham o potencial para independência e estabilidade, o processo de colapso pode resultar em reversão (decomposição) desses "blocos de construção" da complexidade[176].

Um exemplo clássico e muito ilustrativo é o do colapso do Império Romano do Ocidente - sobretudo no que aqui importa, o das consequências materiais da simplificação social. Deixando de lado o eterno debate sobre as causas deste evento - sequer sua nomeação é consensual - é interessante observar o que se passou neste laboratório da descomplexificação durante os anos 400 da era cristã. Achados arqueológicos parecem mostrar que a sociedade imperial romana tardia era extremamente complexa e contava, dentro dos limites do escravismo antigo, com grande diferenciação profissional e social, redes de comércio extensas, variedade de bens em produção, especialização do trabalho, e ampla circulação monetária. Nos dizeres de um arqueólogo,

> Costumava-se presumir que [no Império Romano] poucos bens circulavam para longe de seu local de produção, e que a complexidade econômica no período romano existia apenas para satisfazer as necessidades do Estado e os caprichos da elite, com pouco impacto sobre a ampla massa da sociedade. Contudo, o trabalho doloroso dos arqueólogos foi vagarosamente transformando este cenário, pela escavação de centenas de sítios arqueológicos e pela documentação e estudo sistemáticos dos artefatos neles encontrados. Essa pesquisa revela um mundo sofisticado, no qual um camponês do norte da Itália durante o Império Romano poderia comer em louça proveniente da área próxima a Nápoles, armazenar líquidos em ânforas do norte da África, e dormir sob um teto de telhas. Quase todos os arqueólogos, e a maioria dos historiadores, hoje acredita que a economia romana era caracterizada não apenas por um mercado de luxo impressionante, mas também por um mercado médio e inferior de produtos funcionais de alta qualidade bastante substancial[177].

Havia produção especializada em massa de cerâmica com tamanha qualidade e padronização que, nos assegura o autor, em vista dela pessoas como eu e você teremos que ser convencidos de que não se trata de louça industrial moderna. Remanescentes destas louças são encontrados em profusão em lugares tão distantes do centro imperial quanto a ilha da Inglaterra; e o Monte Testaccio, às margens do Rio Tibre em Roma, com seus 50 metros de altura, é, na verdade, um aterro de ânforas descartadas: nada mais nada menos do que 53 milhões delas. A variedade dessa indústria impressiona: utensílios para preparo de alimentos, para estocagem de sólidos e líquidos, e louças finas de jantar. As fábricas do período romano espalhavam-se por

---

[176] Joseph A. Tainter, *The collapse of complex societies*, pp. 24-5
[177] Bryan Ward-Perkins, *The fall of rome, and the end of civilization* (2005), pp. 87-8

todo o Império, e a rede comercial atingia escalas transcontinentais; só o Monte Testaccio atesta a importação por vias marinhas de seis bilhões de litros de azeite. O centro manufatureiro de *la Graufesenque* (próximo à atual Millau, na França) distribuía suas louças por toda a Europa Ocidental e norte da África: de Gibraltar à Inglaterra, da Normandia aos extremos romenos do rio Danúbio, de Cartago à Holanda, pode-se hoje encontrar vestígios dessa extensa rede de distribuição comercial, que abarcava um raio de mil quilômetros. Casas camponesas dotadas de telhados com telhas eram comuns, e até mesmo estábulos - uma tecnologia vastamente superior em durabilidade e conforto às alternativas da época, que eram o sapé e a telha de madeira. O comércio de todas estas mercadorias era feito com moedas de ouro, prata e cobre cunhadas pelo Estado; embora as de ouro e prata representassem riqueza considerável, as de cobre eram de uso corrente, a ponto da "escavação de uma fazenda romano-britânica do século quarto bastante remota, em Bradley Hill, Somerset, ter produzido 78 moedas de cobre, das quais 69 encontravam-se espalhadas ao acaso, tendo sido perdidas uma por uma pelos antigos habitantes[178]". A escala da indústria romana era tamanha que seria exagero retórico apenas menor compará-la à primeira era da civilização industrial, o capitalismo mercantil. Avaliações históricas da poluição atmosférica global podem ser feitas pela análise da camada de gelo da Groenlândia: o gelo, ao cair, captura partículas suspensas na atmosfera e se deposita, ano após ano, em camadas, que contam, tal como os anéis de uma árvore, a história do ar. Tal estudo demontra que a poluição por chumbo, cobre e prata era bastante alta durante o Império Romano, colapsando junto com ele para quantidades quase pré-históricas; tais níveis de emissões de partículas metálicas só foram atingidos novamente nos séculos XVI-XVII.

Invadido pelos bárbaros, no espaço de cem anos a vida cotidiana mudou radicalmente no território do antigo Império Romano do Ocidente. Após o ano 500, somem do registro arqueológico a abundância de telhas, ânforas, cerâmicas de qualidade, moedas; e rareiam técnicas construtivas como o uso da pedra. Na tumba dos reis anglo-saxões da Nortúmbria dos séculos sexto e sétimo, a cerâmica encontrada foi feita à mão, com argila mal feita, e cozimento inadequado, resultando numa peça farelenta e feia. Se esta louça era digna dos aposentos de um rei, o que esperar da dos humildes camponeses[179]? Quer seja a queda do Império Romano interpretada como a destruição catastrófica de uma civilização, quer como uma "revolução religiosa e cultural" responsável pela "acomodação" e "integração" dos bárbaros[180], as evidências arqueológicas apontam para o fato teórico do *colapso* da civilização material romana: a complexidade da sociedade romana foi reduzida a um

[178] Bryan Ward-Perkins, *The fall of rome* (2005), pp. 112
[179] Todas as informações são de Bryan Ward-Perkins, *The fall of rome* (2005), pp. 88-120
[180] Ward-Perkins recenseia o debate sobre como interpretar o colapso do Império Romano e toma posição contra os revisionistas em Bryan Ward-Perkins, *The fall of rome* (2005), pp. 1-10 e capítulo final.

patamar bem mais simples num prazo de tempo relativamente curto, tanto no que diz respeito à economia quanto à organização estatal.

Se isto pôde acontecer com os romanos, não espanta o temor de que uma simplificação ainda mais brutal possa acontecer conosco - afinal, somos a sociedade mais complexa que jamais existiu. O matemático e sistemista John Casti faz uma compilação dos "eventos extremos" que poderiam detonar um processo catastrófico de simplificação da sociedade industrial[181]:

1. colapso da Internet, um sistema cheio de falhas intrínsecas, sobrecarregado, sob ataques constantes de hackers e governos, e dependente de uma infra-estrutura de servidores sob risco constante de superaquecimento
2. colapso da produção e distribuição mundial de comida devido à complexidade excessiva da indústria de alimentos, hoje caracterizada por modificações genéticas, uso de pesticidas, monocultura, industrialização da lavoura; some-se a isso instabilidade climática, crescimento populacional, avanço das cidades sobre as áreas rurais, escassez de água e possível extinção das abelhas.
3. colapso da rede global de satélites e/ou da infra-estrutura de aparelhos eletroeletrônicos devido à explosão de uma ou mais bombas de pulso eletromagnético (e quanto aos raios cósmicos e pulsos eletromagnéticos provenientes do sol, Casti?)
4. destruição da Terra por partículas criadas em experimentos de física tais como aceleradores de partículas e reatores de fusão nuclear
5. guerra termonuclear generalizada
6. escassez de petróleo
7. pandemia global
8. colapso da rede de distribuição de energia elétrica em países de dimensões continentais (EUA) devido a ataques cibernéticos, falta de manutenção, complexidade excessiva, rede com poucos nós
9. escassez de água devido à exploração insustentável
10. colapso do sistema financeiro global
11. *e outros, tais como o* colapso da globalização, a tomada da civilização por máquinas inteligentes que atingiram a Singularidade, etc.

A lista de exemplos pode divertir o leitor, mas o raciocínio subjacente é sempre o mesmo e vale ser relembrado: os benefícios trazidos pela complexidade perigam ultrapassar um limite e transformar-se em fragilidade sistêmica produtora de colapso. Nas palavras do autor:

> Hoje os humanos estão mais vulneráveis do que nunca a eventos extremos. As infra-estruturas complexas de que dependemos em nossa vida cotidiana - transporte,

[181] John Casti, *X-Events: the collapse of everything* (2012).

> comunicações, suprimento de água e comida, energia elétrica, sistema de saúde, para nomear apenas algumas poucas - são inacreditavelmente frágeis. (...) A causa subjacente de eventos extremos é atribuível diretamente à complexidade sempre crescente de nossa sociedade global. (...) Quando o nível de complexidade ou o desacoplamento [entre subsistemas] torna-se maior do que o sistema pode suportar, é necessária uma redução [da complexidade] para retificar esta situação. Um evento extremo é simplesmente a maneira que o sistema emprega para reestabelecer um equilíbrio sustentável[182].

Tais exemplos e modo de teorização parecem fazer sentido para o senso comum. Sabemos intimamente que coisas "complicadas demais" costumam dar errado ou exigem trabalho desnecessário. Quem está apressado não faz o caminho mais longo; ninguém troca a janela toda se há apenas um vidro quebrado; não se fabricam automóveis de passeios com seis rodas; ninguém em sã consciência anda com cinco carteiras no bolso; e outras obviedades que tais. Mas o que faz do puro grau de complexidade um perigo para os entes complexos? Estaríamos diante de algo análogo às leis da engenharia civil, segundo as quais as fundações do edifício precisam ser elas próprias pesadas o suficiente para aguentar a carga das paredes e teto? Nos sistemas complexos vige uma lei, ao que parece, tão inexorável quanto às da física: a *lei da variedade requerida*, ou mais simplesmente *lei de Ashby*[183], segundo a qual o sistema de controle precisa ser ao menos tão complexo quanto o sistema controlado, caso contrário surgirão falhas que podem conduzir, em casos extremos, ao colapso - justamente um modo de compatibilização, pela simplificação, de todos os subsistemas que compõem um sistema. Casti nos fornece um exemplo interessante e mundano desta lei: o caso da evasão fiscal. Os legisladores aprimoram, ano após ano, as normas para coibir o não pagamento de impostos. Pilhas e pilhas de documentos jurídicos e códigos administrativos buscam controlar o desejo de muitos de escapar dos tentáculos financeiros do Estado. Contudo, estes instrumentos são um cisco perto da astúcia e engenho dos exércitos de contadores, advogados, larápios e sonegadores que dedicam boa parte de sua existência à arte de enganar os funcionários do Estado. O aparato de fiscalização e controle é menos complexo que o sempre inovador sistema de evasão, e o resultado só pode ser um: toneladas de impostos devidos deixam de ser pagos. Ora, a única maneira efetiva de se controlar a evasão fiscal - no caso, reduzi-la, já que zerá-la parece impossível - é por meio não da complexificação sem sentido do sistema estatal de controle, que logo passaria a custar mais do que se arrecada por meio dele, mas da simplificação do sistema de impostos,

---

[182] John Casti, *X-Events* (2012), pp. 23-4

[183] W. Ross Ashby, *An Introduction to Cybernetics* (1956), pp. 202-215. Adoto a definição "moderna" de John Casti, *X-Events* (2012), p. 56

de modo a reduzir as possibilidades de evasão por meio de brechas legais e contábeis[184].

Assim, aplicada à civilização industrial, a lei de Ashby parece levar à conclusão de que tamanha complexidade anda junta com o risco elevado de perda de controle, seguido por um processo inevitável de simplificação, cuja manifestação, do ponto de vista humano, é o colapso. O que conduz à seguinte questão: se a civilização industrial é um câncer em metástase acelerada já há décadas, por que ela não colapsou ainda? Quem ousar responder chegará a duas respostas possíveis. A primeira delas é a de que, por ainda haver energia suficiente para sustentar a exponencial da complexificação material e social, quem está colapsando em seu lugar é o ponto final do escoadouro da entropia gerada neste processo: o meio ambiente. Contudo, este fenômeno é por assim dizer *externo* à complexidade; o que a teoria da complexidade conclui é pela existência de risco intrínseco à complexidade ela mesma; embora haja fluxo de energia suficiente, componentes críticos podem falhar devido ao gigantismo de sua própria hipercomplexificação; a complexidade é inimiga da resiliência. Desta forma, a segunda resposta possível à questão da persistência da sociedade industrial apesar de sua fragilidade óbvia envolve a consideração de mecanismos de estabilização e combate ao risco: os *mecanismos de controle* que vêm mantendo a civilização industrial nos trilhos.

É o que procura pensar Wolfgang Streeck[185]. Não é segredo para ninguém que o modo de vida industrial reproduz-se guiado pelo (sub)sistema capitalista; daí a coincidência entre as curvas exponenciais de consumo de energia fóssil e crescimento econômico, cuja matriz é a curva de juros compostos. A acumulação é a meta que dirige o funcionamento de subsistemas como o produtivo (mais-valia relativa) e o financeiro (D-D'). A cada iteração, têm-se um sistema materialmente mais complexo do que antes. O que mantém essa complexidade em crescimento exponencial coesa apesar de si mesma? A explicação de Streeck é que houve, até recentemente, "forças compensatórias" à anarquia inerente ao capitalismo, que é por ele definido, com muita atenção à sua ancoragem na natureza, como "uma sociedade moderna que assegura sua reprodução coletiva como um efeito colateral, não intencional, da maximização competitiva do lucro". Isso quer dizer que, conforme já percebera Marx, a lógica sistêmica do capitalismo é essencialmente contraditória e tende a colapsos periódicos, culminando, em termos lógicos, em sua própria abolição quando do atingimento do estágio do intelecto geral pelas forças produtivas[186]. Portanto, que a

---

[184] John Casti, *X-Events* (2012), p. 56.

[185] Wolfgang Streeck, "Como vai acabar o capitalismo?" Revista Piauí 97, outubro de 2014, disponível em http://revistapiaui.estadao.com.br/edicao-97/tribuna-livre-da-luta-de-classes/comdavido-vai-acabar-o-capitalismo (acesso em 14 out 2015). Usei o texto da internet, sem paginação. Todos as citações seguintes são dele.

[186] Cf. o fragmento das máquinas dos *Grundrisse.*

vida humana se reproduza nestas condições é mero efeito colateral, como aliás somos relembrados a cada crise séria, quando milhões são lançados ao deus-dará por haverem se tornado repentinamente desnecessários. Um sistemista poderia ver tais crises como processos de simplificação, por meio dos quais a complexidade excessiva - o descompasso entre o subsistema salarial e o subsistema de lucros - é resolvida... Por isso, "a estabilidade do capitalismo depende de que sua dinâmica seja contida por forças compensatórias – interesses coletivos e instituições que sujeitem a acumulação de capital aos freios e contrapesos sociais. Sem isso, o capitalismo pode ser excessivamente bem-sucedido e acabar sabotando a si mesmo". Historicamente, a mais recente forma assumida por tais forças estabilizadoras foi a do Estado de bem-estar social, que impediu, pela regulação estatal, a mercantilização absoluta da força de trabalho, do dinheiro e da natureza, que são a tendência intrínseca do sistema. Na visão de Streeck:

> Penso que não enfrentar oposição nenhuma, mais que uma vantagem, pode ser uma desvantagem para o capitalismo. Os sistemas sociais só têm a ganhar com a heterogeneidade interna, o pluralismo de princípios que os blinda da dedicação a uma única finalidade, criando outras metas que também devem ser cumpridas para que o sistema seja sustentável.
>
> O capitalismo, tal como o conhecemos, se beneficiou muito com a ascensão de movimentos opostos ao domínio do lucro e do mercado. O socialismo e o sindicalismo impuseram um freio na transformação de tudo em mercadoria, impedindo o capitalismo de destruir seus alicerces não capitalistas – a confiança, a boa-fé, o altruísmo, a solidariedade no seio das famílias e das comunidades, e assim por diante.
>
> Sob o keynesianismo e o fordismo, a oposição mais ou menos leal ao capitalismo garantiu e ajudou a estabilizar a demanda agregada, especialmente nas recessões. Onde as circunstâncias eram favoráveis, a organização da classe trabalhadora serviu até mesmo como um "chicote da produtividade", forçando o capital a embarcar em conceitos mais avançados de produção.

Um caso claro de funcionamento da lei de Ashby: apenas a complexidade superior existente nos interstícios não-capitalistas do grande sistema da civilização industrial é que permite manter sob controle a auto-destrutividade do sistema econômico. Contudo, desde os anos 1970-80 estaríamos vivendo um processo de destruição destas instituições complexas como o sindicalismo, a solidariedade social, o altruísmo, a previdência social, as leis trabalhistas, o pleno-emprego, sistemas públicos de saúde e educação, e assim por diante. Para Streeck, "o progresso capitalista destruiu qualquer agente que pudesse impor limites ao sistema". A "nova razão do mundo[187]", ao modelar todas as instituições sociais segundo a lógica da

[187] Pierre Dardot e Christian Laval, *The New Way of the World: on neoliberal society* (2014) [2009]

competição, vem eliminando a complexidade extrínseca ao subsistema capitalista. Ao simplificar os demais subsistemas não-capitalistas, resta apenas um sistema homogêneo, complexo decerto, mas sem um órgão de controle eficaz que possa garantir sua estabilidade no decorrer do tempo. A consequência só pode ser uma: este sistema aproxima-se do colapso final.

> A imagem que tenho do fim do capitalismo – um epílogo que acredito já estar sendo escrito – é de um sistema social em desmantelo crônico, por razões que lhe são próprias, independentemente de uma alternativa viável. (...) Hoje, diferentemente da década de 30, não há no horizonte nenhuma fórmula político-econômica, à esquerda ou à direita, capaz de fornecer às sociedades capitalistas um novo regime coerente de regulação.
>
> O mais provável é que, com o passar do tempo, ocorra um acúmulo de disfunções pequenas e não tão pequenas – nenhuma necessariamente fatal, porém a maioria sem conserto (e, conforme se multiplicarem, será impossível lidar com cada uma delas individualmente). Nesse processo, as partes do todo vão se encaixar cada vez menos; atritos de todo tipo vão se propagar; consequências inesperadas vão se disseminar, por razões cada vez mais difíceis de serem determinadas. Incertezas vão proliferar; crises de todo tipo – de legitimidade, de produtividade ou ambas – vão se suceder, enquanto diminuirão ainda mais a previsibilidade e a governabilidade (como vem acontecendo há décadas). Por fim, a miríade de correções provisórias concebidas para gerir crises no curto prazo vai entrar em colapso sob o peso dos desastres diários produzidos por uma ordem social em profunda instabilidade e anomia.

A teorização e a imaginação contemporâneas parecem coadunar, a despeito do pertencimento a tradições intelectuais diversas, com o mesmo diagnóstico: a civilização industrial está prestes a experimentar um processo de descomplexificação. Sua complexidade atual é simultaneamente exagerada e insuficiente, a depender do ângulo de visão. Do ponto de vista do todo, o grau de complexidade é extremo e, portanto, frágil; do ponto de vista do controle, inexiste um subsistema complexo o suficiente seja para manter sua estabilidade, seja para simplificá-la de forma não-catastrófica. O que tem mantido a civilização industrial mais ou menos intacta é o poder organizante da energia fóssil; quando este rarear, os *gaps* de complexidade produzirão falhas sistêmicas, lançando o sistema todo num processo de simplificação que tomará a direção da redução de escala, localização, desintensificação e lentidão das atividades econômicas. Em termos habermasianos, o processo de experimentação tecno-social dar-se-á nos limites de tal nível de complexidade - mas também como busca ativa de um modo de interação social adequado à tais forças produtivas de qualidade nova. Num cenário de descomplexificação, a experimentação tecno-social buscará atingir um grau de complexidade alto o suficiente para poder controlar os

conflitos sistêmicos; o problema do estabelecimento de um regime homeostático de interação entre natureza - em estado de caos sistêmico por excesso de entropia - e sociedade - em transição para um arranjo baseado na reciclagem da entropia produzida por ela própria - só pode ser resolvido em passo simultâneo com o problema da invenção de formas de interação social novas e compatíveis com forças produtivas baseadas na matriz energética renovável. Mas quais seriam estas ditas novas formas de interação social? Que figura teriam essas outras relações de produção? Como regular o modo de vida solar?

Organizar o decrescimento: Ecossocialismo e energia

Uma tentativa de resposta é dada pelos teóricos do *ecossocialismo.* Embora não haja ortodoxia teórica entre eles, todos comungam do mesmo diagnóstico: sendo o Capital ao mesmo tempo motor e motorista da Espaçonave-Terra, a única maneira de evitar o sofrimento do processo de colapso de nossa civilização seria pela passagem ordenada a uma variante nova de socialismo, não mais produtivista, mas agora ciente dos limites naturais planetários, e portanto caracterizada pela harmonia com os ciclos naturais - coisa aliás favorecida pelas relações de igualdade e fraternidade humanas características deste modo de produção hipotético. John Bellamy Foster, Michael Löwy, Joel Kovel, Jean-Paul Deléage, Chris Williams, James O'Connor, Joan Martinez-Alier, Frieder Otto Wolf, Elmar Altvater, Saral Sarkar, Victor Wallis, são alguns dos autores associados à denominação de ecossocialistas. O panfleto *Manifesto Ecossocialista* (2001), de Joel Kovel e Michael Löwy, é considerado um marco do movimento.

Não há dúvida de que os ecossocialistas vão ao ponto nevrálgico da questão - afinal, foi a necessidade capitalista de gerar mais-valia pela produção da mais-valia relativa, conseguida pelo aumento da produtividade do trabalho, que produziu a civilização fossilista e seu correlato, a entropia em nível planetário; portanto, a saída para nosso atual problema sistêmico envolve o descarte do capitalismo antes que ele nos descarte. O que cabe aqui examinar é: como imaginam a solução para tal problema, a saber, a criação da sociedade ecossocialista, em seus aspectos metabólicos e sociais?

Tomemos por exemplo Chris Williams, em *Ecologia e Socialismo* (*Ecology and Socialism: solutions to capitalist ecological crisis)* (2010). No capítulo sobre "Com o que uma sociedade sustentável se pareceria", o autor nos afirma que

> não há barreira tecnológica nos impedindo de, nos próximos vinte ou trinta anos, passarmos para um fornecimento de energia mundial quase totalmente sem carbono, em especial no tocante à energia elétrica. (...) A energia proveniente do sol

> diariamente é mais do que 15.000 vezes maior do que os humanos consomem - quatro ordens de magnitude maior - o que significa que apenas precisamos captar uma fração de 1% para satisfazer nossas necessidades de energia[188].

Todo o problema do saldo energético e da real eficácia das tecnologias de captação de energia solar direta e derivada é assim ignorado ou denegado; o problema seria, no fundo, no fundo, social, para o qual o marxismo já providenciou resposta há tempos…

Michael Löwy segue as mesmas pegadas ao imaginar que

> não haveria nenhuma necessidade – como parecem acreditar alguns ecologistas puritanos e ascéticos – de reduzir, em termos absolutos, o nível de vida das populações européias ou norte-americanas. Seria necessário simplesmente que essas populações se livrassem de produtos inúteis, aqueles que não satisfazem nenhuma necessidade real e cujo consumo obsessivo é sustentado pelo sistema capitalista[189].

