



Texto para Discussão

Série Working Papers

Nº. 1

Brasília, junho de 2018



Sol é tech, sol é pop, sol é tudo: por uma revolução socioenergética

Marcel Bursztyn*
CDS/UnB
INCT Odisseia

Introdução

Há quase cinco séculos Copérnico revolucionou a ciência, ao lançar a teoria de que não era a Terra, mas sim o Sol, o centro do universo. Quase um século depois, Galileu, com seu telescópio, consolidou a tese heliocêntrica (do grego, *Helios* = Sol) e foi condenado pelo tribunal do Santo Ofício, que refutava qualquer novidade que negasse os dogmas da Igreja Católica, que estava apegada à visão geocêntrica de Ptolomeu.

O legado de Galileu é conhecido e, não por acaso, ele é considerado como pai da ciência moderna.

Muito além do olhar científico, o Sol sempre despertou um instinto de contemplação e mesmo devoção. O antigo Egito cultuava Ra, o deus-sol. Povos ameríndios pré-colombianos tinham no Sol um elemento essencial de sua cosmovisão; e possuíam notável conhecimento de sua relevância no ordenamento da vida. No idioma tupi Guaraci ou Coaraci é o Sol e tem papel de destaque na mitologia, como criador da vida.

A revolução heliocêntrica deflagrou uma nova era de avanços no conhecimento e abriu também as portas para notáveis avanços nas técnicas. Logo, a Revolução Industrial despontou, valendo-se da notável apropriação de fontes energéticas da natureza como forma de substituir o trabalho humano e animal na produção de manufaturas e, mais adiante, também na agricultura. De lá para cá, aprendemos a explorar jazidas de carvão, de petróleo e de gás natural. Seguimos usando a lenha, mas aprimoramos substancialmente o aproveitamento da energia hidráulica, construindo gigantescas usinas hidrelétricas. Usinas termo-nucleares permitem a geração de energia valendo-se de um complexo refino de material natural (o urânio enriquecido). E, diante de desafios de escassez de fontes não renováveis, disseminamos práticas de produção e consumo de biocombustíveis.

* Professor titular no Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.

Ironicamente, a era da ciência heliocêntrica evoluiu principalmente tendo como base a energia de tipo geocêntrica, ou que utilizam recursos da Terra (hídricos, fósseis, minerais ou vegetais). Fontes renováveis, como os ventos e a luz solar, só muito recentemente passaram a ser consideradas como alternativas de amplo interesse.

É como se um tribunal da inquisição metafórico se oponha à evolução da geração de energia segundo uma lógica heliocêntrica. Já não são dogmas religiosos que impedem tal avanço. Agora, são razões bem mais terrenas e pragmáticas. A energia nuclear segue com lugar de destaque na matriz energética do mundo industrializado, a despeito dos riscos de acidentes de enormes proporções (como foram os casos em Chernobyl e Fukushima). Os impactos ambientais e sociais não impedem a construção de grandes centrais hidrelétricas. A escassez paradoxalmente valoriza o papel dos combustíveis fósseis, tornando economicamente atrativas, inclusive, a extração em jazidas até recentemente inviáveis (como é o caso do xisto betuminoso), mesmo diante de graves consequências ambientais. Apesar das implicações sobre o meio ambiente e sobre a produção de alimentos, a produção de etanol e de biodiesel avança, convertendo áreas de florestas em terras de lavoura, ampliando o uso de pesticidas e fertilizantes, degradando solos e os recursos hídricos.

Alguns países despertaram, recentemente, para a relevância da geração de energia renovável, como a eólica e a solar, mas ainda há relutância em disseminar tais práticas em escala planetária. Grandes interesses econômicos estão em jogo. Dogmas institucionais (lobbies de grupos econômicos influenciando políticas públicas) e profissionais (preconceitos técnicos por parte de quem aprendeu a fazer de uma forma e reage ao novo e desconhecido) funcionam como barreiras à mudança, da mesma forma que os dogmas religiosos freavam o avanço da ciência.

O mito da abundância

A realidade do Brasil nos permite um olhar bem particular e aprofundado sobre a visão exposta acima. A falta de jazidas ricas em carvão mineral foi um dos fatores que explicaram, na interpretação de Furtado (1959), o fato de não termos avançado na industrialização tradicional do século XIX, nos moldes como o fizeram países europeus e os EUA. Nosso projeto industrial, já na era Vargas, se apoiou numa infraestrutura energética baseada principalmente na hidroeletricidade. Até muito recentemente, o petróleo não era uma vantagem comparativa do Brasil. Agora, já no final da era do petróleo, as reservas em águas profundas se tornaram conhecidas e atrativas para a exploração.