Embora descartada a ilusão de que o processo histórico conduziria necessariamente ao socialismo e ao comunismo - "a utopia socialista e ecológica é apenas uma *possibilidade objetiva*[190]" - resta em Löwy a ideia de que teríamos à disposição todas as forças produtivas necessárias ao "comunismo solar[191]", que seria assim idêntico ao nosso modo de vida industrial, só que expurgado das necessidades inúteis como automóveis, publicidade, e etc. A mutação necessária para dar cabo da insanidade capitalista seria quase que puramente social; somente após o atingimento de "grande consciência socialista e ecológica[192]" é que, por meio do "planejamento democrático" da produção e do consumo, "os erros graves - até mesmos as decisões incompatíveis com as necessidades relacionadas ao meio ambiente - serão corrigidos[193]". Esse pressuposto conduz Löwy à idéia curiosa de que o tempo histórico estaria simultaneamente contra e a nosso favor:

> Num certo sentido, o tempo é nosso aliado, porque trabalhamos para a única mudança capaz de resolver os problemas do meio ambiente, cuja situação apenas se agrava com ameaças – como a mudança climática – que estão cada vez mais próximas. Por outro lado, o tempo está contado, e em alguns anos – ninguém saberá dizer quantos – os estragos poderão ser irreversíveis. Não há razão para otimismo: o poder das elites atuais no comando do sistema é imenso e as forças de oposição

---

[188] Chris Williams, *Ecology and Socialism* (2010), pp. 217-8.
[189] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 46, *in:* "Crítica Marxista n. 28, p. 35-50, 2009".
[190] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 49
[191] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 48
[192] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 42
[193] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 42-3

> radical são ainda modestas. No entanto, elas são a única esperança que temos para colocar um freio ao "progresso destrutivo" do capitalismo. Walter Benjamin propunha definir a revolução não como "locomotiva da história", mas como ação salvadora da humanidade que puxa os freios de emergência antes que o trem mergulhe no abismo...[194]

É justamente o que ocorre no filme *Expresso do Amanhã*[195]. Antecipando com razão que o mega-projeto de geoengenharia de 2014 iria desatar uma Era do Gelo no planeta, o trilionário Wilford constrói *A Arca Estrépita,* um trem que, movido a moto perpétuo, circunda a Terra abrigando o que restou da espécie humana. Em 2031, os habitantes do trem levam vidas muito diferentes em cada vagão: enquanto nos frontais as crianças frequentam a escola, os jovens divertem-se nas festas e os adultos cultivam vegetais e dedicam-se à música, nos intermediários o aparato repressivo organiza a gestão dos habitantes dos vagões finais, que vivem em condições parecidas com as do operariado inglês do século XIX. As rebeliões contra este sistema são punidas com a introdução de um braço ou perna dos sobreviventes para fora do trem, onde ele é amputado pelo frio congelante - como atesta a fisionomia do velho Gilliam, militante histórico. A ação do filme consiste na luta revolucionária de tais habitantes do vagão final, liderados por Curtis, discípulo de Gilliam, que vão abrindo caminho por meio da violência até o vagão dianteiro, onde habita o próprio Wilford. O duelo final entre Curtis e Wilford em nada remete à tradição faroeste e dos filmes de ação: o milionário tenta cooptar o líder revolucionário, explicando-lhe que as violentas insurreições periódicas são a forma que o sistema vigente no trem possui de reduzir a população sempre crescente, mantendo-a compatível com os parcos recursos disponíveis. Já em seus últimos dias, Wilford diz-se feliz com a chegada de Curtis que, pela experiência de vida e conhecimento de todos os vagões, é o homem certo para substituí-lo... Enquanto conversam, uma bomba detonada por outro personagem finalmente consegue parar o trem, embora destruindo-o no processo, e os dois únicos sobreviventes, uma jovem e um menino, rumam em direção a um urso polar, sinal de que a Terra começa a poder abrigar vida novamente.

A metáfora é interessante e serve de crítica pronta à teoria de Löwy. Pois o trem, além de hierarquizado geograficamente e por classes, é um sistema metabólico completo. Houvesse ele sido parado e não destruído, haveria recursos suficientes para sustentar todos os tripulantes? Eliminadas as "falsas necessidades"[196], a vida igualitária levada por todos parecer-se-ia com a dos habitantes de qual vagão? Certamente que não com a de Wilford, que toma vinho e come bifes. Já os

---

[194] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 50

[195] *Snowpiercer* (2013), direção de Joon Ho Bong. IMDB: http://www.imdb.com/title/tt1706620/ . O filme é baseado no gibi (alguns dizem HQ...) *Le Transperceneige* (1982), de Jacques Lob e Jean-Marc Rochette.

[196] Michael Löwy, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), p. 46

tripulantes do último vagão alimentam-se de barras de proteína, produzidas a partir de... baratas. Seriam os exíguos vagões capazes de abrigar plantações e seres humanos, presentes e futuros, em equilíbrio? Por acreditar que temos apenas que parar o trem para dele desfrutá-lo, e não saltar dele, é que Löwy mantém que a história, embora contra todos, estaria ao mesmo tempo a nosso favor. O ecossocialismo seria uma espécie de *catch up* das relações de produção que, no lugar de liberar as amarras das forças produtivas, dar-lhes ia o arreio ecologicamente correto, solucionando nosso desafio sistêmico sem realmente envolver qualquer tipo de mudança qualitativa profunda na tecnologia industrial. Contudo, ao mesmo tempo não se pode ignorar o que é sabido por todos, a existência de corrente histórica em direção contrária, o "progresso destrutivo" entropizante do capitalismo, que ameaça destruir tecnologia e sociedade. Ora, progresso destrutivo e forças produtivas de figura industrial são, materialmente falando, a mesmíssima coisa: trata-se da civilização industrial fossilista. A retificação das forças produtivas industriais não envolveria assim nenhum tipo de mudança essencial, apenas um redimensionamento; contudo, mesmo menor, tal máquina continuaria a produzir entropia; o trem, após parar, precisa retomar a viagem, mesmo que em marcha lenta. Este pressuposto contraditório origina a ideia oscilante de que o tempo histórico estaria a favor, por estar contra, mas só por um tempo, pois ele está realmente contra, mas por isso está também a favor, mas só enquanto não vier a estar contra...

É então a literatura ecossocialista um mato sem c Em verdade, não. Honrosa exceção é a obra de Saral Sarkar, indiano radicado na Alemanha e ligado, nos anos 1980, ao movimento ecologista, do qual aliás é forte crítico. O autor, enquanto Bush Jr. ainda apenas sonhava em mandar o Iraque de volta para a idade da pedra, já atinara para as consequências que os limites naturais impõem à figura socialista que o desejo de emancipação humano tomou nos últimos dois séculos. Em seu livro *Ecossocialismo ou ecocapitalismo? (Eco-socialism or eco-capitalism?: a critical analysis of humanity's fundamental choices)*, de 1999, o autor elabora uma visão dos princípios de sociabilidade compatíveis com as forças produtivas próprias a um regime energético solar avançado.

Sarkar distoadestoa por defender "uma variante austera de ecossocialismo" - ao menos na opinião de certos camaradas[197]. Leitor de Georgescu-Roegen, ciente dos limites físicos dos recursos naturais - sobretudo da energia fóssil - e do presente saldo energético das energias renováveis, Sarkar não teme disso extrair a conclusão lógica:

[197] Opinião de James O'Connor na contracapa de Saral Sarkar, *Eco-socialism ou eco-capitalism?*

> Gostemos ou não, [os limites naturais ao capitalismo] conduzem incontestavelmente à conclusão de que a ideia do socialismo com base numa sociedade industrial avançada não tem chance de ser realizada[198].

Socialistas ainda, mas de olhos bem abertos. Para Sarkar, a comunhão histórica entre organização social socialista e modo de vida industrial não significa que o socialismo, enquanto concretização da ideia de emancipação do homem, não seja concebível com forças produtivas de qualidade e quantidade outras. Para ele, a base técnica da sociedade pós-industrial (de verdade, não a sociedade da informação) nos seria já conhecida:

> As condições *materiais* necessárias à realização das novas tarefas socialistas [promover o decrescimento econômico controlado antes que o industrialismo imploda o planeta] existem há muito tempo: recursos renováveis *adequados* e tecnologias *intermediárias*, empregadoras de bastante trabalho humano (*labor-intensive*)[199].

Entenda-se por isso algo muito semelhante ao quadro pintado pelos teóricos do pico do petróleo: "uma economia baseada na produção em pequena escala, com tecnologias e organizações simples e facilmente controláveis[200]". A ideia mestra é que o trabalho humano substituiria boa parte do uso atual de recursos, sobretudo de energia. O "padrão de vida" certamente cairia em relação ao industrial, mas não necessariamente o nível de felicidade.

Como seria o modo de vida socialista versão Saral Sarkar? Uma de suas características seria o pleno emprego - cajadada única matadora de dois coelhos. Porque o trabalho dá sentido à vida humana, ele é desejável; porque as tecnologias intermediárias utilizam bastante mão-de-obra para poder economizar recursos, ele é necessário. A segurança social seria obviamente um valor e uma necessidade - mas numa sociedade de recursos escassos e produtividade do trabalho bem menor do que a atual, ideias como a renda mínima seriam injustas e impraticáveis. O trabalho socialmente útil seria a contrapartida exigida de todos os aptos ao trabalho. Políticas de controle populacional - inclusive a redução programada - seriam necessárias para a manutenção do equilíbrio ecológico, e desejáveis por proporcionar maior conforto material a todos. Haveria igualdade salarial ou diferenças muito pequenas, não somente por questão de justiça social, mas também como meio de minimização dos conflitos sociais inerentes à redução da prosperidade em comparação com o padrão

[198] Saral Sarkar, *Prospects for eco-socialism*, *in:* Qingzhi Huan (ed.), *Eco-socialism as Politics: rebuilding the basis of our modern civilization* (2010), p. 216.
[199] Saral Sarkar, *Prospects for eco-socialism* (2010), p. 218
[200] Saral Sarkar, *Eco-socialism or Eco-capitalism* (1999), p. 223. Sarkar cita os livros de Richard Heinberg, *The Party is Over*, e de James Howard Kunstler, *The Long Emergency*, como "avisos ao mundo altamente industrializado da inevitável redução de escala de suas economias que se aproxima". Saral Sarkar, *Prospects for Eco-socialism* (2010), p. 219

industrial. Trabalhos árduos ou especialmente desprazerosos teriam jornadas menores como compensação. Motivação? O fato de se viver e trabalhar em escala local tornaria a relevância social do trabalho visível, promovendo o reconhecimento; "em tal contexto, o trabalho sincero tornar-se-ia a expectativa normal[201]".

Este quadro é composto não apenas como idéia pura e abstrata, mas como proposta política de direcionamento duma dinâmica histórica inevitável. Com a aproximação dos limites naturais ao capitalismo, necessariamente ocorrerá um longo processo de contração econômica, que "gerará modalidades de inflação e recessão até agora desconhecidas[202]", culminando numa economia de estado estacionário quantitativamente muito inferior à que vivemos hoje. O potencial disruptivo de tal processo é mais do que auto-evidente:

> O recuo deve ser planejado e ordeiro. Um recuo desordenado conduziria ao caos e ao colapso[203].

Como fazer os exércitos industriais de reserva e da ativa recuarem ordeira e planejadamente, sem debandar geral, e mantendo alto o moral? Resposta: por meio duma economia socialista planejada pelo Estado, e legitimada por relações sociais igualitárias:

> Um padrão de vida inferior pode ser aceito pelo povo se os sacrifícios forem suportados proporcionalmente, seguindo o princípio da capacidade de sacrificar-se, como no caso do imposto de renda progressivo.
>
> A igualdade é o melhor meio de se conseguir a aceitação popular de uma política de contração econômica, e também seria necessária (...) para evitar a escalada dos conflitos sociais. (...)
>
> O planejamento teria que ser abrangente, com controle de preços, não apenas o planejamento indicativo que os socialistas de mercado sugerem[204].
>
> Planos de contração, ao contrário de planos de crescimento, podem de início ser implementados apenas por um Estado forte. Tais planos, mesmo se democraticamente legitimados e apoiados por movimentos sociais, devem ser levados a cabo contra a forte oposição daqueles que teriam muito a perder. (...)
>
> Para economistas convencionais, o processo de contração seria similiar a uma recessão sempre pior, e o estado estacionário de baixo nível, uma grande crise sem fim. Não pode haver dúvida de que, em tal situação, a economia como um todo teria que ser socializada, começando com nacionalizações[205].

---

[201] Saral Sarkar, *Eco-socialism or Eco-capitalism* (1999), p. 211
[202] Saral Sarkar, *Prospects for eco-socialism* (2010), p. 210
[203] Saral Sarkar, *Eco-socialism or Eco-capitalism* (1999), p. 202
[204] Saral Sarkar, *Eco-socialism or Eco-capitalism* (1999), p. 202
[205] Saral Sarkar, *Eco-socialism or Eco-capitalism* (1999), p. 214

Muito a leste se chega a oeste: partindo, ao contrário dos demais ecossocialistas, da dura realidade da longa contração econômica inevitável por vir, Sarkal chega à mesma proposta de planejamento econômico - no caso, não tão democrático assim. O modelo comum a tais propostas de economia de comando parece provir das experiências de mobilização total da União Soviética e das economias de guerra de 1939-45 - com o adendo de que, como bem vê Sarkal, o comando estatal teria como meta não a produção acelerada, mas o decrescimento. Há certa verossimilhança em imaginar que um processo de implosão econômica numa sociedade viciada em crescimento só poderia ser administrado por um Estado, se não totalitário, "forte"; decerto uma organização nestes moldes teria complexidade superior ao dito "livre mercado" que, sabemos, quando deixado às próprias engrenagens conduz a *crashes* de 1929. Contudo, cabe perguntar se, teoricamente, o Estado centralizado seria mesmo a melhor forma de organização do processo de descomplexificação da economia. Para tanto, deixemos de lado a questão de saber se *realmente* possuímos todas as forças produtivas intermediárias necessárias ao regime energético solar avançado e foquemos na relação entre complexidade e poder.

É sabido que a estruturação do campo de possibilidades de exercício de poder político e de luta de classes é dependente da forma específica de relacionamento entre sociedade e natureza, o que envolve, não surpreendentemente, energia. Ao menos é o que argumenta Timothy Mitchell em seu livro *Democracia do Carbono* (*Carbon Democracy: political power in the age of oil*). O autor chama atenção para o fato de que a "democracia", isto é, a luta de classes entre burguesia e operariado na Europa dos séculos XIX e XX, é fruto da introdução da matriz energética fóssil. A matriz energética solar de figura agrícola, por sua baixa densidade, implicava em dispersão populacional e temporalidade lenta; a forma de unidade política das classes trabalhadoras não ultrapassava a das revoltas camponesas e das comunidades urbanas. A densidade energética do carvão mineral permitirá a concentração populacional e a aceleração temporal, com reflexos na autopercepção política dos trabalhadores e, sobretudo, no poder político *efetivo* em suas mãos. Nunca é demais relembrar o tamanho do salto implicado nesta transição energética:

> O suprimento de energia em aceleração constante alterou as relações humanas no espaço e no tempo de maneiras que viriam a possibilitar novas formas de política de massas. Como a radiação solar que alimentava a vida pré-industrial era uma forma bem mais fraca de energia, convertê-la para uso humano requeria terrenos de monta. A necessidade de energia encorajava formas relativamente dispersas de assentamento humano - ao longo de rios, próximo a pastos, e ao alcance de vastas reservas de terras dedicadas a florestas fornecedoras de combustível. A escala temporal da produção de energia era dependente da taxa de fotossíntese de plantações, do tempo de vida dos animais, e do tempo necessário à recuperação de pastos e florestas. Em

> contraste, os combustíveis fósseis são formas de energia em que, por assim dizer, grandes quantidades de tempo e espaço foram comprimidas numa forma concentrada. Uma forma de visualizar essa compressão é considerar que um único litro de petróleo usado hoje precisou de cerca de 25 toneladas de vida marinha ancestral como material precursor, ou que foi necessário matéria orgânica equivalente a toda a vida animal e vegetal produzida na Terra ao longo de 400 anos foi para se produzir os combustível fósseis que queimamos hoje num único ano. Carvão e petróleo tornaram disponível, na forma de sólidos e líquidos compactos e transportáveis, energia equivalente a décadas crescimento orgânico e acres de biomassa[206].

Repentinamente toda essa energia estava, num piscar de olhos do tempo histórico, literalmente nas mãos de alguns poucos trabalhadores: mineiros que extraíam carvão, maquinistas e funcionários das linhas de trem que o transportavam, e foguistas que alimentavam as fornalhas das máquinas a vapor em usinas metalúrgicas, navios e fábricas. Quis a astúcia da razão histórica que tais homens, cujos ancestrais, via de regra, imolados em lutas infrutíferas, nunca escaparam da condição de objetos do poder, protagonizassem agora como sujeitos ativos a luta entre classes por poder e reconhecimento, dotados que estavam da capacidade de, num estalar de dedos, paralisar as engrenagens do modo de produção. "Entre 1881 e 1905, os mineiros americanos fizeram greves à taxa cerca de três vezes superior à média dos trabalhadores das principais indústrias, e ao dobro da taxa da segunda indústria mais combativa, a do tabaco. As greves de mineiros também duravam muito mais do que greves em outras indústrias[207]". Seguindo a trilha do carbono, as greves facilmente se espalhavam pelos setores ferroviário, de armazenagem e naval, atingindo até a indústria de bens de consumo: estava inventada a greve geral. Trabalhadores de setores diferentes, que não se conheciam, não esfalfavam-se nas mesmas fábricas, nem habitavam os mesmos bairros, estavam virtual e concretamente conectados pelo óleo que lubrificava as engrenagens da grande indústria capitalista; demandas por melhores salários e condições de trabalho adquiriam, por força desta conexão "invisível", a universalidade da busca pela emancipação. Durante a Primeira Guerra, a cooperação destes trabalhadores tornou-se questão de segurança nacional e teve de ser garantida pela intervenção governamental direta nas indústrias privadas: nos Estados Unidas e na Grã-Bretanha administradores públicos assumiram a gestão e isentaram certos trabalhadores de alistamento; na Alemanha, a participação de conselhos de trabalhadores na gerência foi tornada obrigatória por lei; e na França a proibição das greves teve como contrapartida a participação governamental direta na determinação de salários e condições de trabalho[208]. A esta altura, o direito à greve, à

[206] Timothy Mitchell, *Carbon Democracy* (2011), p. 14-5
[207] Timothy Mitchell, *Carbon Democracy* (2011), p. 20
[208] Timothy Mitchell, *Carbon Democracy* (2011), p. 25

jornada de trabalho de 8 horas, à sindicalização, à pensões, à aposentadoria, e ao voto já era garantido por boa parte dos Estados da Europa Ocidental e América do Norte. A democracia do carvão tinha como garantia o poder de interrupção sobre o fluxo vital de carbono em pedra que a alimentava.

Contudo, como vaticina a tão (injustamente) execrada lei dialética de Engels, muita quantidade implica em mudança de qualidade. Se o advento da substituição da parca energia de biomassa pela energia concentrada do carvão empoderou os trabalhadores industriais, a chegada da energia ainda mais densa do petróleo teve efeitos políticos inversos. O auge do poder dos trabalhadores com o *Welfare State* do pós-Segunda Guerra foi também o início (planejado) da dominância do petróleo na matriz energética fóssil. Como sabido, suas qualidades intrínsecas são algo diferentes da do carvão. Em vez de necessitar de um pequeno exército de mineiros, ele flui naturalmente do solo, ou pode ser bombeado por singelas máquinas; no lugar de empregar carregadores, maquinistas e foguistas, sem contar os construtores e gestores das linhas férreas e navios de carga, ele pode ser transportado por canos e navios petroleiros praticamente não-tripulados; sua armazenagem em tanques também quase não envolve trabalho humano; e, como a industrialização primeva não se deu ao seu redor, mas nas áreas carboníferas do centro-norte da Inglaterra e sul do País de Gales, no cinturão que parte do norte da França, atravessa a Bélgica e o vale do Ruhr até a alta Silésia, e nos Apalaches de Canadá e Estados Unidos, sua exploração e refino pôde ser situada bem longe das possibilidades de controle das massas operárias, aliás submetidas, no ramo do petróleo, ao sistema quase-escravista e racista do *Jim Crow*[209]. Passou do ponto: em relação ao carvão, o petróleo representa energia não apenas ainda mais densa, mas também fluida, e, como tal, passível de controle direto pelos *managers* das gigantes empresas oligopolistas do setor. Aparentado nesse aspecto à eletricidade, a fluidez do petróleo o faz escapar das estratégias de sabotagem aplicáveis ao carvão:

> Enquanto o movimento do carvão tendia a seguir redes dendríticas, com ramificações a cada extremidade mas com um único canal principal, criando pontos de estrangulamento potenciais em várias junções, o petróleo fluía por redes que, em geral, possuíam as propriedades de uma grade, como uma rede elétrica, onde há mais de um caminho possível, e o fluxo de energia pode mudar para evitar bloqueios ou superar avarias[210].

Na hora da verdade do desmonte do *Welfare* conquistado ainda no auge do poder político carbonífero, a estratégia clássica da greve geral mostrou-se bem menos efetiva - como atestado pelo duelo entre os mineiros (ou dockers?) ingleses e a

[209] Robert Vitalis, *America's Kingdom: Mythmaking on the Saudi Oil Frontier* (2006)
[210] Timothy Mitchell, *Carbon Democracy* (2011), p. 38

donzelo de ferro Tatcher. Nesta altura do campeonato, o modelo de governo da população operária conhecido como *industrial relations,* nascido aliás como reação ao sindicalismo do setor petrolífero americano, já se mostrara antídoto eficaz ao poder unificador da consciência de classe lastreada pelo poder real de paralisação do fluxo de energia. Donde conclui-se que *há medida certa* para o *quantum* de energia compatível com modos de sociabilidade concretizadores do ideal de emancipação humana: energia de menos (e a baixa produtividade que lhe é correlata) aprisiona os dominados num ciclo de miséria material e espiritual sem fim; energia demais confere aos dominantes instrumentos talvez inescapáveis de cerceamento e coerção. Obviamente, a qualidade específica de cada fonte de energia irá determinar as possibilidades políticas por elas abertas e fechadas.

Esta ideia da existência de um nível ótimo de energia *per capita* para a realização da igualdade política foi desenvolvida em 1973 por Ivan Illich no texto *Energia e Eqüidade.* Em suas palavras:

> Sustento que não é possível alcançar um estado social baseado na noção de equidade e simultaneamente aumentar a energia mecânica disponível, a não ser sob a condição de que o consumo de energia por pessoa se mantenha dentro de limites. (...) Um povo pode escolher entre uma droga substitutiva, como a metadona, e uma desintoxicação realizada por vontade própria no isolamento, mas não pode aspirar simultaneamente à evolução de sua liberdade e convívio por um lado, e a uma tecnologia de alta energia por outro[211].

Determinismo tecnológico? Embora não fale diretamente em entropia, a demonstração dessa sua tese envolve a ideia de que "a incorporação de algo acima de certo quantum de energia por unidade de produto industrial inevitavelmente tem efeitos destruidores, tanto no ambiente sócio-político quanto no biofísico[212]". Tal destruição decorre da alienação inerente à racionalidade instrumental que conforma tecnologia e sociedade industriais:

> No desenvolvimento de uma sociedade moderna existe um momento em que o uso de energia ambiental excede por um determinado múltiplo o total de energia metabólica humana disponível. Uma vez ultrapassada essa quota de alerta, inevitavelmente os indivíduos e grupos de base têm que abdicar progressivamente do controle sobre seu futuro e submeter-se cada vez mais a uma tecnocracia regida pela lógica de seus instrumentos[213].