A hidroeletricidade tem sido um mito associado ao modelo econômico (e energético) brasileiro e, em particular, ao processo industrial deflagrado depois da Segunda Guerra Mundial. O fato de utilizar a força hidráulica como motora da movimentação das turbinas serviu de esteio a um discurso desenvolvimentista que enaltecia o caráter ímpar de nossa matriz energética “limpa”. Passaram-se algumas décadas até que impactos na esfera socioambiental se tornassem evidentes: o drama do deslocamento de populações ribeirinhas, o alagamento de extensas áreas de florestas, o processo de eutrofização das represas e seus efeitos sobre a qualidade da água e a emissão de carbono. Mais recentemente, já sob efeito de mudanças na dinâmica do clima, a

própria segurança no fornecimento de energia (e também de água para agricultura e abastecimento doméstico) vem colocando em xeque a confiabilidade e a constância do fornecimento da hidroeletricidade.

A crise energética, que em grande medida resulta de uma crise hídrica, expôs o Brasil à necessidade de adotar soluções paliativas ao fornecimento de eletricidade, com a instalação de geradores termelétricos, cuja operação é cara e as emissões bem maiores.

Seguindo uma tendência consolidada em outros países, a ideia de estabelecer um modelo energético baseado no princípio de *smart grid*¹ prosperou nos debates acadêmicos e chegou aos organismos gestores do sistema energético brasileiro. Entretanto, diferentemente de outros países (do hemisfério Norte, mas também de casos do Sul, como no Marrocos) (ver figuras 1 e 2), o Brasil pouco avançou em matéria de geração eólica ou solar. Além disso, em função da base normativa vigente, que limita a empresas a venda de energia por geração distribuída (Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012), o espectro dessas fontes tem sido bem reduzido, cobrindo, em 2016, um percentual de apenas 5,4% e 0,014%, respectivamente, da oferta interna de energia elétrica². Tal padrão é bem diferente, por exemplo, do de países que dispõem de menos potencialidades (pela pouca insolação), como é o caso da Alemanha (ver figura 3), cuja matriz energética atual é 28% de fonte eólica e 21% de fonte solar³.

A Alemanha instituiu, em 1999, o "100.000 Roofs Solar Programme" – Programa do governo objetivando a instalação de 10.000 telhados solares, contando com financiamento de 0% de juros e 10 anos para o financiamento. O resultado foi a consolidação da Alemanha como a maior referência em fomento a geração de energia solar fotovoltaica mundial.

A Califórnia estabeleceu, em 2006, o "Million Solar Roofs Plan", visando a instalação de sistemas fotovoltaicos em um milhão de telhados, totalizando 18GWp de potência até 2018.⁴

A norma brasileira referente à geração distribuída de energia elétrica reflete o forte lobby das empresas distribuidoras, cuja estratégia de negócios valoriza muito mais a venda do que a compra de energia. De acordo com a norma vigente, uma empresa ou pessoa jurídica pode gerar e vender energia distribuída na rede. Mas uma pessoa física só pode obter créditos, para abater de seu consumo no sistema de *smart grid*.

¹ Literalmente, rede inteligente, que tem como base a possibilidade de que a produção e o consumo de energia possam se dar de forma bidirecional, permitindo que consumidores também possam vender parte da energia que geram.

² De acordo com a Matriz Energética Brasileira (edição de junho de 2017).

Fonte: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Ener%C3%A7tica+Brasileira+2017+-+ano+ref.+2016+%28PDF%29/13d8d958-de50-4691-96e3-3ccf53f8e1e4?version=1.0> (acesso em 24/5/2018).

³ https://www.energy-charts.de/power_inst.htm (acesso em 24/5/2018).

⁴ <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-geracao-distribuida.html> (acesso em 5/6/2018).

O modo como o potencial de produção energética descentralizada em pequenas unidades familiares é inibido por força de regulamentações setoriais é uma consequência da tendência geral de falta de integração entre políticas públicas.

A ausência de um planejamento nacional que assegure a compatibilidade entre ações tende a levar a situações do tipo “jogo de soma negativa”. A busca de maior efetividade das políticas de um setor, sem que haja um devido entrosamento com as iniciativas de um outro setor, pode levar a resultados “contraprodutivos” e a “deseconomias” (Box 1). Assim, por exemplo, a busca de um bom desempenho de políticas de agricultura pode levar ao mau desempenho da política ambiental: a primeira valoriza a expansão de áreas de lavoura, enquanto a segunda deve evitar que florestas nativas sejam convertidas em áreas agrícolas ou de pastagens. Ou seja, se não integrada, a ação do Estado, ainda que setorialmente eficiente, pode resultar em ineficiência como um todo.

Box 1:

O princípio da Contraprodutividade

É o meio pelo qual um processo benéfico se torna negativo. Depois que atinge certo limiar, o processo de institucionalização se torna contraproducente.

Por exemplo, Ivan Illich calculou que, nos Estados Unidos na década de 1970, se fosse computado o tempo gasto com trabalhar para ganhar o dinheiro para comprar um carro, o tempo gasto no carro (incluindo em engarrafamentos), o tempo gasto na área da saúde por causa de algum acidente de carro, o tempo gasto na indústria de petróleo para abastecer automóveis... a velocidade real de um veículo seria a mesma de se andar a pé.

Deseconomia Específica

É a medida do grau de contraprodutividade que pode ser verificada, por exemplo: no caso da indústria de medicamentos, que acaba gerando novas demandas de cura para os seus efeitos colaterais; no sistema educacional, que na busca de especialidades leva a desconhecimentos gerais; no sistema judicial, que perpetua injustiças; ou na defesa nacional, que leva a inseguranças. O aumento das deseconomias específicas é um sintoma de que uma instituição ou indústria está sendo contraprodutiva em relação a seus objetivos originais.

Fonte: Illich (1973a, 1973b, 1975)

O caso da gestão dos recursos hídricos é exemplar e tem sido objeto de estudo há várias décadas. Os vários usos das águas fluviais são fonte de conflitos, principalmente em momentos de escassez. Um mesmo manancial ou reservatório pode servir à geração de energia hidrelétrica, à agricultura irrigada, à indústria, ao lazer, à pesca e ao abastecimento humano. Quando o volume disponível se vê reduzido (fato bem recorrente nesses tempos de crise climática) os diferentes usos passam a ser objeto de disputa. Não havendo formalmente uma hierarquia de precedências, prevalece o lobby mais forte. Diante de tal situação, geralmente predomina a lógica da prioridade à energia, deixando o suprimento humano em posição secundária.

O imperativo da integração das políticas públicas desperta o interesse no meio acadêmico e em alguns fóruns de debate sobre a efetividade da função reguladora do Estado. Nesse contexto, o caso dos recursos hídricos aparece como exemplo de

possível eixo integrador. Seguindo a tradição do pensamento (e das práticas) da gestão integrada dos recursos hídricos (RAHAMAN & OLLI, 2005), a abordagem *Nexus* (Box 2) despontou como inspiração a uma nova corrente de abordagem integrada de três eixos de segurança que são interdependentes: hídrica, energética e alimentar. Se bem integradas, essas três esferas da regulação pública podem gerar “jogos de soma positiva”, com sinergias em relação a uma quarta esfera: a segurança socioambiental. Esta última é, frequentemente, deixada em um segundo plano, já que combina o social (que é tratado como custo, não como investimento) com o ambiental (que é visto como limitação a atividades produtivas no curto prazo). Na verdade, a esfera socioambiental tem um papel estruturante na integração de políticas e na consequente melhoria geral do seu nível de eficiência.

Box 2:

Abordagem Nexus

O termo “nexus” é utilizado para se referir à abordagem que trata da integração entre os setores água-energia-alimentos, evidenciando a relevância de que esses três setores chaves devem ser tratados de maneira coordenada. A mesma água que gera energia também serve ao abastecimento e à produção alimentar. A abordagem parte do pressuposto da interdependência entre estes três sistemas, concluindo que suas interações afetam sua disponibilidade. Os primeiros estudos apontando para este quadro emergiram no final dos anos 1990, mais foi principalmente no final da década de 2000 que esta literatura se consolidou (Artioli et al. 2017). A abordagem *nexus* surgiu no contexto da crise financeira e alimentar global de 2007-2008 (Allouche et al. 2014).

Fonte: Milhorange & Bursztyn (2018, 6)

A abundância como tragédia

Desde épocas remotas as sociedades se organizam para gerir o acesso aos recursos naturais. Regras para o uso da água já estavam presentes nas antigas sociedades da Mesopotâmia. O Código de Hamurabi, considerado a primeira referência legal escrita, já tratava da distribuição da água (Cech, 2003). No Egito dos faraós, onde a subsistência era dependente do rio Nilo, os agricultores seguiam regras de uso, para que aquele recurso escasso fosse utilizado de forma eficiente. As águas do Nilo eram consideradas santificadas e seu fluxo representava a divindade Noun, o senhor das águas eternas, berço de toda a vida, inclusive dos deuses (Hassan, 2017). Sabemos, portanto, há muito tempo, que recursos que estão disponíveis na natureza mas que são finitos, devem ser regulados.

Os economistas clássicos do século XIX definiram como bem livre aquele que não é escasso e cuja disponibilidade é ilimitada, sem limitação de acesso. O ar que respiramos é sempre lembrado como um exemplo. Contudo, as experiências dos países industriais mostram que mesmo o ar é suscetível de escassez, pelo menos em seu estado puro, já que a poluição pode acarretar prejuízos à saúde e à própria produção. Ou seja, a condição de bem livre e o livre acesso não asseguram a sua integridade.

Dentro do quadro de classificação dos bens proposto por Ostrom, a água tende a ser considerada, na ausência de regras de uso, como um bem público, como o ar, já que usualmente sua apropriação por um indivíduo não é entendida como impeditiva da apropriação por outro. Entretanto, esse tipo de visão pode levar a uma tragédia, como a que foi descrita por Hardin (1968). Na verdade, a água é um recurso de uso comum (*common pool resource*), como os estoques pesqueiros, já que o mau uso ou o sobreuso por parte de alguns usuários pode implicar escassez para outros e, nesse sentido, limitação do acesso. É, assim, um bem livre; mas é um bem do tipo rivalidade (Quadro 1). O uso (ou apropriação) desse tipo de bem é geralmente objeto de regulamentação pelo poder público (código de águas, legislação de pesca, código florestal...), ou por regras comunitárias (como no caso das áreas comunais dos *fundos de pasto*), ou mesmo por pactos entre usuários (ex.: acordos de pesca) (Bursztyn & Bursztyn, 2013, cap. 11; Ferraro, Bursztyn & Drummond, 2017; Oviedo, Bursztyn & Drummond 2015).