---

[211] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], *in:* Ned Ludd (org.) *Apocalipse Motorizado: a tirania do automóvel em um planeta poluído* (2004), pp. 37-8
[212] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 35
[213] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 38.

Illich propõe demonstrar sua tese pela análise do transporte que, no mundo industrial, é via de regra transporte motorizado: carros, motos, trens e ônibus. Quais as consequências da generalização de tal insanidade para as relações sociais e políticas? Muito diferentes da ideia ingênua de que quanto maior a velocidade mais rápido se chega aonde quer que se queira. Em primeiro lugar, o transporte, por seguir vias restritas - ruas asfaltadas, trilhos de trem, rotas de ônibus - diminui a liberdade de trajeto e empobrece a experiência vivida durante o trânsito. Ao contrário do caminhante, que "transforma o espaço geográfico em um lar[214]" em virtude de sua liberdade de parada para contemplação e para prosa com os demais transeuntes, de escolha das rotas, de ditar o ritmo da viagem, o motorista é escravo de seu automóvel, tendo que resolver cotidianamente o problema de onde estacionar a tonelada de aço que arrasta consigo (duas se for um automóvel to tipo SUV), enquanto o usuário de ônibus e trem vê seu ritmo vital refém dos horários alheios às suas necessidades, noves fora as panes constantes a que os tomadores de metrô em São Paulo aparentemente cordatamente já se acostumaram. O corolário da motorização do transporte é a criação de um ambiente hostil e fora da escala humana nas cidades, esquadrinhadas por ruas de asfalto impermeável propícias à inundação, entremeadas de vias de múltiplas faixas e linhas de trem impossíveis de se cruzar a pé, e horrorizada por túneis e viadutos que amplificam a cacofonia para níveis ensurdecedores.

Em segundo lugar, o transporte motorizado produz desigualdade entre os transeuntes. O aumento da velocidade não vale para todos. Além dos óbvios e inevitáveis engarrafamentos - este que vos escreve também gastou meia hora para, habilmente evitando as vias congestionada pelos caminhos de rato dos bairros residenciais, galgar míseros cinco quilômetros até a biblioteca - a possibilidade de cruzar vastas distâncias em pouco tempo na prática converte-se na obrigatoriedade de vencer, diariamente, vastos quilômetros, enquanto alguns poucos andam de helicóptero ou, mais simplesmente, moram nos caríssimos bairros onde se faz tudo a pé. Segundo estatísticas da época (anos 70),

> Nos Estados Unidos da América 80% do tempo consumido na circulação concerne às pessoas que se movem entre sua casa, o local de trabalho e o supermercado. E 80% da quilometragem dessa circulação refere-se a congressos e viagens de férias e de negócios de 1,5% da população. (...) Um terço da população adulta tem que fazer 40 km por dia entre casa, escola, trabalho e supermercado para que 0,5% possa escolher viajar de avião mais de uma vez por ano[215].

[214] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 48.
[215] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 44.

Uma terceira consequência da nada avançada tecnologia industrial de transporte é a ineficácia: sob a justificativa ideológica de ganhar tempo, perde-se-o numa escala inédita na história humana:

> O americano típico consagra mais de 1.600 horas por ano ao seu automóvel: sentado dentro dele, andando ou parado, trabalhando para pagá-lo ou para pagar a gasolina, os pneus, o pedágio, o seguro, as multas e os impostos. (...) Consagra a ele quatro horas por dia, nas quais se serve dele, se ocupa dele ou trabalha para ele. (...) Essas 1.600 horas, que são uma estimativa mínima, lhe servem para fazer 10.000 km de caminho, ou seja, 6 km em uma hora. É exatamente o mesmo que alcançam as pessoas nos países que não possuem indústria de transporte. Porém, enquanto o americano destina à circulação 25% do tempo social disponível, nas sociedades não motorizadas são destinados a esse fim 3 a 8% do tempo social[216].

Este estado de coisas na circulação de pessoas é decorrência do ultrapassamento, pelo emprego desmesurado de energia, da "velocidade crítica", isto é, o "valor natural máximo para as velocidades dos veículos, como condição para o trânsito ótimo[217]". Que tal coisa exista, argumenta o autor, não é nenhuma ingenuidade naturalista; assim como o automobilismo nos faz ver a inépcia máxima em termos de deslocamento eficaz, dois outros veículos demonstram a existência de velocidades ótimas para se promover a democracia na circulação. O corpo humano é dos veículos naturais um dos mais eficazes; consome apenas 0,75 calorias por grama para percorrer um quilômetro em dez minutos, perdendo apenas para o tubarão e o cachorro - um veículo motorizado consome ao menos quatro vezes mais. Dos veículos artificiais até hoje inventados, a bicicleta é supra-sumo da tecnologia dos transportes: este recente objeto de ódio por boa parte dos paulistanos permite ao ciclista gastar cinco vezes menos calorias que o pedestre, à velocidade três ou quatro vezes maior. Também ocupa muito menos espaço e permite um fluxo de massa assombroso:

> Para que 40 mil pessoas possam cruzar uma ponte em uma hora movendo-se a 25 km/h, é preciso que ela tenha 138 metros de largura se as pessoas viajam de carro, 38 metros se viajam de ônibus e 20 metros se viajam a pé. Por outro lado, se vão de bicicleta, a ponte necessita ter apenas 10 metros de largura. Somente um sistema hipermoderno de trens rápidos, a 100 km/h e com saídas a cada 30 segundos, poderia passar essa quantidade de gente por uma ponte semelhante em igual tempo[218].

A velocidade natural ótima para a sociabilidade igualitária na circulação de pessoas existe: é de 25 km/h, a velocidade média do ciclista. Deste estudo de caso,

[216] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], pp. 45-6
[217] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 62
[218] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 63

Illich pretende principiar a demonstrar sua ideia geral de que "existe em cada sociedade concreta um 'nível de energia de rendimento mecânico' dentro do qual pode funcionar de maneira ótima um sistema político participativo[219]". Tal nível ótimo está relacionado com o controle sobre os efeitos do uso da energia. No caso por ele analisado, fica patente que, "enquanto a bicicleta permite a cada um controlar o gasto de sua própria energia, o veículo a motor inevitavelmente torna os usuários rivais entre si pela energia, pelo espaço, e pelo tempo[220]", criando escassez e desigualdade. Níveis ótimos de energia *per capita* também poderiam ser encontrados para a habitação e a agricultura mecanizada, segundo Illich. É da própria essência da energia - ser um poder de transformação - que decorre a necessidade de, numa sociedade igualitária, se viver dentro das margens dadas pelos níveis ótimos de energia *per capita*.

À luz das descobertas de Illich e Mitchell, é possível avaliar a certeza de Saral Sarkar de que somente um Estado centralizador poderia evitar a catástrofe e nos conduzir em segurança para o ecossocialismo. A noção de quantum de energia ótimo permite concluir que a ideia, algo herética, de um socialismo sem forças produtivas de figura industrial avançada, seria não apenas plausível, mas até mesmo mais adequada ao seu conceito. Pois embora seja fato a existência de um quantum de energia mínimo para que seja possível a emancipação concreta do homem, não há proporcionalidade entre energia e liberdade; o industrialismo não carrega em si os germes da emancipação, mas os da dominação pelos controladores do fluxo de energia. A história da formação e dissolução da democracia do carbono confirma esta tese, ao demonstrar que o conflito social central da época industrial, a luta de classes, teve como dimensão essencial a disputa pelo controle do fluxo de energia, e que a balança pendeu para o lado dos trabalhadores enquanto houve um certo limite quantitativo (embora elevado) e porque as características do carvão, aliadas à tecnologia da época, puseram este fluxo nas mãos de massas de trabalhadores, tombando rapidamente para o outro lado assim que tal limite quantitativo foi ultrapassado e a necessidade de trabalho humano diminuiu enormemente. Logo, o retorno ao uso "intensivo" de mão-de-obra e a possível descentralização do fluxo de energia no processo de decrescimento econômico indicam que a balança que mede o controle sobre o fluxo de energia pode pender novamente para o lado dos trabalhadores, e com ela o poder político efetivo. Ora, nestas circunstâncias, por que somente a complexidade de um Estado "total" poderia controlar ordenadamente o decrescimento? Muito pelo contrário, em termos teóricos é mais plausível o cenário contrário, já que a descentralização energética - aí inclusa a do trabalho humano - instauraria um sistema esparso de considerável complexidade, pois seriam necessários

[219] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 42
[220] Ivan Illich, *Energia e Equidade* [1974], p. 64

recursos e organização de monta para dar conta de controlar os diversos subsistemas dotados de alto grau de autonomia que o comporiam. Faz mais sentido imaginar que, no caso hipotético do processo de decrescimento e descentralização do trabalho e da produção de energia, cada "comuna", isto é, cada região geográfica mais ou menos autônoma em termos da reprodução material de sua própria existência, terá também razoável poder político, potencial ou efetivo, para decidir por contra própria seu futuro. Na mesma toada, o Estado, em processo de perda de arrecadação, com dificuldades crescentes de controlar todo o seu território, com funcionários descontentes e mal-pagos, tendo de lidar com regiões secessionistas, e assim por diante, teria antes seu poder diminuído, e talvez não pudesse controlar tal processo mesmo que tivesse apoio político para tanto. Em seu realismo, Sarkar partilha do senso comum apocalíptico-hobbesiano de nossa época; seu erro está em pressupor a tendência ao caos quando do processo de contração. Se se tiver em conta que, concretamente, este processo, mesmo se for experimentado como uma terrível recessão sem fim - outro provável erro, já que faz mais sentido imaginar que ele será um "processo catabólico" marcado por ciclos descendentes - será coetâneo ao processo de invenção duma matriz energética solar renovável (mantenhamos por um instante o otimismo de que a humanidade só se coloca problemas que pode resolver), então o foco da disputa política ecossocialista muda da imposição de igualdade abstrata pelo Estado para o aproveitamento da capacidade das novas forças produtivas de orientar as relações sociais numa direção igualitária, e vice-versa, isto é, para a apropriação das novas tecnologias por trabalhadores novamente dotados, pela sua posição no processo de produção cada vez mais descentralizado, de poder político efetivo.

4

A necessidade é a mãe da invenção

A existência do limite de produção de energia fóssil impõe um problema sistêmico à civilização industrial capitalista. Seu padrão de resposta a problemas, o aumento de complexidade pelo crescimento econômico via substituição tecnológica de trabalho por máquinas e energia, joga mais lenha na fogueira ao aumentar a fragilidade de sua estrutura. O efeito colateral de duzentos anos de festa, o descarte de entropia nos biomas planetários, amplifica tal fraqueza e demanda por ainda mais energia para ser contido. Este desafio sistêmico é uma hidra; como cada problema decapitado dá origem a dois novos, não há solução no interior do sistema industrial de reprodução da vida humana.

Contudo, os elementos do próximo modo de vida já se encontram teoricamente prefigurados. Seu ponto de devir não se localiza na dinâmica da acumulação capitalista nem nos mecanismos do Estado-nação, mas em bolsões de experimentação técnico-social semi-independentes. Seu grau de complexidade destoa das coordenadas do sistema atual por lastrear-se na simplicidade e em poucas inter-relações com o que está distante. Seu poder de organização social advém não da capacidade de mobilização das engrenagens do sistema vigente, mas da criação de pequenas máquinas próprias, semi-autônomas, instauradoras duma lógica de (re)produção distinta da pautada pelo Capital e seu correlato, o trabalho assalariado. Seria possível encontrar na realidade exemplos de ações humanas segundo tais princípios teoricamente deduzidos?

Talvez sim. Desnecessário dizer que uma resposta adequada a tal questão envolveria um estudo profundo e de fôlego, certamente empírico; o que não nos impede de buscar ilustrações exemplares.

Sí, se puede!

Sonhas com o colapso, o fim brusco da civilização industrial - doce vingança! -, com a sangria do fluido primordial que nos sustenta, com o desespero de milhões de desmoronados? *Vai pra Cuba!* Ou melhor, perdestes a chance de ir para Cuba quando algo do tipo realmente ocorreu. Nos anos 1990, o corte abrupto do

fornecimento de petróleo subsidiado pela ex-União Soviética em colapso (literal[221]) deixou a população cubana passando fome, e a resposta foi um experimento pós-industrial e ecossocialista: a adoção da agricultura orgânica urbana em grande escala.

Como país afiliado ao socialista real de modelo soviético, Cuba adotou agricultura industrial de larga escala; em 1963, as propriedades rurais com mais de 67 hectares foram estatizadas, somando 70% das terras e 80% da produção de açúcar. O Estado inicia então o processo de mecanização da lavoura, pilar do comércio exterior cubano: o açúcar era vendido aos países do Bloco Soviético com sobrepreço médio de 540%, de onde petróleo, máquinas, fertilizantes, pesticidas, gasolina e alimentos eram importados. Em 1985, 53% das terras produziam para exportação, e 44% para o mercado interno; algo entre 57 a 80% das proteínas e 50 a 57% das calorias consumidas pelos cubanos provinham de importações - isso sem contar os combustíveis, tratores, fertilizantes, pesticidas e rações animais importados do qual dependia a produção doméstica. Quando o socialismo real se desintegra entre 1989 e 1992, o caos que se segue reduz drasticamente a disponibilidade de produtos exportáveis para Cuba. Em apenas 3 anos, o país perde 47% de seu suprimento de óleo diesel, entre 53% e 75% do de petróleo, 77% dos fertilizantes, 63% dos pesticidas, 72% das rações animais e 47% da energia elétrica. A importação de comida reduz-se pela metade[222]. Resultado? Os cubanos ficaram magrinhos, magrinhos... O sistema de racionamento alimentar, vigente desde 1962, principal forma de aquisição de alimentos da população, teve que ser apertado, sendo reduzido pela metade[223] ou até mesmo, segundo alguns, para ⅕ do nível de consumo anterior[224]. Enquanto emagreciam em média 9,5 quilos[225], os cubanos tiveram que se virar como podiam; a solução, para muitos, foi recorrer à velha arte da agricultura. Embora não se trate de algo sem precedentes - os *victory gardens* ingleses chegaram a produzir, durante a Segunda Guerra, 10% dos alimentos do país em apenas 1% das terras agricultáveis[226] - o modo cubano de lidar com esta crise importa por apontar para a factibilidade de um sistema agrícola urbano não-industrial.

Premida pela necessidade, a população rapidamente transformou terrenos baldios e quintais em hortas e pequenas fazendas, inclusive com criação de animais

---

[221] Dmitry Orlov, *Reinventing Collapse: the soviet experience and american prospects* (2008); Stephen Kotkin, *Armageddon Averted: the soviet collapse 1970-2000* (2003)

[222] Julia Wright, *Sustainable Agriculture and Food Security in an Era of Oil Scarcity: lessons from Cuba* (2009), pp. 54-68

[223] "Provisões adquiridas nos mercados que aceitavam cupons de racionamento, localizados em todos os bairros, antes cobriram as necessidades alimentares básicas adequadamente, mas agora eles satisfaziam apenas 55% das necessidades nutricionais de um indíviduo". Adriana Premat, *Sowing Change: the making of Havana's urban agriculture* (2012), p. 54

[224] Documentário *The Power of Community: how Cuba survived peak oil* (2006), direção de Faith Morgan.

[225] Documentário *The Power of Community* (2006).

[226] achar essa maldita citação...

como porcos, galinhas e coelhos. Por tentativa e erro, já que o cultivo é um saber desconhecido da maioria dos habitantes urbanos, foi possível debelar a fome; em 1995 esse sistema de produção espontâneo e improvisado já supria 30% das necessidades locais. Ao mesmo tempo, o Estado, ciente da situação de ameaça existencial, agiu tomando uma série de medidas, como o relaxamento dos controles sobre a produção e o comércio privados e a outorga de terras a moradores urbanos para cultivo[227]. O principal, contudo, foi a existência prévia, entre os agrônomos cubanos, de experimentos com agricultura orgânica, que serviram como base para a sinergia entre a agricultura popular espontânea e os esforços produtivos estatais.

Durante os anos 1980, a agricultura industrial cubana sofreu nítida perda de produtividade. A desmotivação advinda do uso de trabalho assalariado abstrato rural e os efeitos entrópicos da industrialização do campo - destruição do solo por aragem e herbicidas em excesso; ausência de rotação, intercalação e rotação de culturas; compactação do solo pelo uso constante de máquinas pesadas; acidificação e salinização - conduziram a uma situação em que apenas um quarto das terras eram alta ou mesmo medianamente produtivas[228]. Cientes deste cenário, alguns agrônomos cubanos começaram a experimentar com a agricultura orgânica, a agricultura biológica e a agroecologia em busca de melhores resultados. A primeira destas abordagens busca a substituição de fertilizantes por compostos naturais e bane o uso de agrotóxicos. O pilar desta prática é a *reciclagem de entropia:* rejeitos orgânicos são transformados em matérias-primas, substituindo os insumos derivados de petróleo, transformando um processo linear num circular, com nível de produção comparável ao da agricultura industrial mecanizada, embora empregue mais trabalho humano. Uma técnica deste tipo, que pode ser realizada até mesmo dentro de um apartamento, é a compostagem. Tome um recipiente apropriado, como uma caixa plástica, com um pouco de serragem ou de terra. Preencha-a aos poucos com lixo orgânico como restos de comida, intercalado com folhas secas, e dê uma mexida todo mês para melhor homogeneidade, acelerando o processo de decomposição. O resultado será um fertilizante natural poderoso. A agricultura biológica, surgida nos anos 1930 e difundida nos 1960, além da percepção de que o solo é algo vivo, e não uma esponja para absorver fertilizantes minerais sintéticos, introduz a ideia do controle biológico das pragas. E a agroecologia surge nos anos 1970 como uma ciência da agricultura baseada no conhecimento ecológico; oposta à agronomia, baseada em insumos e venenos introduzidos de fora, ela pensa a agricultura como controle de um agro-sistema calcado em ciclos geo-biológicos naturais[229].

---

[227] Julia Wright, *Sustainable Agriculture and Food Security in an Era of Oil Scarcity* (2009), pp. 82-3
[228] Sinan Koont, *Sustainable Urban Agriculture in Cuba* (2011), p. 22.
[229] Renato Linhares de Assis, *Agricultura Orgânica e Agroecologia: questões conceituais e processos de conversão* (2005); Miguel Altieri, *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável* (1998).

Cientes da emergente ciência da agricultura sustentável, alguns agrônomos cubanos criam em 1987 a ONG *Associación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF)*, afiliada ao Ministério da Agricultura, para tratar desses assuntos. Neste mesmo ano, a engenheira agrônoma Ana Luiza Pérez consegue, por intermédio do então Ministro da Defesa Raúl Castro, financiamento e espaço numa base militar para ampliar seus experimentos com agricultura sustentável, criando um *organopónico* - um sistema de cultivo em tubos preenchidos com terra e adubo orgânico de compostagem. Em 1991, no auge da crise alimentícia, reconhecida como o maior desafio do país durante o quarto Congresso do Partido Comunista Cubano, o primeiro organopônico não-militar é instalado em Havana, sob direção do general Sio Wong[230]. Em 1993, chega um time de permaculturistas australianos; a permacultura, contração de cultura permanente, é um sistema agrícola baseado na construção de biossistemas artificiais inteiros, com plantas perenes, produzindo alimentos e matérias-primas (como madeira). Daí em diante, organizações da sociedade civil e órgãos estatais se multiplicam: Grupo de Agricultura Urbana, Fundação António Nunez Jimenez da Natureza e do Homem, Departamento de Agricultura Urbana do Ministério da Agricultura, etc. *Sí, se puede!*: o lema oficial do esforço de cultivo urbano, lançado num discurso de Raúl Castro em 1994, cai na boca do povo e apela contra o senso comum de que apenas a monocultura poderia fornecer alimentos, e vira uma espécie de mantra contra os infortúnios da virtude da agricultura industrial.

Esta mixórdia de iniciativas oficiais e populares dá origem a um sistema agrícola diversificado. De um lado, continuam as fazendas monocultoras estatais visando a exportação, sobretudo de açúcar e tabaco; de outro, a agricultura sustentável, dividida em dois tipos de empresas: as estatais e as privadas. As primeiras destas consistem dos já mencionados *Organopónicos Populares* e de *Huertos Intensivos*, direcionados à comercialização da produção; as segundas são as *parcelas* e os *patios.* As parcelas não são exatamente privadas, mas terrenos públicos cedidos em usufruto; trata-se em geral do reconhecimento oficial de terrenos baldios que foram, no auge da crise, limpos e cultivados por habitantes locais. Já os pátios são quintais de casas transformados em hortas e micro-fazendas urbanas. A produção dos pátios e das parcelas é privada e geralmente consumida pela família produtora[231]. A transformação material brusca experimentada pelos cubanos invoca um cenário colapsista digno dos melhores livros alarmistas americanos - porém, aparentemente, com um final feliz. Nas palavras de León Vega, funcionário do Ministério da Agricultura, no ano de 2001:

---

[230] Sinan Koont, *Sustainable Urban Agriculture in Cuba* (2011), pp. 21ss

[231] Adriana Premat, *Sowing Change: the making of Havana's urban agriculture* (2012), p. 4

> Nós treinamos 200.000 bois [numa tentativa de adaptar-se à importação reduzida de gasolina]. Acho que somos o único país hoje em dia a ter uma escola de boiadeiros. Nós tínhamos 90.000 tratores no país... Tivemos que abandonar [este] caminho.... Do bloco socialista, comprávamos um milhão de toneladas de fertilizante; duas mil toneladas de ração; todos os tratores que fossem necessários; e a coisa mais importante: petróleo. Tudo isso desapareceria em um ano e meio... Em 1989, nós costumávamos gastar 274 quilos de fertilizante para cada tonelada produzida; agora obtemos o mesmo com 29 quilos. Costumávamos produzir uma tonelada com 4,2 quilos de pesticida, e agora o fazemos com 1,1 quilo, com o auxílio de produtos biológicos, combinados com gestão holística de pestes[232].

Contudo, a "transição agroecológica" cubana permanece ainda uma promessa: 25 anos depois, dos 7 milhões de hectares de terras agricultáveis cubanas, apenas meio milhão é cultivado agroecologicamente, o restante sendo dedicado a produtos de exportação, basicamente tabaco e açúcar[233]. A etnógrafa argentina radicada no Canadá Adriana Premat ilustra bem em seu livro *Semeando Mudanças*[234] as tensões imanentes ao experimento técnico-social cubano. Focando sua pesquisa nos *parceleros* e cultivadores de quintais, ela revela como a burocracia estatal, temendo perda de seu poder centralizado, freia na prática a transição agroecológica que apoia discursivamente, atrapalhando até mesmo os esforços destes pequenos agricultores privados. Personagens como Pedro, entusiasta da revolução na juventude que hoje passa seus dias pintando telas de caveiras e meditando em seu quintal cultivado; o mecânico Roberto, criador de galinhas e coelhos na laje de sua casa, cioso do falatório dos vizinhos sobre suas compras de ração no mercado negro e temeroso dos possíveis ladrões de galinha; Román, que por pouco não tem sua *parcela* no centro histórico de Havana transformada em hotel para turistas; Jorge e María, que, imaginando que abrir sua *parcela* para visitação de crianças escolares lhes resultaria em possibilidade de reformas e aprimoramento, perdem pouco a pouco o controle sobre sua horta para uma ONG; e Rafael, um militante permaculturista ressentido com o reconhecimento quase nulo de seus esforços enquanto vive na penúria, sinalizam o clima hostil velado que bruma sobre o desejo de autonomia produtiva destas pessoas. Às vezes o poder alheio se desvela, como no encontro de empregados de lojas de implementos agrícolas de 2002, quando Eugenio Fuster, presidente do Departamento de Agricultura Urbana de Havana, força um ritual de autocrítica sobre várias autoridades menores presentes, acusando-os de venda ilegal de mercadorias e desejo de restauração da propriedade privada. Ou no relatório de 1996, emanado de algum escritório político e lido publicamente por Raúl Castro, onde o *cuentapropismo*

[232] Adriana Premat, *Sowing Change* (2012), p. 17
[233] Pablo Servigne & Christian Araud, "La transition inachevée: Cuba et l'après-petróle" (2012), p. 5, Revista *Barricade*, www.barricade.be (aceeso em 1 março 2016)
[234] Adriana Premat, *Sowing Change: the making of Havana's urban agriculture* (2012)

dos pequenos agricultores urbanos se transforma em abertura à subversão inimiga externa e planteio da "semente de uma burguesia local, que cedo ou tarde servirá à contra-revolução[235]".