Quadro 1: Tipos de bens, segundo Ostrom (1990)

	EXCLUDENTES	NÃO-EXCLUDENTES
RIVALIDADE	Bens privados (alimentos, vestuário, veículos, aparelhos eletrônicos...)	Bens comuns – CPR (pesca, caça, madeira...)
NÃO-RIVALIDADE	Bens “clube” Hotéis, cinemas, TV a cabo...)	Bens públicos TV aberta, ar, defesa nacional...

A história da humanidade é pontuada por exemplos de civilizações que entraram em colapso por causa de uso abusivo de recursos naturais que eram abundantes e cuja apropriação pelos humanos não foi suficientemente bem gerida. Em Colapso (Diamond, 2005) relata vários desses casos.

A fronteira entre a dádiva, no caso de abundância de recursos naturais do tipo bem econômico, e a tragédia, pode ser muito tênue. Vantagens comparativas naturais muitas vezes geram uma situação de acomodação que podem levar à superexploração, ao esgotamento de reservas, à degradação ambiental e à negligência em relação a outras atividades, menos rentáveis no curto prazo. Não por acaso, a abundância traz o risco de se tornar maldição.

Merece referência o processo que ocorreu nos Países Baixos nos anos 1960. A descoberta de uma rica jazida de gás natural, em 1959, levou a uma valorização da moeda nacional, já que boa parte daquele recurso natural era exportada. A maior atenção dada ao gás, como propulsor do crescimento da economia, deixou a indústria em segundo plano e as consequências logo foram sentidas, já que o país sofreu um processo de desindustrialização. Esse fenômeno foi chamado pelos economistas de *Dutch disease* - doença holandesa (Corden & Neary, 1982). Logo ficou evidente que o

mesmo tipo de problema afetava outros países, principalmente aqueles ricos em petróleo, cuja dinâmica econômica acaba ficando a mercê das oscilações dos preços internacionais do produto, o que torna instável a capacidade de importar os bens e serviços de que necessitam.

O Brasil é um caso recente de *doença holandesa*, já que o crescimento do agronegócio tem gerado uma perda de importância relativa da indústria (Salama, 2012). É, também, um caso histórico de atrofia das potencialidades abertas pelas diferentes fases da revolução industrial, em função da preeminência do setor primário-exportador (ex.: açúcar, café, minerais, soja).

Não foi por acaso que Macunaíma pontificou: *muita saúva, pouca saúde, os males do Brasil são*.

O Sol é para todos

A luz do sol é um bem livre, ilimitado e não-excludente. Isso significa que além de estar disponível para todos, o seu uso por uns não impede o acesso ou a disponibilidade para outros. Diferentemente da água doce, e também dos combustíveis fósseis, a luz solar é uma fonte inesgotável, tendo-se como base as escalas de tempo geológica e biológica de nosso planeta. Sequelas ambientais recentes provocaram furos na camada de ozônio que filtra os raios ultravioleta e isso causa danos à nossa saúde. Mas a radiação solar, vital ao ciclo das plantas, não está comprometida. Recentes mudanças antropogênicas na dinâmica do clima tem acarretado variações na regularidade dos períodos de chuvas e estiagem, além de apontarem para uma tendência preocupante de aquecimento global (IPCC, 2014).

A menor confiabilidade do regime de chuvas vem se mostrando como uma limitação aos diversos usos dos recursos hídricos. O recente episódio de seis anos de secas na região semiárida do Nordeste brasileiro expôs um conjunto de vulnerabilidades: sociais, da geração de energia elétrica, da agricultura de sequeiro, da produção pecuária, das práticas de plantio irrigado, do abastecimento das famílias, de produção pesqueira. Não foi a primeira grande seca na região, mas foi uma das mais persistentes. Entretanto, diferentemente de outras épocas, as populações afetadas se mostraram mais resilientes; não ocorreu flagelo, emigração ou tensões sociais com a intensidade do passado.

E o que o momento atual apresenta como singularidade em relação a outros períodos de seca? A resposta a esta pergunta é complexa, mas pode ser sintetizada em dois fatores-chaves: a garantia de uma renda mínima (em inglês *conditional cash transfer – CCT*) à população mais pobre (e mais vulnerável), por meio do programa de transferência de renda *bolsa família*; e a construção de uma extensa rede de pequenas cisternas domésticas, que garantem às famílias locais o armazenamento de água captada nos períodos de chuva e, na ausência desta, da água fornecida por meio de caminhões tanques.