Imersa na microfísica do poder, mesmo com o apoio da ideologia oficial, a agricultura ecológica urbana cubana vive o desafio inevitável das experiências ecossocialistas: encontrar uma forma política de controle da interação com nossos modos de produção e segurança em desintegração que permita a preservação e a ampliação dos avanços tecnológicos e organizativos conquistados.

Movimento *Cidades em Transição*

Criado em 2006 pelo permaculturista inglês Rob Hopkins ao descobrir a existência do pico do petróleo, este movimento social busca criar cidades capazes de resistir aos choques vindouros. Apostando que a escala de ação eficaz encontra-se além da limitação do indivíduo e aquém do gigantismo do Estado, o movimento busca alterar a forma de vida em cidades pequenas, dotando-as de *resiliência*. Este termo, que na física designa a capacidade de resistir a deformações e preservar a forma original - uma bola de tênis é um objeto bastante resiliente - põe como ideal um arranjo produtivo calcado em pequenas indústrias locais, sistemas agroecológicos, e pouco uso de energia. Conforme já comentado anteriormente, a localização das atividades produtivas, a produção local de energia e de comida independente de insumos químicos, o emprego de trabalho humano autóctone, e assim por diante, reduzem a complexidade do sistema metabólico-social, mitigando na mesma toada sua fragilidade inerente. A lição dos teóricos do pico do petróleo e dos teóricos da complexidade tecno-social é aqui aprendida e posta para trabalhar. Em seu didatismo panfletário, Rob Hopkins apela ao que chama de "metáfora do bolo[236]". Antigamente, o bolo de sobremesa era produzido em nossa própria cidade, e apenas cobertura importada de alhures; hoje, na era da globalização, o bolo inteiro chega de contêiner, e a padaria local fabrica apenas a cobertura. O exemplo é bobo de tão óbvio, e por isso mesmo comunica com redundância a mensagem: se nossos avós não tinham muito o que se preocupar com a chance de por algum motivo o caminhão deixar de fazer as entregas, hoje nos encontramos reféns da ansiedade de saber que não se pode viver apenas de calda de chocolate...

Mas como transformar uma cidade totalmente dependente de óleo diesel, gasolina, grandes conglomerados multinacionais, e energia elétrica gerada a quilômetros de distância numa comunidade quase auto-sustentável? Rob Hopkins dá

---

[235] Adriana Premat, *Sowing Change* (2012), p 48

[236] Rob Hopkins, *The Transition Handbook: from oil dependency to local resilience* (2008), disponível em http://www.cs.toronto.edu/~sme/CSC2600/transition-handbook.pdf (acesso em 7 de março de 2016)

uma resposta original a esta pergunta. Ao contrário dos movimentos ambientalistas, que procuram amedrontar a população com visões cataclísmicas do futuro, apostando que isso há de conduzi-la à ação, os militantes pela transição se esforçam por imaginar *um futuro melhor do que o presente*. Partindo da história e das filigranas do cotidiano local, constroem uma narrativa de um futuro possível que transforma o apuro da escassez de energia e os eventos climáticos extremos vindouros em trampolim para um modo de vida mais conforme os ritmos naturais, com trabalho dotado de sentido para cada um, e com relações econômicas e pessoais que, ocorrendo numa escala humana, criam um senso de comunidade. Desejar o futuro, ao invés de temê-lo.

Essa visão do futuro é transformada em meta pela elaboração de um *Energy Descent Action Plan* - um plano de ação para a implementação voluntária de uma economia que utilize bem menos energia, antes que tal coisa se imponha dolorosamente pela ultrapassagem do pico de energia fóssil. Por exemplo, o plano para 2030 da cidade inglesa de Totnes (8.000 habitantes) ambiciona atingir suficiência alimentar de 80% por meio da permacultura, com dispersão dos rebanhos em micro-fazendas, redução do número de animais criados, transformação de resíduos humanos em adubos e sobras de alimentos em ração animal, substituição de ração importada por pastagens, conversão de estacionamentos e demais terrenos urbanos inúteis em fazendas urbanas, cultivo de pomares, plantio de fibras para produção local de tecidos, produção local de leite e laticínios, e criação de cavalos para transporte ou produção local de biodiesel. Pretende-se reduzir o consumo de energia em 50%, e gerar metade da energia ainda consumida a partir de fontes renováveis, por geração individual (painéis solares residenciais, micro-turbinas eólicas) e, em maior escala, numa empresa pública municipal (grandes turbinas eólicas, hidroeletricidade, energia das marés). Planeja-se reduzir o flagelo do automóvel pelo emprego massivo de bicicletas, ônibus e trens, ajudados por limites de velocidade severos e substituição do carro individual pelo compartilhado. No setor habitacional e construtivo, a prioridade são as tecnologias passivas de conforto térmico, o emprego de materiais construtivos locais e de técnicas construtivas de baixa energia, como a bioconstrução, e o urbanismo de escala humana. A criação de uma moeda local - como a Palma brasileira[237] - a libra de Totnes, garante que parte do valor gerado localmente não seja vampirizado pelo sistema financeiro; a meta é que, em 2030, 80% da moeda fique na própria cidade. O plano também comporta iniciativas culturais, educativas e de produção de solidariedade social[238].

---

[237] http://www.institutobancopalmas.org/ (acesso em 7 de março de 2016)

[238] Transition Town Totnes, *Totnes in Action - Totnes and District 2030: an energy descent action plan* (2010), disponível em http://www.transitiontowntotnes.org/groups/building-and-housing/energy-descent-action-plan/ (acesso em 7 março de 2016)

Mas nem tudo são flores. Pensado a partir da realidade de pequenas cidades inglesas mais ou menos igualitárias, a ignorância da divisão social em classes coloca dúvidas sobre a radicalidade do movimento. Embora seu objetivo não seja o igualitarismo, mas a resiliência, esta, na medida em que depende de relações econômicas e sociais locais fortes, parece enfraquecer-se diante de desigualdades econômico-sociais gigantes como as que marcam sociedades como a brasileira, a americana, a chinesa, a indiana… O braço brasileiro do movimento de transição parece confirmar essa suspeita - e no processo macular a rósea auto-imagem da sede. O *showcase* Brasilândia em Transição, *the first transition favela,* laudado pelo pai-fundador como confirmação da pertinência global do movimento de transição[239], aparentemente não se diferencia do ONGuismo que entre nós viceja. Sem nunca mencionar o pico do petróleo e desenfatizando a profundidade da mudança em nosso modo de vida implicada numa transição autêntica[240], as filiais brasileiras parecem contentar-se com a captura do potencial disruptivo e de organização alternativa pela lógica neoliberal da gestão da barbárie pelo ativismo ONGuista. Assim, numa entrevista para a Tevê dos Trabalhadores (TVT):

> Entrevistadora: E essa transformação [proposta pelo movimento de transição], ela passa por ecologia, por economia...
>
> Isabela Maria Gomez de Menezes (arquiteta, articuladora da rede nacional transition towns Brasil): [Ela] passa por qualquer assunto que seja importante para a sua comunidade. Então, por exemplo, o meu transition, onde eu moro, o Transition Granja Viana [comunidade fechada de classe média alta da Grande São Paulo], o quê que é importante para a gente: consumo de [alimentos] orgânicos e locais, fazer com que as pessoas mudem o seu título de eleitor para onde elas moram, para elas exercerem a sua cidadania ali (...) Da mesma maneira, o quê que é importante para a Brasilândia, mexer com lixo, mexer com negócios sociais, mexer com arte e cultura (...)
>
> Entrevistadora: então é por isso que ele pode ser implantado tanto em bairros, por exemplo, bairros de classe alta, classe média alta, quanto em bairros mais carentes, como é o caso da Vila Brasilândia?
>
> Isabela: Exatamente. O desejo de transição não é se você é rico ou pobre; [diz respeito a] qual é o desenho que a gente quer ter para a nossa comunidade[241].

---

[239] Rob Hopkins, *The Transition Companion: making your community more resilient in uncertain times* (2011), p. 11; p. 186-7

[240] http://transitionbrasil.ning.com/ ; http://movimentoconviva.com.br/transition-towns/ ; http://www.ibest.org.br/ ; https://www.facebook.com/Transitionbrasil/ ; https://www.facebook.com/transitiongv/ (acesso em 7 de março de 2016)

[241] TVT, Programa Pra Você Ver: Brasilândia em Transição (2012), parte 3/3, 09:13 em diante. Canal do YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=WqdNzOQhS6s acesso em 7 de março de 2016.

Seria o movimento de transição o portador de uma nova figura da universalidade, unindo os indivíduos de quaisquer segmentos sociais a partir do desejo de um novo modo de vida resiliente, ocupando assim o lugar antes reservado à classe operária na epopéia da história? Na Brasilândia, as iniciativas de transição, intermediadas pela ONG Fundação Fernando Stickel, consistem da Brasilianas, uma empresa cooperativa de trabalho artesanal feminino com materiais reciclados que produz bolsas, sacolas e *ecobags* para venda no mercado; da Mulheres de Talento, cooperativa que fabrica bolos e doces; numa horta comunitária, aparentemente cultivada segundo métodos tradicionais; do ativismo cultural de Bonga (Donizete Souza), grafiteiro; e da Creche Vila Terezinha, na verdade mantida pela missionária Natalvina Zanela desde 1984, mas que "ganhou reconhecimento internacional com o apoio do movimento transition towns[242]". Estaria a franquia brasileira à frente de seu tempo, apontando o rumo futuro do movimento, ou conseguirão os transicionantes preparar-se para o pior, implementando seus planos de descenso energético até o ano de 2030? Não obstante esse desafio, a boa ideia da invenção de uma visão do futuro permanece como contribuição à era da transição sob estado de emergência em que já principiamos a viver. As iniciativas de transição fazem a ligação entre o acontecimento do pico da energia fóssil, a necessidade de se imaginar um novo modo de vida condizente, e as medidas práticas de construção de aparatos tecnológicos que funcionem não mais segundo o princípio do incremento da produtividade do trabalho pelo uso de máquinas devoradoras de energia, mas de acordo com as diretrizes de poupança de energia e de reciclagem de entropia. A permacultura, a indústria semi-artesanal, as tecnologias de geração de energia renovável, e as técnicas construtivas "alternativas" são os principais sistemas técnicos advogados pelos militantes do movimento pela transição. Contudo, dada a nossa dependência atual do gigantesco sistema da grande indústria capitalista, cabe perguntar: dariam estes sistemas técnicos conta de nos conduzir a uma sociedade autenticamente pós-industrial, ou estaríamos na verdade condenados à dura vida de nossos trisavós? Seria o destino da grande indústria a desaparição? Seria ela, com sua produtividade inigualável, fundamental para a existência de quaisquer sociedades minimamente capazes de ao menos prometer uma vida humana, ou haveria um outro sistema sociotécnico de produção, mesmo apenas em tese, que o substitua sem prejuízo e, quem sabe, até com vantagens?

[242] *Idem, ibidem,* partes 2/3 (https://www.youtube.com/watch?v=WqdNzOQhS6s) e 3/3 (*op. cit.)*. Citação é fala da apresentadora aos 03:24 da parte 3/3.

Low tech

O engenheiro metalúrgico francês Phillippe Bihouix teve a coragem de tentar responder a esta pergunta. Além de ciente do pico do petróleo, o autor é teórico do pico dos metais - sim, este último também existe e está muito mais próximo do que gostaríamos: "as reservas se situam entre 30 e 60 anos para a maioria dos metais [incomuns], e há metais (antimônio, zinco...) cujas reservas são de menos de vinte anos de consumo[243]".

> Também em relação aos metais os avanços tecnológicos permitiram facilitar consideravelmente a exploração, recuperar recursos cada vez menos concentrados ou menos acessíveis e, deste modo, multiplicar as reservas disponíveis. (...)
>
> Contudo, não há praticamente nenhum metal cujo consumo tenha baixado nas últimas décadas, com a exceção notável do chumbo (...). Os metais foram substituídos em numerosas aplicações, por exemplo por matérias plásticas ou materiais compostos, para tornar mais leves as estruturas, mas sem impedir uma explosão da demanda global, que mais do que dobrou nos últimos vinte anos e continua a crescer apesar da crise. (...)
>
> Nós poderíamos nos permitir tensões sobre um ou outro recurso, [sobre a] energia ou [sobre os] metais. Mas o desafio é que nós devemos agora enfrentá-las mais ou menos ao mesmo tempo: mais energia necessária aos metais menos concentrados, mais metais necessários a uma energia menos acessível. O pico do petróleo será, então, provavelmente acompanhado ou seguido de um pico de tudo, um *peak everything*[244].

Tais sinergias nos convencem de que nosso modo de produção e de vida industrial está mesmo com os dias contados. Mas o que dele será preservado e o que será substituído? Bihouix nos alerta para o fato de que a reciclagem, tão frequentemente citada como solução para a escassez de matérias-primas e redutora da entropia, também possui seus limites. Aqui, a existência de materiais irrecicláveis, como os poliuretanos e as embalagens de alimentos e produtos médicos, não é o maior dos problemas. O grau de complexidade dos produtos de ponta torna-os muito pouco recicláveis: como separar as dezenas de metais diferentes no interior de um telefone celular descartado bienalmente? Uma indústria de telefonia

---

[243] Benoît de Guillebon, "Quel futur pour les métaux?", Revista Géologues no. 170, p. 23. Disponível no site da Sociedade Geológica da França, http://www.geosoc.fr/temoignages/cat_view/1-dossiers/20-matieres-minerales/66-tensions-et-contraintes-des-substances-minerales.html acesso em 8 de março de 2016.

[244] Phillipe Bihouix, *L'âge des Low Tech: vers une civilisation techniquement soutenable* (2014), p. 35 (1o. parágrafo citado), p. 36-7 (2o. parágrafo), p. 66-7 (3o. parágrafo). *Peak everything* é o título de um livro de Richard Heinberg, *Peak Everything: waking up to the century of declines* (2007). Infelizmente não tive acesso ao livro de Benoît de Guillebon e Philippe Bihouix, *Quel Futur pour les Métaux? Raréfation des métaux: un nouveau défi pour la société* (2010). Ver também Michael Klare, *The Race for What's Left: the global scramble for the world's last resources* (2012).

celular/computação "sustentável" teria que reprojetar, do zero, todos os seus aparelhos... Além disso, como a reciclagem é sempre feita com perda - eis outra manifestação de nossa velha conhecida lei da entropia - a cada novo ciclo de utilização-reciclagem uma parcela da matéria-prima é irrecuperavelmente perdida. Por exemplo, no caso do níquel, metal facilmente recuperável e bastante caro, utilizado para a fabricação de aço inoxidável, a taxa de reciclagem é de apenas 55%, pois no momento da reciclagem 15% são perdidos por estar por demais incrustado em aço de baixa qualidade, e outros 30% são perdidos no trajeto entre o descarte e a incineração. Ora, em três ciclos de utilização, 80% do níquel originalmente extraído encontrar-se-á irremediavelmente perdido... Imagine-se então o caso de outros "metais pequenos", cuja taxa de recuperação inicial não ultrapassa 25%!. Por fim, há os usos dispersivos de metais, como em pigmentos para tintas; em pesticidas e fertilizantes; em aditivos para vidros e plásticos; usos que são obviamente irrecuperáveis. Hoje utiliza-se nanopartículas de prata - que se saiba, até ontem um metal precioso - em desodorantes, pelas suas propriedades anti-bacterianas[245]... E a reciclagem, embora em si uma excelente ideia, é apenas uma das supostas soluções oferecidas pela *alta tecnologia* que, nos é dito, manterá a civilização industrial intocada diante dos desafios do pico da energia fóssil e dos materiais e das mudanças climáticas globais. Tomemos o caso da nanotecnologia: conforme já esclarecido por Bihouix, tudo que é nano é dispersivo; a produção de nano-ouro, por exemplo, já equivale a 3% da produção mundial total: 500 toneladas por ano jogadas pela janela![246] Ou o caso da bioeconomia: ciente de que o pico da energia fóssil representa um problema existencial para a indústria química, o setor já sonha com um *update* sustentável. As plantas geneticamente modificadas resistiriam, sem tantos herbicidas e pesticidas, às pragas; os biomateriais (cultivo de certas plantas específicas, resíduos de plantas, como o bagaço de cana, sobras de madeira) serviriam de insumo à indústria química, substituindo parte do petróleo e do gás natural; e os biocombustíveis fariam as vezes de uma fração do óleo diesel e da gasolina. Nosso autor propõe um cálculo simples para verificação da factibilidade de tais utopias:

12. necessidade atual da indústria química: 400 milhões de toneladas de "conteúdo carbono": 9% do petróleo, 5% do gás, 0,1 do carvão e 3% da biomassa atualmente produzidos no mundo.
13. produção agrícola mundial (exceto madeiras, frutas e legumes): 12 bilhões de toneladas, sendo 5 bilhões de toneladas de grãos e outros açúcares, e 7 bilhões de toneladas de resíduos. Sendo um terço desta massa constituído por carbono (o resto são oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e etc.), a produção mundial atual de carbono sob forma vegetal é de 4 bilhões de toneladas.

[245] Phillipe Bihouix, *L'âge des Low Tech* (2014), p. 69.
[246] Phillipe Bihouix, *L'âge des Low Tech* (2014), p. 95.

14. pressupondo um rendimento de 50% na fermentação desta matéria-prima vegetal, rendimento estequiométrico de 60%, e rendimento de 70% na sua transformação industrial em biocombustível e biorecursos (para plásticos, etc.), teríamos um pouco mais de 800 milhões de toneladas de carbono.
15. como precisamos comer, seria factível utilizar como matéria-prima apenas o biomaterial produzido com os resíduos agrícolas. Como há mais carbono nos cereais e demais alimentos do que nas palhas, bagaços e demais resíduos, Bihouix calcula em 250 a 300 milhões de toneladas a produção mundial possível de biocarbono a partir de resíduos agrícolas.
16. conclusão: basta *recolher todos os resíduos agrícolas do planeta Terra* e teremos três quartos dos insumos da indústria química global (400 milhões de toneladas de carbono) de origem "sustentável[247]"...

O ponto de Bihouix é portanto o seguinte: ao contrário do que querem nos fazer crer, com seu bombardeio diário, os "engenheiros taumaturgos[248]" e demais profetas da tecnologia, a solução para o dilema da sociedade industrial não se encontra na oposição "novas tecnologias" *versus* "velhas tecnologias", compreendida como corrida na qual a tecnologia melhor ultrapassa a tecnologia pior, mas na alternativa *high tech* x *low tech.* Os princípios da alta tecnologia já nos são intimamente conhecidos: aumento da produtividade do trabalho pelo uso intensivo de máquinas e energia; complexificação crescente do aparato tecnológico; civilização de tecnologias militares, com invenção periódica de novos produtos e novos mercados; utilização crescente de minerais raros; dependência de mão-de-obra ultra-especializada. Também o são seus efeitos: baixíssima resiliência oriunda de sua dependência de suprimento ininterrupto e crescente de minerais, energia e mercadorias produzidas em diversos pontos do globo. Este sistema, nascido da pujança de energia fóssil, só propõe "soluções" já aprendidas, que ampliam ainda mais a complexidade do aparato técnico. A alternativa real situa-se, portanto, não nesta ou naquela tecnologia salvadora específica, ou do "progresso" geral do estado da arte tecnológico, e sim na invenção de outro conjunto sócio-técnico, pautado por uma lógica de desenvolvimento e operação distinta. O nome disto é *baixa tecnologia*.

Os princípios da baixa tecnologia são a durabilidade, a economia de recursos, a reparabilidade, a modularidade e a reciclabilidade. Objetos e, por que não, sistemas produtivos inteiros construídos com materiais simples e localmente produzidos com pouca energia, esta também gerada nas proximidades; feitos de peças simples, padronizadas, e formando módulos recombináveis; de projeto aberto, facilmente reparáveis por mão-de-obra pouco especializada. *Il va de soi* que tais princípios conduzem a um sistema sócio-técnico resiliente, pois substituem a dependência de

[247] Phillipe Bihouix, *L'âge des Low Tech* (2014), pp. 84-91
[248] Expressão de Bihouix.

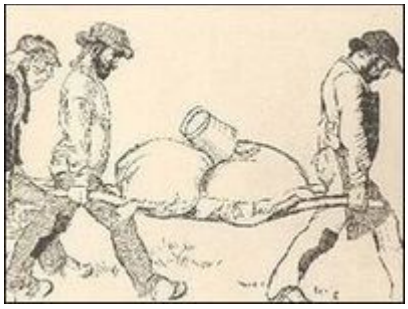
objetos ultra-complexos provenientes de indústrias globais pela simplicidade compreensível quem sabe até para leigos e autodidatas, o que permite que qualquer um "se vire" com o que houver à mão. O termômetro de vidro, feito somente de mercúrio, vidro, e alguns pigmentos para a escala, se manuseado com cuidado dura para sempre, e se estragado é reciclável; o mesmo não pode ser dito dos recentes termômetros digitais, cuja eletrônica, além de desperdiçar miligramas de escassos metais, está condenada a dar pane, após a qual, irreciclável, ele se transformará em lixo. As garrafas de vidro padronizadas reaproveitáveis - como os "cascos" e "engradados" de cerveja que existiram no Brasil até os anos 1990 - são exemplo de padronização de sucesso: podem ser utilizadas para armazenar quaisquer líquidos, só precisam ser recicladas em caso de quebra, e um sistema baseado nelas implicaria na produção e consumo majoritariamente local de sucos, cervejas, vinhos, óleo, leite, água[249]... Isso sem contar a lista dos produtos desnecessários: embalagens plásticas de todo o tipo, corantes artificiais, garrafas PET - esse monstro marinho - , toda a publicidade, boa parte da iluminação artificial, do aquecimento e do ar-condicionado, sacolas descartáveis, máquinas de vender refrigerante, roupas de "tecido" que desfaz em três meses, mobílias duplicadas e triplicadas em boa parte das casas, televisões em todos os bares, padarias, consultórios...