Este último mecanismo se inscreve no âmbito de uma notável mudança no modo como a seca é pensada e enfrentada. No lugar de construir grandes reservatórios (açudes), que não são acessíveis a todos, passou-se a uma estratégia de prover as

famílias com estrutura própria de armazenamento da água. No lugar de políticas do tipo *combate* à seca, que prevaleceram por quase um século, passou-se a uma prática que tem como princípio a *convivência* com a seca. Essa mudança de paradigma se mostra coerente com um princípio maior, que é o de que em relação à natureza não se luta, mas sim se adapta.

Garantia de renda básica e provimento de infraestrutura de armazenamento de água às famílias são duas estratégias que trazem ensinamentos úteis ao processo de concepção, formulação e implementação de políticas públicas. Em primeiro lugar, os fundamentos institucionais de cada uma delas são bem distintos. O *bolsa família* é um programa de governo, do âmbito das políticas sociais. Já no caso das cisternas, a participação governamental é mais indireta e a própria sociedade civil tem papel central enquanto protagonista. O notável, no caso desses dois mecanismos, é o fato de que mesmo tendo sido concebidos para atender a propósitos diferentes (segurança socioeconômica e segurança hídrica), suas práticas revelaram uma sinergia positiva, na forma de capacidade de melhor conviver com as adversidades climáticas. Importante também é a escala de cobertura desses programas. Em março de 2018 pouco mais de 14,16 milhões⁵ de famílias eram beneficiárias do *bolsa família* no Brasil. Destas, 7,12 milhões, ou pouco mais de 50% do total, estavam na região Nordeste, cuja população correspondia a 25% do total do país. No caso das cisternas, 615 mil unidades haviam sido construídas até maio de 2018⁶.

As lições dessas experiências podem ser estendidas a um novo horizonte de políticas, integrando-se novas dimensões territoriais, outros setores e outras esferas da sociedade. Nesse contexto, o Sol pode assumir um papel relevante, como eixo integrador.

Sol é Nexus

As tecnologias para aproveitamento da energia solar por meio de painéis fotovoltaicos tiveram grande avanço nas últimas décadas. Comparativamente a outras opções de produção de energia elétrica, a fotovoltaica foi a que teve o melhor desempenho ao longo dos últimos anos: uma redução de 86% do custo médio de produção, entre 2009 e 2017, em valores médios LCOE - *Levelized Cost of Energy Analysis* - por MWh⁷. A segunda maior queda, no mesmo período foi a da energia eólica: 67%.

A entrada da China na produção de painéis propiciou uma importante queda nos preços dos equipamentos, tornando mais viável economicamente a geração de energia fotovoltaica.

Ramadhan & Nasseeb (2011) analisaram a relação custo-benefício da implantação de sistemas de geração de energia fotovoltaica no Kuwait, com uma eficiência de 15%. A

⁵ <http://mds.gov.br/area-de-imprensa/noticias/2018/marco/bolsa-familia-repassa-r-2-5-bilhoes-a-beneficiarios-em-marco> (acesso em 1/6/2018).

⁶ <http://www.asabrazil.org.br/acoef/p1mc> (acesso em 30/5/2018).

⁷ <https://www.lazard.com/media/450436/rehcd3.jpg> (acesso em 30/5/2018).

conclusão do estudo foi que, comparativamente ao uso de óleo, o sistema solar seria economicamente viável a partir do custo de cem dólares por barril de petróleo. O cálculo não levou em conta fatores cruciais, como o custo provocado pelas emissões de carbono, as grandes oscilações dos preços do petróleo ou a possibilidade de geração distribuída em unidades domésticas. Ainda assim, o grau de competitividade da energia solar já se apresentava como atraente naquele estudo, que teve como foco um país que tem no petróleo sua grande fonte de riqueza. Quase uma década depois, o custo médio da geração de energia fotovoltaica está mais baixo e as pressões e compromissos para a redução das emissões aumentaram, principalmente depois do Acordo de Paris (2015)⁸.

A segurança do número médio de horas de insolação por ano, em cada localidade, permite uma previsibilidade dos investimentos, ao mesmo tempo em que reduz o risco de se ter de recorrer à geração termelétrica nos momentos de crise, como vem acontecendo com certa constância no Brasil, diante da intermitência da capacidade de fornecimento de energia hidrelétrica.

É, portanto, oportuno considerar a energia fotovoltaica como um eixo estruturante da busca de seguranças (hídrica, energética e alimentar), nos moldes da abordagem *Nexus*, que usualmente se apoia na água como fator central. Adicionalmente, a energia solar, por não provocar emissões de carbono, contribui para a qualidade ambiental.

São apresentados, a seguir, argumentos que conectam a opção por energia solar com a esfera social. Com isso, busca-se demonstrar que é possível estender a abordagem *Nexus*, agregando-se outra dimensão: a segurança socioambiental.