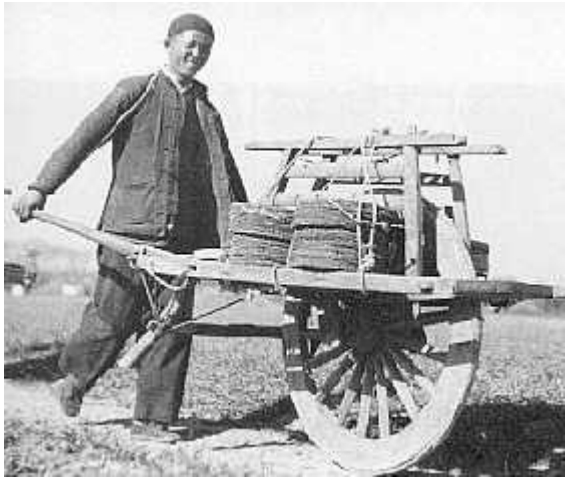
A experimentação tecno-social com as baixas tecnologias já está em andamento. Alguns engenheiros e demais cabeças tecnológicas pioneiras dedicam seus esforços à recuperação de tecnologia eficazes perdidas e invenção de novos aparatos adequados ao futuro que nos aguarda. Dos mais simples objetos abandonados na sarjeta da história aos mais recentes complexos sistemas aspirantes a substituir a grande indústria, a invenção tecnológica verdadeiramente orientada pela busca de solução para nossos problemas ocupa-se de coisas bem diferentes das que circulam pelos prédios refrigerados do Vale do Silício.

Tome-se o caso do carrinho de mão chinês, inventado antes do segundo século depois de Cristo. Os que consideram que a dura sina dos serventes de pedreiro brasileiros (e indianos, filipinos, chineses, vietnamitas, bolivianos, nigerianos, enfim), condenados a carregar no braço toneladas em tijolos, areia e cimento, deve-se exclusivamente à ganância, digo, ao modelo de negócio de nossas construturas, que, preocupadas em capitalizar-se mais pela especulação imobiliária do que por ganhos com mais-valia relativa advindos da inovação tecnológica, estão certamente corretos, e totalmente errados. Pois, ao contrário do carrinho de mão ocidental, que possui uma pequena roda na extremidade posterior, dividindo com o humano que o carrega a carga do peso transportado - seu modelo é a padiola - o carrinho de mão chinês posiciona a roda, bem maior, no centro, apoiando sobre ela todo o peso, e deixando ao carregador apenas o trabalho de condução - o modelo aqui são os animais de

[249] Exemplos de Phillipe Bihouix, *L'âge des Low Tech* (2014), pp. 128-31

carga. Este pequeno grande detalhe permitiu que o carro de mão fosse utilizado na China como meio de transporte de grandes quantidades de mercadorias - um observador ocidental contou, em 1911, 50 carregadores conduzindo velozmente 150 a 200 quilos cada - e até mesmo para o transporte de pessoas[250].



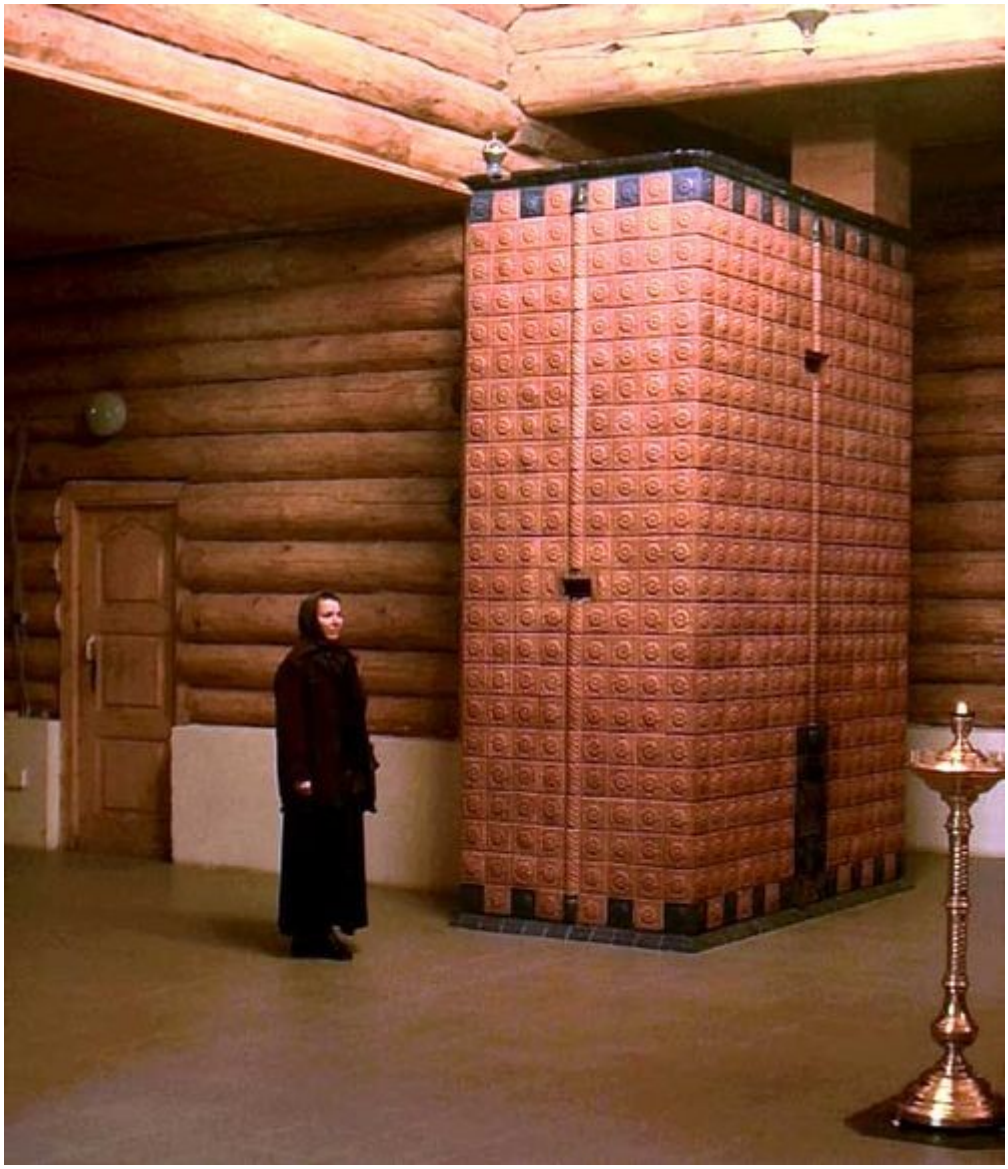


Em países frios, aquecimento é uma necessidade que consome toneladas de energia e de dinheiro. Contudo, há uma antiga tecnologia européia que, ao contrário das lareiras, contumazes devoradoras de madeira, é capaz de aquecer um ambiente utilizando pouquíssima energia. Utilizado há mil anos nos países eslavos e nórdicos, o forno aquecedor[251] (*oven stove*) opera segundo princípios outros que o do aquecimento moderno. Este funciona porque aquece o ar, provocando efeitos colaterais como secura, levantamento de poeira pelo movimento de convecção do ar, e necessidade de manter as janelas sempre fechadas. O forno aquecedor, por sua vez, trabalha com

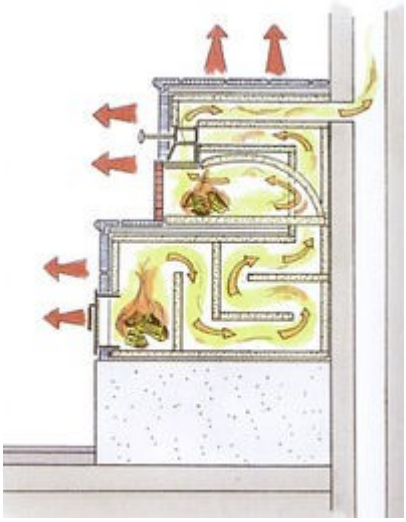
[250] Kris De Decker, "How to downsize a transport network: the chinese wheelbarrow", *in:* Low-Tech Maganize, http://www.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html (acesso 14/03/16)

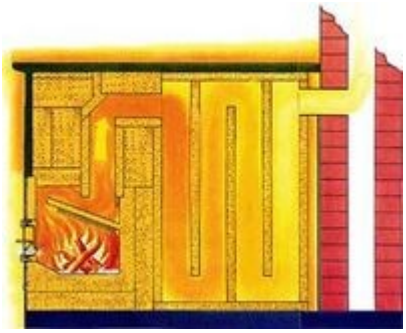
[251] Não pude encontrar tradução para o português, e produzi esta com minha cabeça. Diz-se *kakelugn* em sueco, *pechka* em russo, *kachelöfen* na Alemanha, *steinöfen* na Áustria, e *tulikivi* na Finlândia. Em inglês também se diz *tile oven, brick oven, ceramic stove, masonry heater*, entre outros. Kris De Decker, "Sunbathing in the living room: oven stoves and heat walls", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2008/12/tile-stoves.html (acesso em 14 de março de 2016).

calor radiante: energia infravermelha, comparável à do Sol, que aquece o corpo diretamente. Imagine um quadradão de alvenaria ocupando boa parte de sua sala, algo como quatro paredes dotadas de uma ou duas portinholas por onde colocar lenha (embora nada impeça formas mais malucas...). Eis o forno aquecedor.



Seu segredo está no interior: um labirinto projetado para prender a fumaça o maior tempo possível. Após duas horas, fogo e fumaça terão esquentado o próprio forno que, sendo construído de tijolos, telhas, pedras e materiais que tais, passará a aquecer o ambiente mesmo com as janelas abertas - exatamente como uma parede que, após padecer o dia todo do inclemente sol de verão brasileiro, não somente estará pelando como nos presenteará com uma noite quase inteira de muito calor indesejado.





Ao contrário de lareiras e fogões de metal, este tipo de forno atinge a combustão completa da madeira (1100 a 1200 graus Celsius), o que significa que, no lugar daquela fumaça preta cheia de grandes moléculas de hidrocarbonetos, ela libera quase que somente CO2 e vapor de água (um pouco como as fábricas modernas, com sua fumaça branca), evitando com isso a formação e o acúmulo de creosoto em seu interior, substância inflamável causadora de incêndios em lareiras que não são limpas regularmente. O saldo energético deste processo é quase inacreditável: enquanto

fornos de metal e sistemas de aquecimento central possuem eficiência de conversão energética de 40 a 50% - e as pobres lareiras, de onde o calor escapa facilmente, ficam entre 10 e 15%, os fornos aquecedores de alvenaria atingem de 80 a 90%. Uma única árvore (6 metros cúbicos de madeira) basta para aquecer um cômodo de 60 metros quadrados por um ano inteiro!

Nada é perfeito, obviamente. A irradiação de calor tem dificuldade em atravessar paredes, o que significa que somente o aposento onde o forno estiver instalado se beneficiará - mas isto é contornável pela interligação do interior de algumas paredes com o forno, por exemplo. Outro empecilho está no fato de que o período entre a ignição e o aquecimento é longo - até duas horas - e que o fogo têm que ser cuidado continuamente, em geral uma ou duas vezes ao dia. E seu custo de fabricação é muito superior ao de outros métodos de aquecimento, ao menos duas ou três vezes maior - hoje em dia[252]...

Com o automóvel de massa com seus dias contados, e a bicicleta com seu limite de velocidade inerente, o transporte individual cotidiano de alta velocidade parece estar condenado. Mas o engenho humano não cessa de nos surpreender... Inventado pelo fabricante de automóveis francês Charles Mochet na década de 1920 como um tipo de bicicleta mais segura para seu filho, e aprimorado na década de 1980, um certo meio de transporte veio a se revelar o mais eficiente, em termos de dispêndio de energia, jamais inventado: o velomóvel. Trata-se de um triciclo reclinado, um tipo de bicicleta que busca uma posição mais confortável para o pedalante. Numa bicicleta ou triciclo tradicionais, a posição sentada, mas com inclinação para a frente, assumida pelo ciclista, acaba por provocar dores nas costas em trajetos longos - embora seja obviamente adequada para terrenos acidentados, subidas íngremes, etc. Na bicicleta e triciclo reclinados, o ciclista senta-se como se estivesse numa poltrona; guidão e pedais são projetados em função desta posição.

[252] Kris De Decker, "Sunbathing in the living room: oven stoves and heat walls", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2008/12/tile-stoves.html (acesso em 14 de março de 2016).

Eis o velomóvel? Ainda não. Pois é sabido que o principal obstáculo a limitar a velocidade final de um ciclista é a resistência do ar. Ora, o moderno conhecimento aerodinâmico permite a construção de uma carenagem sobre um triciclo reclinado que reduz o atrito com o ar, permitindo atingir velocidades superiores à da bicicleta com gasto de energia três a quatro vezes inferior. É este o velomóvel.

Um velomobilista pode viajar grandes distâncias à velocidade de 40 km/h com facilidade. Quem trocar a bicicleta pelo velomóvel andará à mesma velocidade desta com gasto de energia 3,5 vezes menor; do contrário, mantido o esforço habitual, chegará em metade do tempo. Isso significa que o velomóvel é uma alternativa real ao automóvel: hoje, a distância média de cada deslocamento de carro na Europa e nos Estados Unidos é de 13 a 15 quilômetros, que um velomobilista percorreria em vinte minutos sem necessitar de esforço sobre-humano. No Brasil, onde não pudemos encontrar dados sobre a distância média percorrida, basta para a comparação o tempo e velocidade médios gastos no inferno das ruas de qualquer metrópole: em São Paulo, o tempo médio gasto por dia no trânsito é de duas horas e quarenta e cinco minutos; 48% da população passa mais de duas horas diárias em deslocamento[253]; a velocidade média dos veículos no horário de pico (das 17 às 20 horas) é de 6,9 km/h[254]. Agora é oficial: somos mais lerdos do que uma tartaruga, já que esse estranho bicho, em seu ambiente natural - a água, e a não a terra - atinge 20 km/h[255]... Quanto à superioridade do velomóvel, não se deve esquecer ainda que, no espaço ocupado por cada automóvel, cabem quatro velomóveis.

[253] Rede Nossa São Paulo, *9a. Pesquisa sobre a Mobilidade Urbana* (2015), p. 19, disponível em http://www.nossasaopaulo.org.br/pesquisas/mobilidadeurbana2015.pdf (acesso 15/3/16)
[254] Dados da CET, de 2014, segundo portal de notícias em.com.br. http://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2014/05/06/interna_nacional,525840/segundo-cet-velocidade-media-do-transito-caiu-em-sp.shtml (acesso em 15 de março de 2016)
[255] http://tartarugasmarinhaseco.blogspot.com.br/2009/07/qual-velocidade-do-nado-de-uma.html (acesso em 15 de março de 2016).

A desvantagem do velomóvel perante a bicicleta reside na resistência à rolagem decorrente de seu peso (em média 34 quilos), que implica em maior esforço necessário à sua propulsão a partir da imobilidade e em subidas. Mas isso pode ser facilmente contornável com a adição de um pequeno motor elétrico movido à bateria como ajuda nos momentos de aceleração. Por meio deste expediente, o velomóvel belga *eWAW* pode viajar a velocidades de 50 km/h por até 130 quilômetros. Comparado aos carros elétricos atuais, ele é 80 vezes mais eficiente em termos de dispêndio de energia - e isso sem contabilizar a energia utilizada na fabricação de ambos. O único defeito que os velomóveis compartilham com os automóveis é a necessidade de estradas bastante lisas para rodar a altas velocidades, atualmente fabricadas a partir de hidrocarbonetos[256].

Falando em transporte, o frete marítimo de carga também possui uma versão híbrida *low and high-tech*: os barcos à vela com controle eletrônico destas, o que permite poupar mão-de-obra e, sobretudo, o espaço que ela ocuparia no navio. Por necessitar de muitos marinheiros e muito espaço para abrigá-los, os navios a vela são hoje totalmente anti-econômicos. Mas o cruzeiro *Royal Clipper,* de velas operadas eletronicamente, pode funcionar com uma tripulação de apenas 20 marinheiros (embora conte com motores auxiliares)[257]. Uma versão de carga seria portanto factível.

[256] Kris De Decker, "The velomobile: high-tech bike or low-tech car?" *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2010/09/the-velomobile-high-tech-bike-or-low-tech-car.html ; Kris De Decker, "Electric velomobiles: as fast and comfortable as automobiles, but 80 times more efficient", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2012/10/electric-velomobiles.html , acesso em 15 de março de 2016.

[257] Kris De Decker, "Sailing at the touch of a button", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2009/04/sailing-ships-large-crew-automated-control.html (acesso em 15 de março de 2016)

O mesmo se aplicaria ao transporte aéreo: uma empresa americana promete construir o *Dynalifter,* uma mistura de Zeppelin com avião que promete carregar o triplo de carga de um Boeing 747 a 200 km/h[258]. A conferir...

Até mesmo a Internet possui uma versão *low-tech*. Considerando que, se nos fiarmos no julgamento do estudioso de tecnologias holandês Kris De Decker, a melhor estimativa para o consumo de energia da Internet é de 1.815 terawatts por hora em 2012 - 8% da produção de energia elétrica mundial deste ano - e que a estimativa para 2017 é de 2.547 TWh, possivelmente até mesmo 3.422 TWh, é de se duvidar que haja energia para mantê-la funcionando sem grandes panes durante muito tempo, a menos que se instaura um limite de velocidade e/ou consumo de dados. (Parênteses: 8% da energia elétrica global é um número assustador mas, considerando a ubiquidade da Internet até mesmo no Sul Global, e o fato do fluxo de dados dobrar a cada dois anos, trata-se de uma cifra aparentemente verossímil). Se for levado em conta que 1.815 TWh equivalem a três vezes o suprimento global de eletricidade oriunda de painéis solares e turbinas eólicas em 2012, a ideia de uma Internet *low-tech* faz ainda mais sentido[259]. Ela já existe: com o barateamento de roteadores (isto é, transmissores e receptores) *wi-fi*, tornou-se possível construir uma rede baseada na transmissão ponto a ponto por meio de antenas - como a televisão analógica ou o sistema de telefonia celular, que dependem de antenas repetidoras de sinal a cada tantos quilômetros. A rede espanhola Guifi, nos Pireneus Catalãos, uma região montanhosa e muito pouco povoada, com entraves óbvios à instalação de Internet tradicional por cabos, conta hoje com 30.607 nós, que cobrem uma distância

[258] www.dynalifter.com; Kris De Decker, "Airships: green, slow air cargo", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2007/06/green-slow-air.html (acesso em 15/3/2016)
[259] Kris De Decker, "Why we need a speed limit for the Internet", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2015/10/can-the-internet-run-on-renewable-energy.html (acesso em 15 de março de 2016).

equivalente a mais de 50 mil quilômetros de cabos[260]. E sem cobrança de mensalidades... Neste caso, a Internet é transformada de mercadoria em bem comum; o *open source* alcança o *hardware*. A infraestrutura desta modalidade de internet necessita de muito pouca energia para funcionar; muitos nós são alimentados apenas com energia coletada em painéis solares e armazenada em baterias.

A internet de baixa tecnologia, ao combinar a produção em massa de roteadores *wi-fi*, antenas e processadores, com torres simples feitas à mão - uma árvore também serve -, uso de peças de computadores velhos, geração local de energia (esta com painéis solares e baterias fabricados industrialmente), nos remete novamente (e finalmente!) à questão de saber o que necessita ser preservado do sistema produtivo da grande indústria e o que será irremediavelmente abandonado. Bihouix pensa da seguinte forma:

Indústria de base: siderurgia, produção de metais não-ferrosos, química mineral e orgânica, refinarias, indústria de vidro e de materiais de construção apresentam tendência histórica à concentração. A razão é técnico-econômica: tais processos produtivos permitem economia de escala - leia-se redução da quantidade de mão-de-obra e de energia utilizadas por unidade de produto - que casa com formas monopolistas e oligopolistas de propriedade. O limite a este processo é dado pelos custos de transporte. Assim, no caso da produção francesa de cimento, um material com baixo custo de produção e vendido por tonelada, onde as distâncias percorridas até o mercado consumidor não ultrapassam, no pior caso, algumas poucas centenas de quilômetros, há quasi-monopólios, com fábricas instaladas no interior do país - exceto no litoral, onde o cimento estrangeiro, cujo transporte dá-se por navio, é por esta razão mais barato. Já no caso de produtos de maior valor agregado, como aços e ferros especiais, é econômico transportá-los por milhares de quilômetros, e a siderurgia francesa tem que se ver com os preços baixos dos produtos chineses, decorrência do valor ínfimo dos salários.

Logo, aparentemente não é um bom negócio relocalizar e des-escalar as indústrias de base. Além da perda das economias de escala, haveria um custo extra advindo da duplicação do capital fixo: uma grande indústria que fosse substituída por três pequenas melhor distribuídas, teria que gastar com construição de novos prédios, novas máquinas, novas cadeias de fornecedores locais, enfim, pequenos parques industriais inteiros, apenas para economizar nos custos de transporte. Nosso autor propõe assim, como medida mais dotada de sentido, simplesmente a redução do consumo. Em seu país, os setores automobilístico, construtivo, e de embalagens consomem 60% do aço, do alumínio e dos plásticos. Assim, uma redução de 50% nas atividades da indústria construtiva - algo perfeitamente factível na França, que ao contrário de nós conta com um estoque de residências, prédios comerciais e

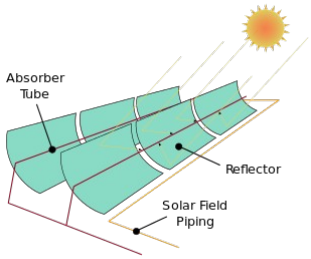
[260] https://guifi.net/

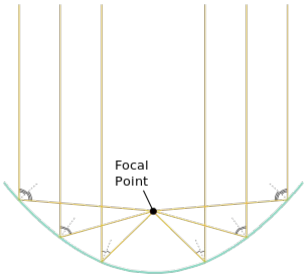
estabelecimentos industriais mais do que adequado - de 80% na indústria automotiva - mais do que possível num país repleto de trens - e de outros 80% no setor de embalagem - pela venda a granel e uso de embalagens reaproveitáveis - conduziria sem grandes penúrias à economia de 40 a 50% no consumo de aço, alumínio, plásticos e cimento. Portanto, a tecnologia da grande indústria capitalista no setor das "indústrias de processo" seria uma conquista a ser preservada[261].

Se é verdade que o raciocínio de Bihouix faz sentido, em longuíssimo prazo talvez a escassez de energia fóssil venha a alterar a importância das variáveis da equação. É verossímil imaginar situações onde, talvez algumas poucas centenas de anos no futuro, em determinadas regiões, não haja nem energia fóssil disponível - seja por escassez absoluta, seja pelo preço/custo demasiado alto - nem energia renovável - por irregularidades climáticas, constância e densidade energética inadequadas. Como farão nossos descendentes? Apelarão ao engenho humano, decerto. Em alguns casos, já lhes legamos uma ajudinha. Tomemos o caso da siderurgia. Eis uma indústria dependente não somente da energia fóssil em toda sua cadeia, mas também do próprio *material* dos hidrocarbonetos: as altas temperaturas necessárias à fundição de metais só podem ser atingidas pela utilização de carvão metalúrgico (coque), ele próprio produzido pelo cozimento do carvão mineral, ou outras fontes baratas de energia térmica, como o gás natural. Há não muito tempo, foi inventada a fornalha elétrica a arco voltaico, na qual a eletricidade é diretamente aplicada ao minério, derretendo-o; contudo, embora possua várias vantagens, como a capacidade de operação intermitente e menor consumo total de energia, tais fornalhas são ainda vorazes consumidoras de energia elétrica - como aliás qualquer processo de conversão de energia elétrica em térmica. Assim, aparentemente, a siderurgia jamais poderia se tornar uma indústria sustentável, e a aposta nos painéis solares e turbinas eólicas como próxima tecnologia coletora de energia seria um blefe, pois jamais conseguiríamos produzir, em grande escala, meios de produção de energia renovável com energia ela própria oriunda de fontes renováveis. Mas - pasmem - já há um meio de fazê-lo! É possível produzir energia térmica renovável por *concentradores solares*, aparelhos que utilizam espelhos e lentes para concentrar os raios solares num ponto específico, ali produzindo altas temperaturas. Concentradores cilíndricos parabólicos poderiam suprir boa parte da demanda industrial por energia térmica de baixa temperatura (100°C) e média temperatura (100 a 400°C), como no caso de aquecimento de água para lavagem de garrafas e processos químicos, produção de ar quente para processos de secagem em indústrias de papel e de alimentos, e geração de vapor para uma variedade de processos industriais. Nestes casos, toda a infraestrutura e maquinário industrial permaneceriam os mesmos, apenas a fonte de energia seria trocada. Mais interessante ainda é notar que, na Europa, 57% da

[261] Philippe Bihouix, *L'Âge des Low Tech* (2014), pp. 142-147.

energia térmica utilizada na indústria é de baixa e média temperatura, e poderia em tese ser gerada, em boa parcela, diretamente pelo Sol.