- A energia produzida a partir de painéis fotovoltaicos permite uma economia de água nos reservatórios, já que a demanda pela geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas se reduz. A água se torna, então, menos escassa para outros usos, como a irrigação, a piscicultura, e o abastecimento doméstico e industrial. Esse aspecto é crucial, principalmente em momentos críticos de disponibilidade hídrica, que tendem a ser frequentes segundo os cenários climáticos disponíveis (Marengo, 2016).
- A quase universalização do acesso à eletricidade (programa *Luz para Todos*) trouxe notáveis benefícios a extratos da população que até então estavam excluídos desse serviço básico. Mas a conta do consumo energético se tornou um dos itens de custo mais críticos na economia doméstica dos pequenos agricultores familiares. A geração de energia em nível familiar pode permitir uma economia desse gasto, ao mesmo tempo em que pode gerar renda adicional, na medida em que haja um excedente que possa ser distribuído na rede. Se a legislação atual for adaptada, a venda de energia se tornaria uma fonte segura de renda.
- Com energia a custo baixo, é possível adotar padrões produtivos mais energo-intensivos (na indústria, na agroindústria, na agricultura) e isso traz benefícios no nível geral de renda e emprego, com efeitos positivos sobre a arrecadação tributária.

⁸ <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (acesso em 31/5/2018).

- Os investimentos necessários ao provimento de infraestrutura para a geração de novas usinas hidrelétricas obviamente se reduzem. E essa economia pode justificar aportes de subsídios à implantação de sistemas familiares ou coletivos de geração fotovoltaica.
- Menos obras de construção de hidrelétricas significa também menos custos sociais às populações atingidas por barragens e menos gastos públicos com a mitigação de parte desses custos. Tal economia pode ser considerada na conta da viabilidade da opção pela via energética fotovoltaica.
- A renda gerada às famílias produtoras de energia pode reduzir a sua dependência das políticas de CCT, gerando economias ao Estado. E parte dessa economia pode também justificar subsídios à implantação desses sistemas.
- Uma vez que surja uma demanda por equipamentos de geração fotovoltaica, novos negócios tendem a surgir (fabricação, implantação e manutenção), gerando empregos e renda.
- Ao passar da condição de beneficiários (passivos) de CCT à de produtores/vendedores (ativos) de energia, a fixação das populações em suas localidades de pertencimento se torna muito mais efetiva. Isso permite uma *justiça territorial* e uma maior garantia de preservação de vínculos identitários socioculturais.
- Agricultores teriam uma atividade complementar: a de “plantadores de energia”, o que significa uma extensão dos conceitos de multifuncionalidade (da terra) e de pluriatividade (dos trabalhadores). A necessidade de buscar trabalhos temporários complementares fora das suas terras, muito comum na agricultura familiar, poderia ser compensada pela atividade de produção de energia para o mercado.
- A vulnerabilidade às mudanças (ou à impetuosidade) do clima seria bem menor, já que as famílias estariam muito mais adaptadas

Considerações finais

Ao desenvolver sua matriz energética baseada na grande disponibilidade de água, o Brasil soube tirar proveito de sua vantagem comparativa e não precisou recorrer em grande escala a fontes fósseis e nuclear para suprir sua demanda de eletricidade na escala adotada por outros países.

Ao estabelecer que energia elétrica é um direito – com o programa *Luz para Todos* – o Brasil avançou na universalização do acesso, incluindo parcelas da população que estavam à margem, principalmente em comunidades rurais.

Ao criar um programa de transferência de renda à população vivendo abaixo da linha da pobreza, o Brasil avançou no sentido da justiça social e inseriu os beneficiários no mercado consumidor de bens básicos à subsistência. Isso representou, indiretamente, um avanço socioeconômico, ao dinamizar mercados, e também uma redução da vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas.

Ao adotar um amplo programa de construção de cisternas em unidades familiares, o Brasil deu um importante passo no sentido de ampliar a capacidade das populações vulneráveis no sentido de uma maior convivência com a seca.

Ao instituir um programa governamental de aquisição de alimentos (PAA) para serem distribuídos em programas sociais (merenda escolar, alimentação em hospitais, distribuição de cestas básicas) o Brasil fortaleceu a agricultura familiar.

Esses cinco vetores positivos de políticas públicas, entretanto, não estão isentos de óbices, que merecem ser ponderados ao se buscar ganhos de efetividade.

A hidroeletricidade, apesar de ter como base uma fonte considerada limpa, pelo ser caráter renovável, vem mostrando com frequência preocupante um tendão de Aquiles: a sua vulnerabilidade à regularidade das chuvas e da vazão dos mananciais e cursos d'água. Conflitos entre os diferentes usos se tornam mais evidentes em momentos de crise. E o recurso à geração termelétrica representa maiores custos econômicos e ambientais.

A universalização do acesso à luz elétrica representa custo para populações pobres. Para o padrão da economia doméstica daqueles que estão na base da pirâmide social, qualquer gasto adicional representa um fator de pressão sobre o orçamento familiar. Mesmo quando subsidiada, a conta de energia é usualmente lembrada como um item de preocupação por parte dos novos incluídos no acesso à eletricidade.

A transferência de renda, como é o caso da *bolsa família*, também expõe fragilidades políticas e operacionais. Há riscos de perpetuação da dependência de beneficiários ao programa, cuja concepção originária é de que o aporte de renda serve para alavancar uma inclusão social plena. Isso implica ascensão à condição de superação da pobreza extrema e, portanto, a emancipação em relação ao programa. O debate sobre as portas de saída do programa ainda está em curso. O fato de que o consumo propiciado pela renda transferida pelo programa está dissociado da atividade produtiva levanta críticas. Quando não há um vínculo entre poder aquisitivo e produção, criam-se bases para uma *economia pária* e para um ciclo vicioso de dependência de produtos oriundos de outros territórios. Ademais, a cultura política brasileira ainda reproduz práticas atrasadas de vinculação de direitos a favores políticos, resultando em clientelismo (Bursztyn & Chacon, 2011).

Em episódios de seca prolongada a água armazenada nas cisternas não é suficiente para o consumo familiar. Na prática, o recurso ao caminhão-pipa persiste e, com ele, o risco de práticas clientelistas que marcaram a região por muitas décadas.

Frente a adversidades climáticas a compra de parte da produção agrícola pelo governo se vê limitada em suas potencialidades de benefícios aos produtores, que nem sempre estão aptos a fornecer produtos ao mercado.

A ideia de uma *revolução socioenergética* pode ser um ovo de Colombo, já que integra possíveis soluções para todas essas questões. Transformar beneficiários passivos em produtores ativos (de energia fotovoltaica) representa ao mesmo tempo: renda vinculada à inclusão ecoprodutiva, porta de saída da dependência frente à transferência de renda, economia de água (permitindo o melhor uso do recurso para outros fins), redução das emissões de carbono, geração de empregos (na indústria de

painéis fotovoltaicos e na sua manutenção), economia de investimentos na construção de novas hidrelétricas, condições de permanência de populações propensas à migração, dentre outros aspectos positivos.

O processo poderia ter como ponto de partida a instalação de painéis no telhado das casas de agricultores, valendo-se da mesma superfície que já vem sendo usada para coletar água da chuva para o armazenamento em cisternas (ver figura 4). Novas áreas com painéis poderiam ser agregadas, servindo também para a captação de água das chuvas em novas cisternas (3ª água). A energia gerada neutralizaria o custo do consumo da família e o excedente seria distribuído na rede, gerando remuneração aos produtores. Atingindo-se um nível melhor de renda, os produtores não dependeriam mais das transferências de renda pelo governo.

É claro que os investimentos iniciais precisam ser considerados. Mas há de se ponderar: as economias nos custos do programa *bolsa família*, as economias na construção de novas instalações para a geração hidrelétrica, o benefício das emissões evitadas, os efeitos multiplicadores (produção, emprego e tributos) dos negócios que surgiriam em decorrência da adoção de uma via fotovoltaica, a economia de água que poderia maximizar a geração hidrelétrica já instalada e garantir segurança hídrica e alimentar (agropecuária e piscicultura). Todos esses aspectos, agregadamente, justificam a concessão de subsídios à *revolução socioenergética*.

E há benefícios adicionais: a fixação da população nas suas localidades de origem, reduzindo a pressão do êxodo rural e assegurando um maior grau de justiça territorial (ao valorizar lugares condenados a serem eternos pontos de expulsão demográfica); um incremento na autonomia e na autoestima dos produtores, que se libertariam da dependência passiva das benesses do Estado paternalista, com menor margem para práticas clientelistas; o fim do custo social gerado pelo deslocamento de populações ribeirinhas para a construção de barragens para a geração de energia hidrelétrica; uma maior segurança à piscicultura praticada em represas, que estariam menos vulneráveis ao deplecionamento.

A *revolução socioenergética* pode ser a espinha dorsal da evolução da abordagem *Nexus*, que considera a integração das seguranças hídrica, energética e alimentar, no sentido de um “*Nexus+*”, que integraria também a segurança socioambiental. O eixo estruturante passaria do recurso água (que em contextos de crise resulta em fator *desestruturante*, dados os conflitos de uso inerentes à escassez e os impactos socioambientais) para a radiação solar (que, ademais, representa um serviço socioambiental).

A experiência deveria se iniciar no semiárido nordestino, onde o problema (excesso de sol) se tornaria a solução (energia solar). O salto qualitativo que representa a evolução da abordagem de *Nexus* para a de *Nexus+* representa algo semelhante à passagem da noção de REDD para a de REDD+, por meio da incorporação da dimensão socioambiental.

A *revolução socioenergética* não precisaria estar circunscrita ao meio rural. Afinal, porque não pensar em “energia na laje” em favelas? Ou em prédios públicos? Subsídios (de curto prazo) seriam necessários à implantação da abordagem *Nexus+* nos moldes aqui sugeridos, de forma a que seus efeitos sejam efetivos (em termos de

sustentabilidade de sistemas socioecológicos, no longo prazo). Para tanto, há que se considerar que subsídios teriam a função de pagamentos por serviços ambientais.