Mas é nas altas temperaturas (acima de 400°C) que a coisa começa a esquentar. Não somente porque boa parte dos produtos e processos industriais fundamentais à preservação de certos aspectos do modo de vida industrial que todos desejamos delas necessitam - como a siderurgia, a vidraçaria, a cerâmica, etc. - mas também porque os componentes necessários à fabricação de tecnologias de produção de energia renovável a envolvem.

> Os 43% da demanda européia por energia térmica restantes são de [temperaturas] acima de 400°C. Ela inclui muito dos processos industriais de que necessitamos para fabricar fontes de energia renovável (turbinas eólicas, painéis solares, coletores solares térmicos e concentradores solares), bem como outras tecnologias verdes (como lâmpadas LED, baterias e bicicletas). Exemplos incluem a produção de vidro (que requer temperaturas de até 1.575°C) e cimento (1.450°C), a reciclagem de alumínio (660°C) e ferro (1520°C), a produção de ferro (1.800°C) e alumínio (2.000°C) a partir de minérios, o cozimento de cerâmicas (1.000 a 4.000°C) e a fabricação de microchips de silício e células solares (1900°C) [conversores de energia solar em eletricidade, utilizados em painés solares[262]].

[262] Kris De Decker, "The bright future of solar thermal powered factories", *in:* Low-Tech Maganize, http://www.lowtechmagazine.com/2011/07/solar-powered-factories.html (acesso em 17 março 2016)

Para tais aplicações existem, desde os anos 1970, fornalhas solares. Nelas, um disco espelhado de dimensões monumentais concentra raios solares num único ponto focal, atingindo altíssimas temperaturas:

> Fornalhas solares podem produzir temperaturas de até 3.500°C, suficientes para produzir microchips, células solares, nanotubos de carbono, hidrogênio, e todos os metais (incluindo tungstênio, que tem ponto de fusão de 3.400°C). Estas temperaturas são atingidas em apenas alguns segundos[263].

A fornalha mais poderosa do mundo encontra-se em Odeillo, na França. Construída em 1970, ela pode concentrar em até dez mil vezes a luz solar, gerando 1MW. Outra similar existe desde 1976 no Uzbequistão.

[263] O que pode ser comprovado no seguinte vídeo: https://youtu.be/8tt7RG3UR4c. Kris De Decker, "The bright future of solar thermal powered factories", *in:* Low-Tech Maganize, http://www.lowtechmagazine.com/2011/07/solar-powered-factories.html (acesso em 17 março 2016)

O gigantismo não é atributo necessário às fornalhas solares. Exemplares bem menores existem, atingindo temperaturas entre 1.500 e 3.000°C, como o do Instituto Paul Scherer na Suíça, o do Laboratório Nacional de Energias Renováveis nos Estados Unidos, a Plataforma Solar de Almeria, na Espanha, e o do Centro Aeroespacial da Alemanha.

Indústria manufatureira: eis o setor onde a ideia ecossocialista de substituir máquinas por trabalho humano faz mais sentido - não obstante o fato óbvio de que a divisão do trabalho implica em ganhos de produtividades enormes, que não se cogita abandonar. Com o que se pareceria um compromisso entre essas duas necessidades? Bihoux avalia que produtividade moderna do trabalho não é sinônimo de produção fordista. A especialização de tarefas, embora não tenha a riqueza cognitiva do artesanato, também não a impede, exceto quando implementada no grau exorbitante da grande indústria fordista alienante. Ao contrário da indústria de base, os processos manufatureiros em sua maioria utilizam bastante mão-de-obra, o que significa que há espaço para a substituição de maquinário por trabalhadores, com o ganho colateral possível duma desalienação parcial do trabalho. Ademais, numa situação de escassez relativa de combustível, a tendência à concentração inerente ao fordismo torna-se desvantajosa. Para se ter uma ideia, a cidade chinesa de Quaiotou produz hoje 80% dos botões e zíperes do mundo; Wenzhou, 50% das meias e 90% dos isqueiros do planeta; Xiaoshan, 80% dos cobertores do globo; a empresa Foxxconn, 40% da eletrônica mundial; e assim por diante, com custos de transporte futuro não negligenciáveis. Desta forma, a relocalização de tais manufaturas faz todo o sentido. E, se em algumas decerto a especialização será economicamente inevitável, e em outras a produção automatizada nos livrará das agruras da labuta sem sentido, em outras a produção artesanal se apresentará como a melhor alternativa, tanto do ponto de vista do trabalho dotado de sentido, quanto do processo produtivo ele mesmo:

> É portanto lógico, desejável, que um certo número de manufaturas, de tamanho pequeno a médio, se reimplantem em nossos territórios. Ao menos aquelas dos objetos do cotidiano (vestimentas, sapatos, louças, pequenas ferramentas, quinquilharias...), que não demandam *a priori* muito investimento [nem] muita maquinaria. (...) Não se tratará, pois, de um retorno massivo ao artesanato, mesmo que este seja evidentemente levado a se desenvolver. (...) Será portanto sábio conservar pequenas fábricas e ateliês especializados, nos quais a pequena escala não impeça uma produtividade elevada[264].

Como manter produtividade elevada e, pior, reduzir o consumo de energia, sem o apelo aos desumanizantes (e bastante produtivos) métodos fordistas? Ora, apelando à baixa tecnologia. No lugar de máquinas ultracomplexas, glutonas de energia e peças ultra-específicas, com inteligência de auto-controle automático, máquinas mais simples, que façam uso do que temos de sobra: trabalho humano criador de sentido e de objetos dotados de valor funcional, durabilidade e utilidade.

[264] Philippe Bihouix, *L'Âge des Low Tech* (2014), pp. 151-2

O artesanato manufatureiro e a manufatura artesanal que o autor propõe como figura futura da indústria de bens de consumo realizar-se-iam numa oficina dotada de máquinas e processos de trabalho escolhidos pelo ser humano produtor a partir não mais do imperativo da produtividade crescente, mas do sentido humano do processo: trabalho dotado de significado, com economia de materiais e de energia. Utopia, no sentido positivo do termo.

Setor de serviços: ou "indústrias de rede", quer dizer, produção e "distribuição de água, gás, eletricidade, rede de esgoto, transportes coletivos, hospitais, telecomunicações[265]". Aqui, a coisa complica. Como simplificar sistemas insubstituíveis de alta complexidade como uma rede de hospitais ou um sistema de transporte coletivo? Embora muitos serviços em si não sejam vorazes em recursos nem muito complexos, o sistema técnico que lhes embasa o é. Tomemos um grande hospital - eis uma boa invenção certo? Sem energia 24 horas por dia, técnicos de prontidão para manutenção e reparo das ultra-complexas máquinas médicas, uma indústria de peças para estas e de produtos médicos, toda uma indústria farmacêutica não muito menor do que a atual, faculdades de enfermagem e medicina, motoristas de ambulâncias e helicópteros, indústria de ambulâncias e helicópteros, e de peças sobressalentes, meios de transporte funcionais até lá, e assim por diante, não há hospital. E mesmo boa parte dos demais serviços. Assim, a única saída será desmaquinizar os serviços onde for possível, e tentar conservar o resto mais ou menos como está. E, sobretudo, eliminar tudo o que for desnecessário.

A baixa tecnologia seria assim a alta tecnologia do futuro, um futuro no qual a tecnologia, e não produtos complicados cujo funcionamento é um mistério - quando não segredo industrial - estaria mais próxima das mãos e do cérebro humanos. E talvez de fato sejam, por suas características intrínsecas, mas propícias a agir como extensão do homem, ao invés de tornar o homem uma extensão da tecnologia.

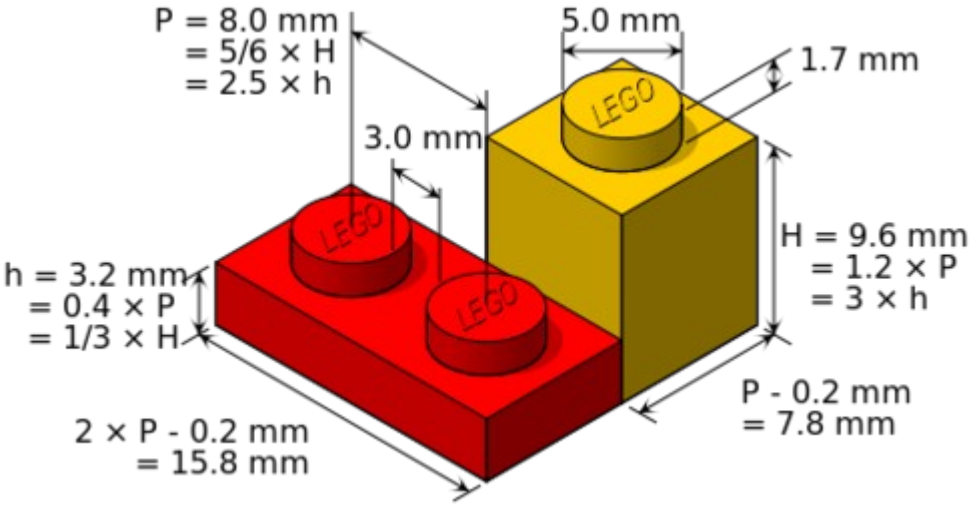
Faça você mesmo

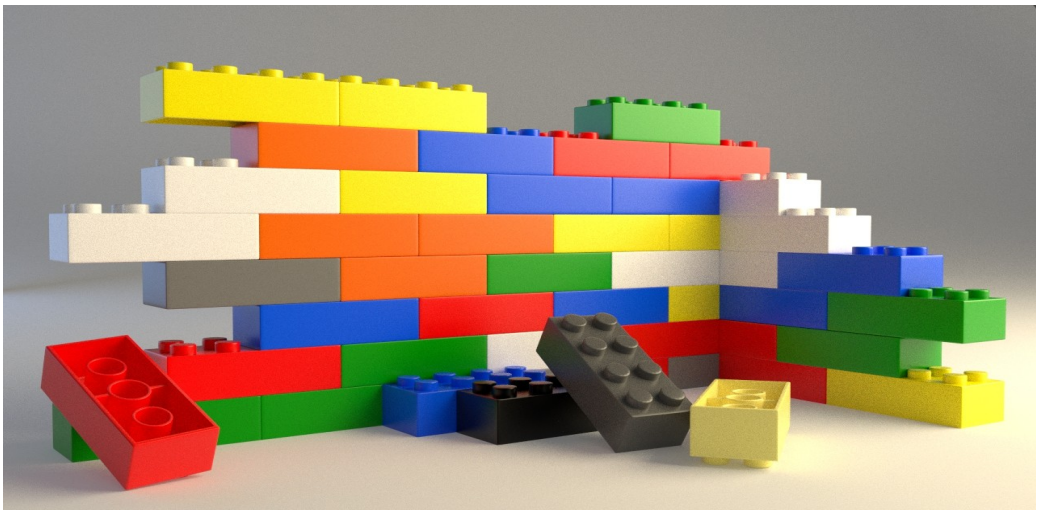
Há quem leve os princípios de simplicidade, modularidade e reparabilidade das baixas tecnologias aos limites extremos. E se boa parte dos objetos de nosso cotidiano fossem feitos a partir de meia dúzia de peças simples padronizadas? Não seríamos todos meio reparadores e *designers*, não teríamos algo hoje desconhecido, a liberdade de construir, por combinação e recombinação, os objetos que quiséssemos, além de poder consertar, com facilidade e a custo baixo, praticamente tudo? É o que propõe pequenas empresas de produtos modulares de consumo: adaptar a indústria de massa

[265] Philippe Bihouix, *L'Âge des Low Tech* (2014), p. 154

às necessidades da população, e não os consumidores às necessidades da indústria de massa. O que, em paragens mais ao norte, também é conhecido como *do it yourself.*

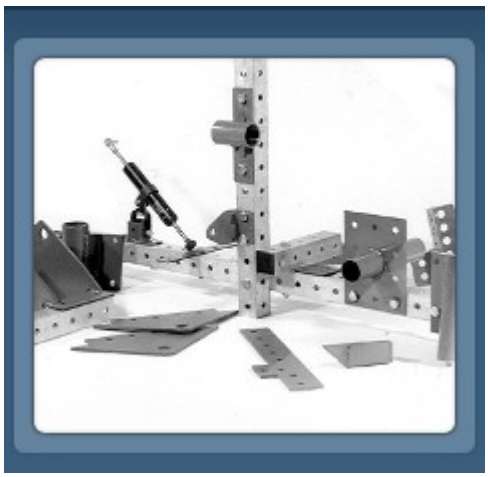
O exemplo mais simples de tal lógica é o brinquedo dinamarquês LEGO, composto de blocos padronizados que, encaixados, formam estruturas. A brincadeira está justamente em montar, peça a peça, pequenos prédios, automóveis, pontes, casas, dragões, dinossauros, obras de arte contemporâneas, etc. Não por acaso o sucesso comercial foi estrondoso: o brinquedo conseguiu dar ao desejo de criação um instrumento extremamente simples, manipulável e versátil.

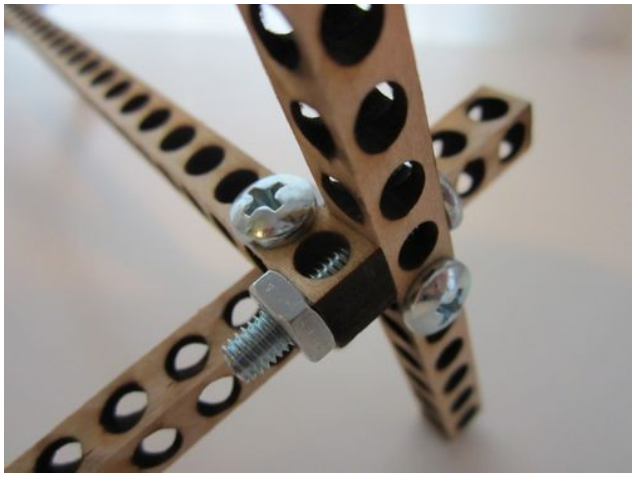




Outras empresas aplicam a ideia a objetos mais úteis, que ultrapassam o propósito lúdico. A *GridBeam* vende vigas de metal perfurado que, combinadas e presas por simples parafusos, formam estruturas de estantes, mesas, cadeiras, armários, casas de cachorro, camas, baús[266].

[266] http://www.gridbeam.com/ (acesso em 22 de março de 2016)



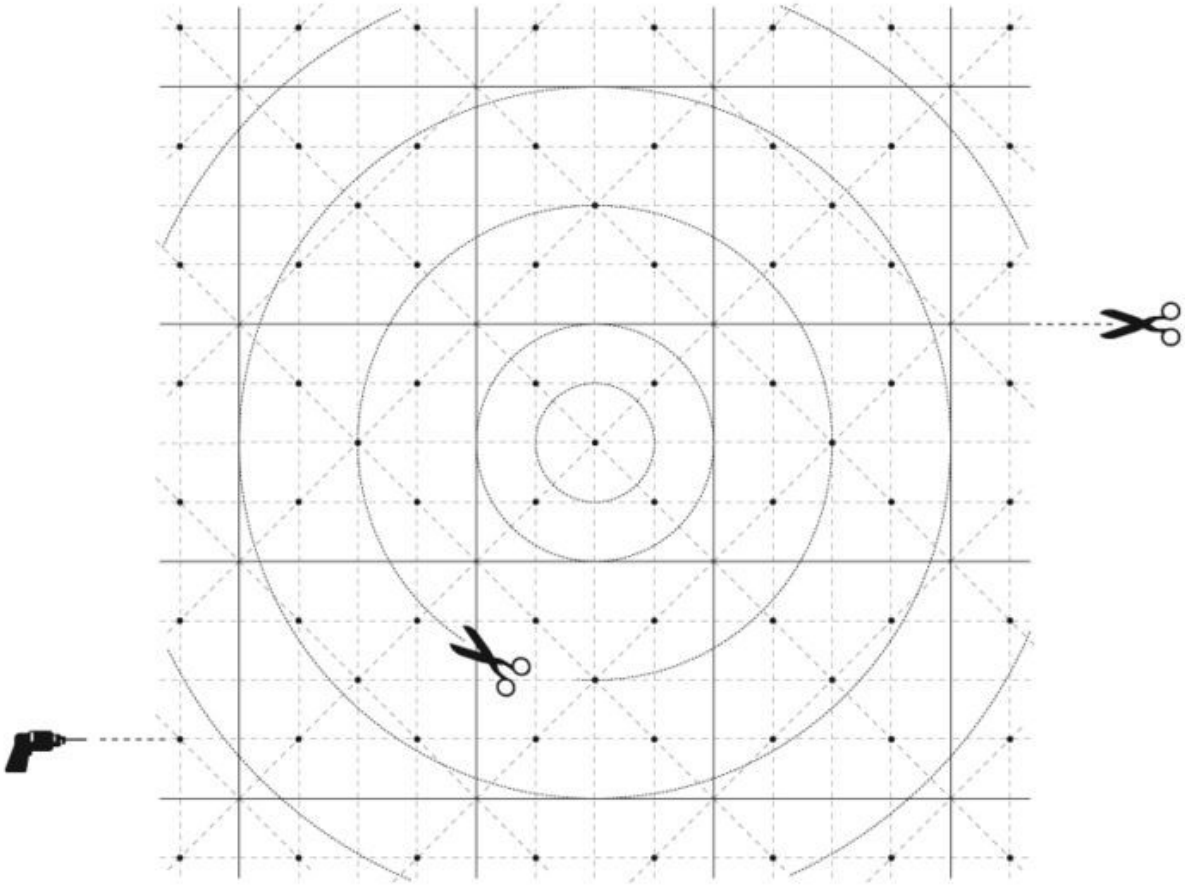


A empresa 80/20 fornece uma versão industrial de tais produtos: vigas de metal e sistemas de encaixe que podem construir estruturas temporárias para feiras e exposições, corrimãos de escadas, suportes fixação de lâmpadas, gruas para câmeras, e sobretudo estruturas para ambientes industriais, desde caixas e estantes para armazenamento até estruturas das próprias máquinas[267].

A modularidade reside na padronização do projeto e na facilidade de montagem e desmontagem. Todos os objetos utilizam apenas parafusos, porcas, cordas, fechos magnéticos e peças que possam ser encaixadas e desencaixadas, abolindo pregos, colagens e fitas adesivas. E o tamanho de cada peça é sempre um múltiplo de uma unidade fundamental padrão. Por exemplo, o projeto *OpenStructures*, que busca compartilhar desenhos de objetos, utiliza como unidade-base um quadrado de 4x4 centímetros, subdivisível e escalável, com lugares

[267] https://8020.net/ (acesso em 22 de março de 2016)

específicos para furos e traçados para peças circulares. Em virtude da escalabilidade do projeto, todas as peças fabricadas são inerentemente compatíveis, e prontamente combináveis. Suas especificações são propriedade comum, e qualquer peça pode ser usinada livremente. Novas peças inventadas têm seu projeto compartilhado via Internet[268].



A versão eletrônica dos objetos *open source* é o Arduino (e similares: Freeduino, Netduino, LaunchPad, Teensy, etc.). Trata-se de uma placa controladora, que constroi dispositivos robóticos, desde um simples controle para ligar e desligar a lâmpada da frente de sua casa remotamente pelo celular até robôs, passando por obras de arte interativas, regadores automáticos que ligam ao detectar baixa umidade, alarmes, sistemas de câmeras-vigia, enfim, praticamente qualquer sistema de controle via informação digital. Um ciclista construiu uma jaqueta com setas que indicam aos motoristas de veículos a direção para a qual ele vai virar[269].

Para os menos inclinados as artes manuais, há as impressoras 3D. Trata-se de uma evolução das impressoras de tinta sobre papel para a terceira dimensão do

[268] http://openstructures.net/ (acesso em 22 de março de 2016).
[269] http://www.instructables.com/id/20-Unbelievable-Arduino-Projects/ (acesso em 22 de março de 2016)

espaço. Seu material de impressão é em geral o plástico, embora algumas trabalhem com polpa de madeira. Podem operar aditivamente, acrescentando camada sobre camada até formar o objeto desejado, ou subtrativamente, cortando com *laser* um bloco, à maneira de um escultor. As *impressoras 3D* têm sido fonte de grande atenção recente, e alguns apressados já estão dela fazendo a protagonista da "próxima revolução industrial[270]". Para além do fato de permitir economizar com objetos pré-série e abolir a necessidade do emprego de moldes, a impressão 3D opera ao menos três milagres relevantes para o capitalismo. Em primeiro lugar, ela permite a customização quase sem custo dos produtos, já que, para imprimir uma variante com aquela pequena diferença que faz a diferença, basta ordenar ao computador - toyotismo pleno. Em segundo lugar, há economia enorme nos custos de criação: como o produto é agora, no lugar de um desenho em escala que se transforma num molde, apenas informação armazenada num computador que instrui a impressora 3D, não somente custosas etapas do processo são puladas, como é possível se aproveitar do intelecto geral[271] para a realização "grátis" do próprio trabalho de invenção dos objetos digitais, pois inúmeros projetistas se prontificam a compartilhar suas invenções e a aprimorar outras. Foi assim que o ex-editor da revista *Wired* Chris Anderson ficou rico: aproveitando-se do conhecimento produzido pela comunidade dos aficcionados por drones para criar uma empresa produtora e comercializadora destes - utilizando obviamente impressoras 3D. O que nos conduz ao terceiro ponto: embora não seja páreo para fábricas fordistas e pós-fordistas gigantes no tocante a economias de escala, e tampouco seja econômica para a produção de meia dúzia de unidades, no intervalo entre o artesanato e a produção de massa a impressão 3D é economicamente mais rentável:

> Se você quer fazer um milhão de patos de borracha, é impossível superar a moldagem por injeção. O primeiro pato pode custar $10.000 para a fabricação do molde, mas cada um após ele amortiza este custo único. No momento em que você tiver feito um milhão, eles custam apenas centavos pela matéria-prima. (...)
>
> Mas pense agora em quantos produtos fazem mais sentido em volumes de centenas, e não de milhões. Para esta (...) [escala], a única opção poucas décadas atrás era o artesanato. Mas hoje fabricantes digitais podem usufruir de processos automatizados e qualidade próxima da perfeição nas menores séries de produtos. Todos aqueles produtos de nicho que, ou sequer estavam no mercado porque não passaram no teste econômico da produção de massa, ou eram ruinosamente caros porque precisavam ser feitos à mão, estão agora ao alcance.
>
> A fabricação digital inverte a economia da produção manufatureira tradicional. Na produção de massa, a maioria dos custos está no adiantamento para a preparação

[270] Christopher Barnatt, *3D Printing: the next industrial revolution* (2013).
[271] Cf. o "fragmento das máquinas" dos *Grundrisse* de Marx. Mais detalhes em Rodnei Nascimento, *Formas de subsunção do trabalho ao capital* (2006), tese de doutoramento, FFLCH-USP.

das máquinas e, quanto mais complicado for o produto, e quanto mais mudanças você fizer, mais ele custará. Mas com a fabricação digital, ocorre o inverso: as coisas que são custosas na fabricação tradicional tornam-se gratuitas:

1) a variedade é gratuita: não é mais custoso fazer cada produto diferente do que fazê-los todos iguais.