Uma pergunta pode ser lançada nesse ponto: porque uma *revolução socioenergética* solar e não eólica? A resposta nos remete a um debate que tem raízes nos anos 1970, com a publicação da obra de Schumacher (1973) *Small is Beautiful*. O padrão tecnológico da via eólica não se viabiliza na escala de uma pequena unidade familiar brasileira. A via fotovoltaica permite uma capilarização muito maior do que o aproveitamento dos ventos, em termos de pessoas ocupadas direta e indiretamente, por Kw gerado.

A incidência da luz solar é geograficamente determinada, mas sua apropriação é democrática.

Referências

- Allouche J, Middleton C, Gyawali D. 2014. *Nexus Nirvana or Nexus Nullity? A dynamic approach to security and sustainability in the water-energy-food nexus*. Brighton: STEPS Centre.
- Artioli F, Acuto M, McArthur J. 2017. The water-energy-food nexus: An integration agenda and implications for urban governance. *Political Geography*. 61:215–223.
- Bursztyn, Marcel e Chacon, Suely Salgueiro. 2011. Ligações perigosas: proteção social e clientelismo no semiárido nordestino. *Revista Estudos Sociais e Agricultura*. vol.19, n.1, 30-61. Rio de Janeiro: CPDA,
- Bursztyn, Maria Augusta Almeida e Bursztyn, Marcel . *Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2013. v. 1. 616p.
- Cech, T. V. 2003. *Principles of Water Resources: History, Development, Management and Policy*. New York: John Wiley and Sons.
- Corden, W., & Neary, J. (1982). Booming Sector and De-Industrialisation in a Small Open Economy. *The Economic Journal*, 92(368), 825-848. doi:10.2307/2232670
- Diamond Jared. M. 2005 *Collapse: how societies choose to fail or survive*. Allen Lab. New York, NY: Viking Books.
- Ferraro Jr, Luiz Antonio ; Bursztyn, Marcel ; Drummond, José Augusto. Sustainability of the Remaining Agricultural Commons in the Brazilian Northeast: challenges beyond management. *ERDE*, v. 148, p. 150-166, 2017.
- Furtado, Celso. 1959. *Formação econômica do Brasil*. 27. ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional.
- Hardin, Garrett. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* 162, 1243-1248.
- Hassan, Hamdi A. 2017. Egypt and Controlling the Nile - From Mythologies to Real Politics. In: <http://allafrica.com/stories/201709080301.html> (retrieved 5/28/2018).
- Illich, Ivan. 1973a. *Tools for conviviality*. New York: Harper & Row.
- Illich, Ivan. 1973b. *Celebration of awareness : a call for institutional revolution*. Harmondsworth, UK: Penguin Education.
- Illich, Ivan. 1975. *Medical Nemesis: The expropriation of health*. London: Marian Boyars.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. IPCC, Geneva, 151pp.
- Marengo, J.A., Torres, R.R. and Alnes, L.M. 2016. Drought in Northeast Brazil-past, present, and future. *Theor Appl Climatol* 20: 1-12.
- Milhorance, Carolina & Bursztyn, Marcel. 2018. *Interações entre Instrumentos de Políticas Públicas: conceitos, lacunas e agenda future de pesquisa*. Relatório de pesquisa. CES/UnB, 52pp.
- Ostrom, Elinor. 1990. *Governing the commons : the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oviedo, Antonio ; Bursztyn, Marcel ; Drummond, José Augusto Leitão . Agora sob Nova Administração: acordos de pesca nas várzeas da Amazônia brasileira. *Ambiente & Sociedade* (Online), v. 18, p. 119-138, 2015.

Rahaman, Muhammad Mizanur & Varis, Olli. 2005. Integrated water resources management: evolution, prospects and future challenges. *Sustainability: Science, Practice, & Policy* 1(1), 15-21.

Ramadhan, Mohammad and Naseeb, Adel. 2011. The cost benefit analysis of implementing photovoltaic solar system in the state of Kuwait. *Renewable Energy* 36(4): 1272-127.

Salama, Pierre. 2012. Globalización comercial: desindustrialización prematura en América Latina e industrialización en Asia, *Comercio Exterior*, Vol. 62, Núm. 6, Noviembre y Diciembre de 2012, pp. 34-44.

Schumacher, Edward. 1973. *Small is beautiful: economics as if people mattered*. New York: Harper & Row.



Figura 1: Ponto de recarga de telefones celulares (Marrakesh, Marrocos – 2017).



Figura 2: Medidas da geração de energia fotovoltaica em mesquita (Marrakesh, Marrocos – 2017).



Figura 3: Painéis fotovoltaicos em propriedade rural (Baviera, Alemanha – 2017)



Figura 4: Dois sistemas de captação e armazenamento de água da chuva (1ª água – coleta do telhado; 2ª água – coleta em superfície calçada) (Piranhas, AL – 2015)