2) a complexidade é gratuita: um produto extremamente detalhado, com muitas filigranas, pode ser impresso de forma tão barata quanto um simples bloco de plástico. O computador não liga para quantos cálculos ele terá que fazer.

3) a flexibilidade é gratuita: mudar um produto após o início da produção significa apenas mudar o código de instruções. As máquinas continuam as mesmas[272].

A impressão 3D seria assim a salvação para a classe trabalhadora do Norte Global, que se reinventaria "criando um novo tipo de economia manufatureira, formatada tal como a Internet: de baixo para cima, amplamente espalhada *(distributed)*, e altamente empreendedora[273]". Contudo, as promessas de salvação que nos interessam são outras. Além do fato das impressoras 3D utilizarem como matéria-prima derivados de petróleo - substituíveis por biocarbono oriundo de plantas, quem sabe? - suas características de *bem comum*[274] a tornam instrumento interessante para o processo de experimentação tecno-social em gestação. Quais características? Além do fato de estender ao mundo físico o intelecto geral, já que instruções para a impressão de quaisquer objetos podem ser compartilhadas livremente, as impressoras 3D podem ser usadas para *imprimir outras impressoras* quase na totalidade - há até impressoras de chips de computador! Com isto, conseguem a proeza de ser um bem exclusivo e não-exclusivo simultaneamente: a minha impressora 3D é só minha, mas por que não imprimir uma outra para você? O potencial de autonomia produtiva contido numa criatura dessas é em tese imenso. A contraprova está na potencial destrutivo que elas, como qualquer coisa que participe da "ideia" da liberdade, possuem: diversas armas já foram impressas, com graus variados de sucesso. A impressão 3D se candidata assim a um papel em outro grande desafio de nossa época, o de contribuir em um modo de segurança alternativo ao Estado-nação capitalista.

A ideia de conhecimento universal dos métodos de fabricação também foi abordada, mas de maneira *old school*, por um grupo de fazendeiros, construtores e engenheiros americanos liderados pelo físico polonês lá radicado Marcin Jabukowski. O grupo instalou-se numa fazenda no Missouri com o seguinte objetivo: desenvolver esquemas abertos de fabricação das máquinas essenciais à civilização moderna, o que eles chamam de *open source ecology*, isto é, "ecologia de código aberto" ou, mais

[272] Chris Anderson, *Makers: the new industrial revolution* (2012), pp. 87-9
[273] Chris Anderson, *Makers: the new industrial revolution* (2012), p. 24
[274] Ao que parece teorizado por Pierre Dardot e Christian Laval, *Commun: essai sur la révolution au XXIe. siècle* (2014). Ainda não tive tempo de lê-lo, mas o bom trabalho anterior da dupla os recomenda.

simplesmente, "ecologia livre" (ecologia aqui significa a integração entre "ecologia natural, ecologia social, e ecologia industrial[275]".

> A missão da ecologia livre é criar a economia aberta.
>
> Uma economia livre e aberta é uma economia eficiente que aprimora a inovação pela livre colaboração. Para chegar lá, a ecologia livre está atualmente desenvolvendo um conjunto de esquemas abertos para o Equipamento de Construção da Vila Global (*Global Village Construction Set)* - uma coleção das 50 máquinas mais necessárias à existência da vida moderna - tudo, desde um trator até um forno, até uma máquina de fabricar circuitos elétricos. No processo de criar o Equipamento de Construção da Vila Global, a ecologia livre pretende uma plataforma modular e escalável de documentação e desenvolvimento de objetos (*hardware*) livres e abertos - incluindo esquemas tanto para artefatos físicos quanto para empresas abertas a eles relacionadas.
>
> A implementação prática atual do Equipamento de Construção da Vila Global é um LEGO da vida real, um conjunto poderoso de ferramentas de construção auto-replicadoras para a produção descentralizada *(distributed).* O Equipamento inclui máquinas que fazem outras máquinas. Através do Equipamento de Construção da Vila Global, a ecologia livre pretende construir não máquinas individuais, mas sistemas de construção de máquinas que possam ser utilizados para construir quaisquer máquinas. Porque novas máquinas podem ser construídas a partir de máquinas já existentes, o Equipamento de Construção da Vila Global pretende ser o cerne de construção de infraestruturas da civilização moderna[276].

[275] http://opensourceecology.org/about-overview/ (acesso em 23 de março de 2016)
[276] http://opensourceecology.org/about-overview/ (acesso em 23 de março de 2016)

Até agora, já está quase pronta a prensa de tijolos, e estão na fase de prototipagem o trator, o micro-trator, o pulverizador de solos, a escavadeira, a furadeira industrial, a prensa de mesa, a impressora 3D (olha ela aí..), a cortadeira por tocha, a máquina de controle numérico (para automação), o rotor universal, a prensa industrial, o "cubo de força" (*power cube,* um motor eletrohidráulico) e a turbina eólica[277].

As iniciativas que compartilham da ideia do faça você mesmo tentam, na prática, restituir ao trabalhador alienado o controle dos processos e dos resultados de seu trabalho.

Comunas do século XXI?

É sabido que o ideal de emancipação do homem encontra sua expressão política na democracia direta das comunas e sovietes. Mas e quanto à emancipação da dominação da natureza sobre nós? Não é preciso ignorar que nunca nos "libertaremos" da natureza, dado que somos parte dela e vivemos segundo suas leis, para perceber que há enorme diferença entre os graus de controle sobre ela. A eficácia simbólica do pensamento mágico pode até curar certas doenças, mas a compreensão científica de suas causas conduz em geral a resultados melhores - basta

[277] http://opensourceecology.org/wiki/ (acesso em 23 de março de 2016)

pensar nos antiobióticos. Colocar as forças da natureza para trabalhar a nosso favor, evitando ao máximo os efeitos colaterais destrutivos deste comando, eis obviamente a emancipação possível de sua "dominação" sobre nós.

Até hoje, este controle foi pensado pelas principais cosmovisões políticas modernas como aplicação da ciência por meio da indústria; as fases do desenvolvimento desta indústria corporificariam o progresso de nosso domínio; manufatura, grande indústria, automação: poder sobre matéria, energia e informação. Mas hoje tornou-se claro como o sol do meio-dia que a indústria moderna produz também o caos, e o modo de vida que ela criou destrói paulatinamente as bases da homeostase entre homem e natureza, tornando-a cada vez mais insustentável.

Ora, as experimentações socio-técnicas devem seu nome "sócio" não somente ao capricho terminológico deste teorista; elas servem, ao menos em potência, como modelos de organização social novos no tocante à relação entre trabalho humano e natureza. Como a realidade ainda não nos presenteou com uma comuna completa - onde a igualdade e a liberdade na relação entre os homens esteja acompanhada da harmonia e da liberdade na relação entre homem e natureza - podemos substituir o trabalho do concreto pelo trabalho do devaneio e imaginar com o que se pareceria uma comuna em pleno século XXI.

Como toda comuna, ela começa com a livre associação entre indivíduos, visando o bem viver comum. Como o Capital não cessa de desvalorizar o trabalho, e as crises energéticas periódicas acrescentam surtos inflacionários, noves fora alguma regulação estatal de tipo novo - pouco crível nesta era de austeridade – cedo ou tarde chegará o momento em que produzir *por si mesmo* algumas mercadorias pode fazer mais sentido do que trocar nossa desvalorizada força de trabalho por dinheiro. Garantido pela solidariedade dos demais, algum membro desempregado da comuna pode ter a iluminação de perceber-se como algo mais do que um reles trabalhador assalariado abstrato, mais do que um sujeito monetário sem dinheiro, e mais do que um súdito à espera da providência estatal, e assumir-se como o *produtor* que por natureza é. De início, faz mais sentido produzir o que é mais importante: alimentos. Obviamente, as comunas localizadas nas vastidões interioranas do país estarão em vantagem, pois a terra, embora toda ela já cercada, ali tem custo inferior. Os metropolitanos terão que se virar com o pouco espaço que têm: vale a pena estudar as soluções japonesas para o problema. De qualquer forma, um simples jardim ou uma modesta laje podem, com as técnicas de compostagem corretas e trabalho diligente, produzir muito mais do que crê o vulgo, com a vantagem de poupar os consumidores comunistas de uma parcela de sua dose de envenenamento diário por agrotoxinas.

Com os preços da energia em oscilação ascendente, é preciso buscar fontes mais baratas e sobretudo menos dependentes dos grandes oligopólios. Como boa parte

da eletricidade consumida no Brasil é gasta para geração de energia térmica para aquecimento de água - aqueles um, dois, ou até três banhos diários, a depender do local, que compõe o mínimo civilizacional básico de nossa versão nacional da cultura ocidental - cabe arrumar outras formas de garantir nosso banho. Fácil: com alguns canos e garrafas PET que iriam para o lixo, qualquer um constrói um aquecedor solar térmico. Essa sofisticada máquina usa dos raios solares para aquecer água estacionada nas agora úteis garrafas plásticas; como a insolação é brutal em boa parte do país na maior parte do ano, os habitantes da comuna agora têm direito a vários banhos quentes gratuitos por mês, com a vantagem extra de desfrutar de um ritmo de vida mais próximo ao dos ciclos naturais - no caso, o da alternância entre dia e noite, já que o horário do banho não poderá passar muito do pôr-do-sol…

Com tanto tempo livre - já que está difícil de arrumar emprego mesmo - nosso produtor pode se dedicar ao estudo da arquitetura ecológica e da bioconstrução. Descobrirá que, apenas com o engenho humano e materiais adequados, boa parte deles baratos, naturais, ou livremente acessíveis, como terra, bambu, pedra, é possível transformar nossas casas, onde derretemos no verão e congelamos no inverno, em casas bem mais aprazíveis. De quebra, poderá construir - de novo o problema do espaço… - edificações baratas que, embora sem o conforto do Hilton Hotel, podem representar uma economia enorme em relação aos estratosféricos custos de moradia. Além disso, no momento em que o preço da energia ultrapassar um certo patamar, começará a fazer sentido buscar gerar energia elétrica diretamente a partir do sol (as microturbinas eólicas atualmente não se mostram viáveis[278]). É um investimento caro, mas a boa notícia é que os custos de intermediação e instalação dos painéis solares não serão cobrados: basta estudar o mínimo de engenharia elétrica e fazê-lo por conta própria, ou então recorrer àquele engenheiro que também faz parte da comuna.

Num mundo de trabalho desvalorizado, mão-de-obra relativamente bem qualificada em termos de conhecimento teórico - pois todos aspiram ao trabalho intelectual - e períodos mandatórios de desemprego, subemprego, trabalho *freelance* e "viração", a comuna pode por em prática uma espécie de, com o perdão de mais uma palavra inglesa, *pool* de trabalho. Ao invés de trocar seu trabalho por dinheiro para adquirir mercadorias ou serviços executados com o trabalho de outrem, que tal eliminar a mediação, hoje em tantos casos mais disfuncional do que útil? Imagine poder contar com os serviços de um médico, ao custo apenas de sua própria solidariedade em momentos de necessidade? Seguindo esta lógica, a moribunda escola poderia ser facilmente substituída pelo trabalho concreto de alguns educadores, aí inclusos o estudo de técnicas de fabricação, construção, culinária, plantio…

[278] Kris de Decker, "Small windmills put to the test", *in:* Low-Tech Magazine, http://www.lowtechmagazine.com/2009/04/small-windmills-test-results.html (acesso 29 março 2016)

O próximo passo seria a invenção de uma oficina. Com ferramentas certas, bons desenhos conseguidos via internet, e se possível uma impressora 3D, será possível conquistar, senão beleza, semi-independência em relação às lojas de móveis e cia. A esta altura, a comuna contaria com um time de produtores, capacidade de produzir parte da própria energia e alimentos, e produção de alguns objetos. É chegada a hora da ligação com *outras* comunas, para intercâmbio de trabalho, objetos e alimentos. O embrião de uma pequena economia quase não-capitalista poderia se desenvolver, utilizando modalidades de troca como o escambo, criptomoedas, e moedas locais, para evitar os sanguessugas do sistema financeiro. Até mesmo um sistema de vigilância coletivo pode ser fabricado, usando eletrônica barata; para defesa ativa... armas impressas?

Uma rede de comunas fabricando semi-autonomamente parte dos bens e serviços necessários ao metabolismo bio-social pegaria carona na desvalorização paulatina do trabalho – prestes aliás a sofrer mais uma rodada de fuzilamento, se se provarem verdadeiras as previsões de uma nova leva de máquinas artificialmente inteligentes – e representaria a abertura de um *caminho possível* no processo mais ou menos longo de colapso da civilização industrial. Ao realizar um modelo de relação entre homem e natureza e dos humanos entre si, apresentaria uma proposta de solução parcial para o problema sistêmico central de nossa época, sobretudo por possibilitar o uso do tempo livre dos desempregados estruturais num modo alternativo de reprodução, mesmo que insuficiente, da vida humana.

Obviamente, os poderes existentes não ficarão parados diante do desafio sistêmico que se apresenta. Justamente por isso, a existência *provada pela experiência*, de um caminho à esquerda, se existir, representará um contrapeso fundamental às pretensões dos Estados e das grandes corporações. Immanuel Wallerstein defende que, como todo sistema, o nosso passa pelo início de um processo de *bifurcação* (embora por motivos outros dos aqui apresentados). Como todo sistema em estado de caos, ele há de se organizar, e há dois caminhos possíveis:

> Um tipo de novo sistema estável possível é algum que retenha as características básicas do sistema atual: hierarquia, exploração, e polarização. O capitalismo está longe de ser o único sistema que pode ter essas características, um novo sistema [nessas linhas] pode ser muito pior que o capitalismo. A alternativa lógica a isso é um sistema relativamente democrático e relativamente igualitário. Este último nunca existiu; é apenas uma possibilidade. (...)
>
> A História não está do lado de ninguém. Podemos todos nos equivocar quanto a como devemos agir. Como o resultado é inerentemente, e não extrinsecamente,

> imprevisível, temos no melhor das hipóteses 50% de chances de conseguirmos o tipo de sistema-mundo que preferimos. Mas 50% não é pouco, e sim bastante[279].

Neste processo, a imaginação e a realização de modelos de organização alternativa viável terá suma importância política.

[279]Immanuel Wallerstein, "Structural Crisis, ou why capitalists may no longer find capitalism rewarding", *in:* Wallerstein *et. Alli, Does Capitalism have a Future?* (2013)

5

A narrativa do progresso, constructo teológico-político de nossa civilização industrial, há algum tempo já não esconde fissuras cada vez mais profundas. Nas profundezas tectônicas onde a sociedade contacta a natureza, a entropia faz-se sentir com força crescente. As quatro bombas de Hiroshima que detonamos a cada segundo sobre o planeta[280] - eis o equivalente térmico do calor que despejamos sobre os sorvedouros naturais - provocam nos sistemas naturais variações caóticas, acima dos limites históricos de amplitude e frequência, sinal de sua entrada em estado de caos sistêmico irreversível, do qual emergirá no futuro outro sistema de regulação homeostática[281] - talvez não tão amigável quanto o atual. Além de nossos próprios cientistas, os povos que há muito compreendem a sistemicidade da natureza também nos dão a notícia:

> Déborah Danowski: Os indígenas, os pequenos agricultores, eles estão percebendo no contato com as plantas, com os animais, que algo está acontecendo. Eles têm uma percepção muito mais apurada do que a gente.
>
> Eduardo Viveiros de Castro: Como eles veem que o clima está mudando? No calendário agrícola de uma tribo indígena você sabe que está na hora de plantar porque há vários sinais da natureza. Por exemplo, o rio chegou até tal nível, o passarinho tal começou a cantar, a árvore tal começou a dar flor. E a formiga tal começou a fazer não-sei-o-quê. O que eles estão dizendo agora é que esses sinais dessincronizaram. O rio está chegando a um nível antes de o passarinho começar a cantar. E o passarinho está cantando muito antes de aquela árvore dar flor. É como se a natureza tivesse saído de eixo. E isso todos eles estão dizendo. As espécies estão se extinguindo, e a humanidade parece que continua andando para um abismo[282].

Na luta contra tal caos auto-provocado, nossa civilização não poderá mais contar com suas armas tradicionais, e as receitas há muito consagradas começam a desandar. Muitos dos estoques de energia e materiais principiam a minguar, sem substitutos à vista, e a estratégia da complexificação técnica e social adentra o estágio dos retornos decrescentes, produzindo fragilidade no lugar da resiliência almejada.

---

[280] James Hansen, *apud* Déborah Danowski e Eduardo Viveiros de Castro, *Há Mundo Por Vir? ensaio sobre os medos e os fins* (2014)

[281] Ilya Prigogine, *As Leis do Caos* (2000) [1993]; James Lovelock, *A Vingança de Gaia* (2006)

[282] Eliane Brum, "Diálogos sobre o fim do mundo", entrevista com Déborah Danowski e Eduardo Viveiros de Castro, Jornal El País Brasil, 29 set 2014, http://brasil.elpais.com/brasil/2014/09/29/opinion/1412000283_365191.html (acesso em 31 março 2016)

Qual lava, a percepção dos limites energéticos e entrópicos emerge em nossa consciência: em jatos explosivos e rios caudalosos que carbonizam nossa certeza no progresso. A razão, plenamente convencida, já não pode racionalizar de outra forma os dados e indícios; a intuição, alimentada pelos sentimentos de temor, ansiedade, raiva, medo, depressão, e um estranho saudosismo, soa ininterruptamente em nosso íntimo o alarme de incêndio; a experiência cotidiana do fim da ascensão social verdadeira, da desvalorização a passos largos do trabalho humano, da mercantilização de absolutamente tudo, dos extremos climáticos, das massas sem futuro descartadas à própria sorte, da militarização acelerada, e de todos os demais sintomas do fim do processo de modernização, alimenta a certeza de que o futuro, agora desconhecido, será quando muito um presente piorado. Dos anos 1970 para cá, essa erupção vulcânica vem espalhando os detritos de nossas utopias para quem quiser conferir seu estado calamitoso. Discursos catastrofistas e imaginários colapsistas aos poucos tornam-se a norma em nosso universo de representações do Real, figurando, sob a forma de *colapso*, a transformação civilizacional ora em curso. A grande festa da era fossilista acabou e, depois de tal porre homérico, vem uma ressaca dos infernos.

Mas ver não é o suficiente para crer. A despeito de todos os saberes e de todas as certezas, conscientes e inconscientes, de que nada será como antes, *recusamo-nos a crer.* A fantasia objetiva do crescimento e do progresso continua a estruturar nossa mente coletiva, e por isso continuamos a viver como se a civilização industrial e o capitalismo fossem durar para sempre. Em estágio de denegação ou de raiva[283], alguns no máximo tentando barganhar a manutenção de algumas balizas da vida civilizada - leis trabalhistas, garantias legais, regulação estatal da economia, serviço público de saúde, o hábito de dar bom dia a desconhecidos - insistimos em tomar a realidade por ficção e, adiando ações radicais urgentes, garantimos que a ficção antecipe cada vez mais verossimelmente a realidade. Enquanto assistimos, paralisados, ao show de horrores, a contagem regressiva para o fim da civilização industrial continua incólume. Presos, pelo nosso desejo de progresso, na crença de que o modo de vida industrial é o sumo bem e, ademais, o único possível, recalcamos a inexorabilidade da transformação concreta de nossa existência. Mas o Real insiste em manifestar-se, entrando pelos poros do imaginário e martelando a consciência. A ideologia do colapso figura tal contagem regressiva como o mostrador de uma bomba-relógio: ou a tecnociência a desarmará no último minuto, salvando-nos, ou ela explodirá catastroficamente, destruindo a tudo e a todos. Qualquer que seja o resultado, estamos eximidos da tarefa dolorosa de buscar algo novo em quê acreditar.

[283] Cf. os cinco estágios do luto de Elisabeth Kübler-Ross, aplicados ao fim da civilização industrial por Slavoj Zizek, *Living in the End Times* (2011) [2010]

Mas seria tão horrível assim mandar logo tudo pelos ares? Ora, é cada vez mais fácil admitir que não estamos sofrendo tanto quanto imaginamos com o coma de nosso modo de vida industrial, e que não perderemos muito com sua morte próxima, pois boa parte de nossa desgraça atual é fruto não de sua incompletude ou fracasso, mas de sua própria existência. Afinal, a etapa heróica da industrialização a tirar-nos da miséria do modo de vida agrícola está, na maior parte do globo, superada; vivemos agora a era dos efeitos colaterais da indústria moderna que, se ainda não invalidam seus beneméritos, caminham aceleradamente para fazê-lo, pela combinação dos efeitos dos limites energético e entrópico sobre a frágil homeostase que a custo ainda mantemos. Mas o futuro, embora possa muito bem ser regressivo, não anda para trás, e não repetirá as civilizações agrícolas de antanho. Que seja possível um modo de vida pós-industrial, que preserve parte de suas vantagens e conquistas, superando parte de suas irracionalidades e defeitos, é o que começa a ser demonstrado pelas experimentações tecno-sociais ocorrendo nas franjas do sistema atual. Utilizando o potencial cognoscitivo criado pela tecnociência moderna mas impossibilitado de realizar-se pelas relações de produção capitalistas, pequenos grupos de ativistas tentam desenvolver tecnologias adequadas ao futuro e, simultaneamente, inventar novas formas de relações sociais para além da alienação. Seus princípios vão na contramão do sistema socio-técnico atual: simplicidade, reaproveitamento, harmonia com os ciclos naturais, pouco conhecimento especializado. Seus experimentos representam modelos que, se bem sucedidos, podem vir a ser replicados em grande escala por atores sociais mais poderosos. Mas ainda não contamos com um modo de segurança, nem com um sistema simbólico-teológico-político que possa guiar-nos positivamente na tarefa de controlar a emergência do modo de vida, digamos, *solar.* Não sabemos como proteger-nos os conflitos sociais em profusão, como minorá-los, e como transmitir segurança num mundo em falta crônica dela; nem como construir uma grande narrativa que conecte passado, presente e futuro; nem tampouco dispomos dos pequenos rituais cotidianos que, tacitamente, corporificam a noção implícita de bem viver que, como humanos, inescapavelmente seguimos. À falta destas balizas, resta incompleta a invenção da nova maneira de viver na natureza, com os demais seres humanos, e na solidão de nossa interioridade.

Lênin resumiu a utopia moderna na fórmula: *Socialismo = Sovietes + Eletrificação.* À organização política igualitária com democracia direta, dever-se-ia juntar a grande indústria de origem capitalista. As forças produtivas, desenvolvidas até o ápice da indústria fordista - ou da indústria automatizada, do intelecto geral, o que se queira - superariam, pelo passe de mágica da substituição das relações de produção calcadas na propriedade privada pela lógica da propriedade comum, a alienação intrínseca a esta modalidade de organização do trabalho social. Livres dentro das fábricas; mas livres *das* fábricas? Isso o inimaginável. Até ontem! Pois

fica cada vez mais claro, para os quem têm olhos para ver, onde está o erro na fórmula de Lênin. Precisamos democratizar *as próprias forças produtivas*, estendendo à sua própria lógica de funcionamento a lógica dos sovietes. É o que orienta a parca experimentação com tecnologias de fato pós-industriais, orientada pela simplicidade, compreensibilidade, compartilhamento de procedimentos e projetos, em suma, livre associação e apropriação dos sistemas técnico-sociais.

Ao fazê-lo, dão lugar a outra figura do humano: no lugar do trabalhador abstrato característico do industrialismo, emerge a figura do *homem produtor*, que valoriza não o poder de comando, pelo dinheiro, sobre o trabalho especializado alheio, mas a capacidade de, pelo emprego de forças produtivas corpóreas, intelectuais e exo-somáticas (ferramentas e máquinas) sobre as quais *possui controle direto*, produzir o que quiser e puder, quando o quiser, dando, vendendo, ou emprestando, para quem bem entender. Ao contrário do trabalhador, que só é aquilo que seu emprego lhe torna, o produtor é um desde sempre um homem, cuja força produtiva é, dentro de limites, sua *energia*, sua potência de livre transformação do mundo. A simplificação na divisão do trabalho pela qual - se tivermos sorte! - passaremos, pode vir a representar, ao contrário do que se imagina, um *avanço* na relação que atualmente mantemos com o mundo técnico e material, ao fornecer-nos as bases para libertamo-nos da

> estranha loucura [que] se apossa das classes operárias das nações onde impera a civilização capitalista. (...) Esta loucura é o amor pelo trabalho, levada até o esgotamento das forças vitais do indivíduo e sua prole. (...)
>
> E dizer que os filhos dos heróis do Terror se deixaram degradar pela religião do trabalho a ponto de aceitar, após 1848, como uma conquista revolucionária, a lei que limitava a doze horas o trabalho nas fábricas; eles proclamavam, como sendo um princípio revolucionário, o *direito ao trabalho*. Envergonhe-se o proletariado francês! Somente escravos seriam capazes de tamanha baixeza. (...)
>
> E se as dores do trabalho forçado, se as torturas da fome se abateram sobre o proletariado em número maior que os gafanhotos da Bíblia, foi porque ele as invocou.
>
> O trabalho que, em junho de 1848, os operários exigiam, armas nas mãos, foi por eles imposto a suas próprias famílias; entregaram, aos barões da indústria, suas mulheres e seus filhos. Com suas próprias mãos, demoliram seus lares; com suas próprias mãos, secaram o leite de suas mulheres; as infelizes, grávidas que amamentavam seus filhos, tiveram de ir para as minas e manufaturas curvar a espinha e esgotar os nervos; com suas próprias mãos, estragaram a vida e o vigor de seus filhos. Envergonhem-se os proletários! Onde estão essas comadres de que falavam nossos velhos contos e lendas, atrevidas, francas no linguajar, amantes da garrafa? Onde estão estas folgazãs, sempre saltitando, sempre cozinhando, sempre cantando, sempre semeando a vida ao gerar a alegria, parindo sem dor crianças sadias e

vigorosas?... Hoje temos as mulheres e jovens das fábricas, débeis flores de pálidas cores, de sangue sem brilho, estômago devastado, membros enfraquecidos! (...)

Nossa época é, como dizem, o século do trabalho; na verdade, é o século da dor, da miséria e da corrupção[284].

Até agora, a tradição de pensamento e ação que busca a emancipação humana valorizou, do mundo burguês, seus ideais políticos e seu conhecimento técnico-científico, submetendo-se ao imperativo do trabalho abstrato como ao da salvação. Talvez seja chegada a hora de recuperar, desta tradição, uma outra figura: a de Robinson Crusoe, mítico representante do individualismo que, labutando autonomamente, descobre contudo outro universo de significado oculto no trabalho:

Agora começava a dar-me conta do quão mais feliz era esta vida que agora levava, mesmo com todas as suas misérias, do que a existência sórdida, maldita e abominável, que levara no passado; e agora mudei tanto meus sofrimentos quanto minhas alegrias; meus próprios desejos se alteraram, meus afetos mudaram de sabor, e meus deleites eram completamente distintos de como eram na chegada a esta ilha, e mesmo durante os dois primeiros anos. (...)

Deste modo e nesta disposição de espírito comecei o meu terceiro ano. (...)

Agora poderia ser verdadeiramente dito que eu trabalhava para pôr o pão à mesa; é algo maravilhoso, e creio que poucos já pensaram o suficiente sobre isso, a saber, sobre a estranha multidão de pequenas coisas necessárias à obtenção [de farinha], produção, preparação, tempero, elaboração, e finalização de um só pão.

Eu, reduzido a um mero estado de natureza, descobri-o para meu desânimo diário, e tornava-me, a cada hora, mais sensível a isso, mesmo depois de obter a primeira leva de sementes de trigo. (...)

Em meio a este trabalho, terminei o meu quarto ano neste lugar. (...) Ganhei um conhecimento diferente do que tinha antes. Adquiri outra noção das coisas. Eu agora olhava o mundo como uma coisa remota, com a qual nada tinha a ver, não nutria nenhuma expectativa, e mesmo nenhum desejo. (...)

Em primeiro lugar, estava à parte de todos os vícios do mundo. (...) Eu nada tinha a invejar, pois possuía agora tudo o quer era capaz de desfrutar. (...) Eu poderia ter colhido navios e navios de cereais; mas eu não tinha uso para isso; então plantei o pouco que julguei suficiente para meu sustento. Eu tinha tartarugas em abundância; mas uma, de quando em quando, era tudo o que precisava. Eu tinha madeira suficiente para construir uma frota de navios. Eu tinha uvas suficientes para ter feito vinho, ou uvas passas, e ter enchido aquela frota de navios, se fosse construída.

Mas o que eu pudesse usar era tudo o que me tinha valor. Eu tinha o suficiente para comer e satisfazer minhas necessidades, e o que era para mim todo o resto? (...)

[284] Paul Lafargue, *O Direito à Preguiça* (1999) [1880; 1883], pp. 63; 71-3

Numa palavra, a natureza e a experiência das coisas me ditavam, após justa reflexão, que todas as coisas boas deste mundo só nos são boas o tanto quanto nos são úteis; e que, o que quer que possamos acumular, ainda que para dar a outros, podemos desfrutar somente daquilo que podemos usar, e nada mais. O avarento mais ganancioso e miserável do mundo teria sido curado do vício da avareza, se houvesse estado em minha condição[285].

[285] Daniel Defoe, *Robinson Crusoe* (2002) [1719], pp. 99, 100, 112-3

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMOVAY, Ricardo (org.), *Biocombustíveis: a energia da controvérsia,* São Paulo: Editora SENAC, 2009
- ASHBY, W. Ross, *An Introduction to Cybernetics,* Methuen, Londres: University Paperbacks, 1956
- ALTIERI, Miguel, *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável,* Porto Alegre: Editora UFRGS, 1998
- ALTVATER, Elmar, *O fim do capitalismo como o conhecemos: uma crítica radical do capitalismo,* Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010
- AMADO, Nilton Bispo, *O Papel dos Recursos Naturais na Reprodução do Processo Econômico: contribuição à crítica ecológica do capitalismo,* tese de doutorado, IEE-USP, 2010
- ANDERSON, Chris, *Makers: the new industrial revolution,* Nova Iorque: Crown Business, 2012
- ARANTES, Paulo, *O Novo Tempo do Mundo: e outros estudos sobre a era da emergência,* São Paulo: Boitempo Editorial, 2014
- ARANTES, Paulo, *Uma filosofia da história reencontrada na rua* (2006), inédito, arquivo eletrônico
- ASSIS, Renato Linhares de, *Agricultura Orgânica e Agroecologia: questões conceituais e processos de conversão, EMBRAPA, Documento 196,* Rio de Janeiro: Seropédica, 2005
- BARNATT, Christopher, *3D Printing: the next industrial revolution,* ExplainingTheFuture.com, 2013
- BARKUN, Michael, *A Culture of Conspiracy: apocaliptic visions in contemporary America,* Berkeley: University of California Press, 2003
- BECK, Ulrick, *Risk Society: towards a new modernity,* Londres: SAGE Publications, 1992, trad. Mark Ritter
- BENDER, Barbara, "Gatherer-hunter to farmer: a social perspective" (1978), *in:* World Archaeology, Vol. 10, No. 2, Archaeology and Religion (Oct., 1978), pp. 204-222
- BERNA *et alli*, "Microstratigraphic evidence of in situ fire in the Acheulan strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape province, South Africa", *in*: Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, vol 109 no. 20

- BIHOUIX, Phillipe, *L'âge des Low Tech: vers une civilisation techniquement soutenable,* Paris: Seuil, 2014
- BINELLI, Mark, *Detroit City is The Place to Be: the afterlife of an american metropolis,* Nova Iorque: Picador, 2012
- BLACKBURN, Richard James, *O Vampiro da Razão: um ensaio de filosofia da história,* São Paulo: Editora UNESP, 1992 [1989]
- BOSTROM, Nick, *Superintelligence: paths, dangers, strategies,* Oxford: Oxford University Press, 2014
- BP, *BP Statistical Review of World Energy 2013.*
- CAMPBELL, Colin J.; LAHERRÈRE, Jean; *"The End of Cheap Oil"*, in: *Scientific American March 1998*
- CASTI, John L. *, X-Events: the collapse of evertything,* Nova Iorque: Wiiliam Morrow/Harper Collins Publishing, 2012
- CECHIN, Andrei, *A Natureza como Limite da Economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen,* São Paulo: EDUSP/Senac, 2010
- CLARKE, Lee, *Worst Cases: terror and catastrophe in the popular imagination,* Chicago: The University of Chicago Press, 2006
- COTTRELL, Fred, *Energy and society: the relation between energy, social change, and economic development,* Nova Iorque: Mc-Graw Hill, 1955
- DANOWSKI, Déborah; VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo, *Há Mundo por Vir? Ensaio sobre os medos e os fins,* Florianópolis: Cultura e Barbárie Editora, 2015
- DARDOT, Pierre; LAVAL, Christian; *Commun: essai sur la révolution au XXIe. Siècle,* Paris: La Découverte, 2014
- DARDOT, Pierre; LAVAL, Christian; *The New Way of the World: on neoliberal society,* Londres: Verso Books, 2014
- DAVIS, Mike, *Planeta Favela,* São Paulo: Boitempo Editorial, 2006
- DEFFEYES, Kenneth, *Hubbert's Peak: the impending world oil shortage,* Princeton: Princeton University Press, 2001
- DEFOE, Daniel, *Robinson Crusoe,* Londres: Penguin Books, (2002)
- DIAMANDIS, Peter H. & KOTLER, Steve, *Abundance: the future is better than you think,* Nova Iorque: Free Press, 2012
- DIAMOND, Jared, *Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso,* São Paulo: Record, 2005
- EGGERS, David, *Zeitoun,* São Francisco: McSweeney's, 2009

- EIA (Energy Information Agency), *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: an assessment of 137 shale formations of 41 countries outside the United States,* 2013
- ExxonMobil, *The outlook for energy: a view to 2040,* Irving: ExxonMobil, 2015
- FITZPATRICK, Sheila, *Everyday Stalinism: ordinary life in extraordinary times: soviet Russia in the 1930s*, Oxford: Oxford University Press, 1999
- FOSTER, John Bellamy, *A Ecologia de Marx: materialismo e natureza,* Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011, trad. Maria Tereza Machado
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas, *The Entropy Law and the Economic Process,* Harvard: Harvard University Press, 1971
- GREER, John Michael, *The Ecotechnic Future: envisioning a post-peak world,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2009
- GUILLEBON, Benoît de, "Quel futur pour les métaux?", *in:* Revista Géologues n. 170
- GREER, John Michael, *The Long Descent: a user's guide to the end of the industrial age,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2009
- GUPTA, Ajay K. & HALL, Charles A. S., *A Review of the Past and Current State of EROI Data*, in: *Sustainability 3 pp. 1796-1809* (2011)
- HALL, Charles & PRIETO, Pedro, *Spain's photovoltaic revolution: the energy return on investment*, Nova Iorque: Springer, 2013
- HABERMAS, Jürgen, *Para a Reconstrução do Materialismo Histórico,* São Paulo: Brasiliense, 1983
- HEINBERG, Richard, *Afterburn: society beyond fossil fuels,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2015
- HEINBERG, Richard, *Blackout: coal, climate, and the last energy crisis,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2009
- HEINBERG, Richard, *Peak Everything: waking up to the century of declines,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2007
- HEINBERG, Richard, *Powerdown: options and actions for a post-carbon world,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2004
- HEINBERG, Richard, *Searching for a Miracle: 'net energy' limits & the fate of industrial society,* Post Carbon Institute, 2009 http://www.postcarbon.org/publications/searching-for-a-miracle/
- HEINBERG, Richard, *Snake Oil: how fracking's false promise of plenty imperils our future,* Santa Rosa: Post-Carbon Institute, 2013

- HEINBERG, Richard, *The Party's Over: oil, war, and the fate of industrial societies,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2005 (2ª edição revista e atualizada)
- HOMER-DIXON, Thomas, *The Upside of Down: catastrophe, creativity, and the renewal of civilization,* Washington: Island Press, 2006
- HOPKINS, Rob, *The Transition Handbook: from oil dependency to local resilience,* Vermont: Chelsea Green Publishing, 2008
- HUAN, Qingzhi (ed.), *Eco-socialism as Politics: rebuilding the basis of our modern civilization,* Nova Iorque: Springer, 2010
- IEA (International Energy Agency), *Are We Entering a Golden Age of Gas?,* 2011
- IEA, *Key World Energy Statistics 2013*
- IEA, *World Energy Outlokk 2011*
- IEA, *World Energy Outlokk 2013*
- KAHANER, Larry, *AK-47: a arma que transformou a guerra,* Rio de Janeiro: Editora Record, 2010
- KANDIYOTI, Rafael, *Pipelines: flowing oil and crude politics,* Londres: I. B. Tauris, 2008, 2012
- KISSINGER, Henry, *On China,* Nova Iorque: Penguin Books, 2011
- KLARE, Michael, *Blood and Oil: the dangers and consequences of america's growing dependency on imported petroleum*, Nova Iorque: Metropolitan Books/Henry Holt, 2004
- KLARE, Michael, *Resource Wars: the new landscape of global conflict,* Nova Iorque: Metropolitan Books/Henry Holt, 2001
- KLARE, Michael, *Rising Power, Shrinking Planet: the new geopolitics of energy,* Nova Iorque: Metropolitan Books, 2012
- KLARE, Michael, *The Race for What's Left: the global scramble for the world's last resources,* Nova Iorque: Metropolitan Books, 2008
- KLEIN, Naomi, *This Changes Everything: capitalism vs. the climate*, Nova Iorque: Simon and Schuster, 2014
- KLEVEMAN, Lutz, *The New Great Game: blood and oil in Central Asia,* Nova Iorque: Glove Press, 2003
- KOONT, Sinan, *Sustainable Urban Agriculture in Cuba,* Miami: University Press of Florida, 2011
- KOTKIN, Stephen, *Armageddon Averted: the soviet collapse 1970-2000 (updated edition),* Oxford: Oxford Univerity Press, 2008

- KUNSTLER, James Howard, *The Geography of Nowhere: the rise and decline of America's man-made landscape,* Nova Iorque: Touchstone, 1993
- KUNSTLER, James Howard, *The Long Emergency: surviving the converging catastrophes of twenty-first century,* Nova Iorque: Atlantic Monthly Press, 2005
- KURZ, Robert, *O Colapso da Modernização,* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993
- KURZ, Robert, "O Crepúsculo da Indústria Automobilística", Jornal Folha de São Paulo, 7 de janeiro de 2001
- KURZWEIL, Ray, *The Age of Spiritual Machines: when computers exceed human intelligence,* Nova Iorque: Penguin Books, 2000;
- KURZWEIL, Ray, *The Singularity is Near: when humans transcend biology,* Nova Iorque: Viking/Penguin Books, 2006
- LAFARGUE, Paul, *O Direito à Preguiça,* São Paulo: Editora Unesp/Editora Hucitec, 1999 [1880; 1883] , trad. Teixeira Coelho
- LAMY, Philip, *Millenium Rage: survivalists, white supremacists, and the doomsday prophecy,* Nova Iorque: Plenum Press, 1996
- LILLEY, S.; McNALLY, D.; YUEN, E.; DAVIS, J.; *Catastrophism: the apocaliptic politics of collapse and rebirth,* Oakland: PM Press, 2012
- LOVELOCK, James, *A Vingança de Gaia,* Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006
- LÖWY, Michael, *Ecossocialismo e planejamento democrático* (2009), *in:* "Crítica Marxista n. 28, p. 35-50, 2009".
- LUDD, Ned (org.) *Apocalipse Motorizado: a tirania do automóvel em um planeta poluído,* São Paulo: Conrad, 2004
- MARTINS, José de Souza, *Linchamentos: a justiça popular no Brasil,* São Paulo: Editora Contexto, 2015
- MASARO, Leonardo, *Cibernética: ciência e técnica,* dissertação de mestrado, UNICAMP, 2010
- McNEILL, William, *Plagues and Peoples,* Nova Iorque: Anchor Books, 1976
- MITCHELL, Melanie, *Complexity: a guided tour,* Oxford: Oxford University Press, 2009
- MITCHELL, Timothy, *Carbon Democracy: political power in the age of oil*, Londres: Verso Books, 2011
- MORIN, Edgar, *O enigma do homem: para uma nova antropologia,* Rio de Janeiro: Zahar, 1975
- NASCIMENTO, Rodnei, *Formas de subsunção do trabalho ao capital: formal, real e espiritual,* tese de doutorado, FFLCH-USP, 2007
- NIELE, Frank, *Energy: engine of evolution,* Amsterdam: Elsevier, 2005

- NOVELLO, Mário, *Do Big Bang ao Universo Eterno,* Rio de Janeiro: Zahar, 2010
- NYE, David E. , *Consuming Power: a social history of american energies,* Cambridge: The MIT Press, 1998
- ONU, *World urbanization prospects: the 2014 revision Highlights*, 2014
- ORLOV, Dmitry, *Reinventing Collapse: the soviet experience and american prospects,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2011
- ORLOV, Dmitry, *The Five Stages of Collapse: survivor's toolkit,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2013
- PAXTON, Angela, *The food miles report: the dangers of long distance transport of food,* 1994, republicado por Sustain: The alliance for better food and farming, 2011
- PIROG, Rich; VAN PELT, Timothy; ENSHAYAN, Kamyar; COOK, Ellen; *Food, Fuel, and Freeways: an Iowa perspective on how far food travels, fuel usage, and greenhouse gas emissions,* Leopold Center Pubs and Papers. Paper 3, 2001
- PARRA, Francisco, *Oil Politics: A Modern History of Petroleum,* Londres: I. B. Tauris, 2004
- POLO, Marco, *The Travels of Marco Polo the Venetian,* Londres: J.M. Dent, 1908
- PREMAT, Adriana, *Sowing Change: the making of Havana's urban agriculture,* Nashvilee: Vanderbilt University Press, 2012
- PRIGOGINE, Ilya, *As Leis do Caos,* São Paulo: Editora UNESP, 2000 [1993]
- RAWLES, James Wesley, *Founders: a novel of the coming collapse,* Nova Iorque: Atria Books, 2012
- RAWLES, James Wesley, *How to Survive the End of the World as We Know It: tactics, techniques, and technologies for uncertain times,* Nova Iorque: Plume/Penguin Books, 2009
- RAWLES, James Wesley, *Patriots: a novel of survival in the coming collapse,* Berkeley: Ulysses Press, 2009 (1990)
- RAWLES, James Wesley, *Survivors: a novel of the coming collapse,* Nova Iorque: Atria Books, 2011
- Rede Nossa São Paulo, *9a. Pesquisa sobre a Mobilidade Urbana,* 2015
- REES, Martin, *Our Final Hour: a scientist's warning: how terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century - on Earth an beyond* Nova Iorque: Basic Books, 2003

- RUPPERT, Michael C., *Crossing the Rubicon: the decline of the american empire at the age of oil,* Gabriola Island (Canada): New Society Publishers, 2004
- SAROS, Daniel E., *Information Technology and Socialist Construction: the end of Capital and the transition to socialism,* Oxon: Routledge, 2014
- SARKAR, Saral, *Eco-socialism or eco-capitalism?: a critical analysis of humanity's fundamental choices,* Londres: Zed Books, 1999
- SERVIGNE, Pablo & ARAUD, Christian, *Comment tout peut s'effondrer: petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes,* Paris: Seuil, 2015
- SERVIGNE, Pablo & ARAUD, Christian, "La transition inachevée: Cuba et l'après-petróle" (2012), p. 5, Revista *Barricade*, www.barricade.be
- SIMMONS, Matthew R., *Twilight in the Desert: the coming Saudi oil shock and the world economy,* Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2005
- SOLNIT, Rebecca, *A Paradise Built in Hell: the extraordinary communities that arise in disaster,* Nova Iorque: Viking/Peguin Book, 2009
- SPUFFORD, Francis, *Red Plenty,* Minneapolis: Graywolf Press, 2010
- STANDAGE, Tom, *Uma História Comestível da Humanidade*, Rio de Janeiro: Zahar, 2009
- STREECK, Wolfgang, "Como vai acabar o capitalismo?" *in:* Revista Piauí 97, outubro de 2014
- TAINTER, Joseph; PATZEK, Tadeusz W., *Drilling Down: the gulf oil debacle and our energy dilemma,* Nova Iorque: Copernicus Books/Springer, 2012
- TAINTER, Joseph, *The Collapse of Complex Societies,* Cambridge: Cambridge University Press, 1988
- TEIXEIRA, Wilson e*t alli* , *Decifrando a Terra,* São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009
- TIMPANARO, Sebastiano, *On Materialism,* Londres: Verso, 1975
- Transition Town Totnes, *Totnes in Action - Totnes and District 2030: an energy descent action plan,* 2010
- VITALIS, Robert, *America's Kingdom: mythmaking in the Saudi oil frontier,* Londres: Verso, 2009, nova edição atualizada
- WALDROP, M. Mitchel, *Complexity: the emerging science at the edge of order and chaos* , Nova Iorque: Simon and Schuster, 1992
- WARD-PERKINS, Bryan, *The fall of rome, and the end of civilization,* Oxford: Oxford University Press, 2005

- WELZER, Harald, *Guerras Climáticas: por que mataremos e seremos mortos no século 21*, São Paulo: Geração Editorial, 2010, trad. William Lagos
- WILLIAMS, Chris, *Ecology and Socialism,* Chicago: Haymarket Books, 2010
- WRANGHAM, Richard, *Catching fire: how cooking made us human,* Nova Iorque: Basic Books, 2009
- WRIGHT, Julia *Sustainable Agriculture and Food Security in an Era of Oil Scarcity: lessons from Cuba,* Londres: Earthscan, 2009
- YERGIN, Daniel, *O Petróleo: uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro,* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010
- YERGIN, Daniel, *The Quest: energy, security, and the remaking of the modern world,* Nova Iorque: Penguin Books, 2011
- ZIZEK, Slavoj, *Living in the End Times,* Londres: Verso Books, 2011