

“ENERGY WILL DO ANYTHING THAT CAN BE DONE IN THE WORLD; AND NO TALENTS, NO CIRCUMSTANCES, NO OPPORTUNITIES WILL MAKE A TWO-LEGGED ANIMAL A MAN WITHOUT IT”¹

A primeira fonte de energia foi o sol. O astro rei. Ocupou lugar de destaque, protagonista solitário, por uma semi-eternidade. Entregou calor e luz para o que existisse sobre a superfície da terra. Em determinado instante a descarga de um raio originou o fogo. Uns milhões de anos para ser domesticado pelo *Homo erectus*. Nossos estimados ancestrais puderam aquecer-se no inverno, defender-se dos predadores ferozes e aprimorar o valor nutricional dos alimentos. A nova dieta turbinou a evolução da espécie. Segue o fio da história. O tempo passa e o vento debuta como propulsor marítimo de barcos arcaicos. Continentes são povoados. Os Persas erguem os primeiros moinhos para moer grãos e irrigar plantações. *Voilà*. Uma nova revolução agrícola. *Fast forward* para a Inglaterra do século XVIII. Novas máquinas convertem energia térmica em energia mecânica. A Revolução Industrial surge e, com ela, o modo de produção capitalista. A eficiência se multiplica. O maldito carvão substituindo os braços humanos e a biomassa. As velas, lampiões e o fogo são trocados pela luz elétrica. As baleias são salvas da extinção. O ritmo da vida começa a ser controlado pelo homem e os átomos passam a dançar conforme sua música. O petróleo é descoberto! Novo salto de produtividade, a energia se espalha seguindo a lógica econômica. As guerras bárbaras são substituídas pelo xadrez geopolítico. O eterno conflito entre os afortunados e os desventurados. A nova corrida não aspira apenas a crescimento e riqueza. O acesso à energia se transforma em estratégia de defesa supranacional. A obsessão passa pela diversificação da matriz. Novos combustíveis fósseis são explorados. Até que um mundo rico e maduro ganha consciência ambiental e coloca o carbono na equação.

A energia sempre foi personagem solene da história. A organização da nossa sociedade se deu através da luta do homem para manipular o meio ambiente e domesticar os elementos que o rodeiam. A incessante peleja para combater a entropia. Energia é a capacidade de produzir trabalho. Nunca é criada, sempre transformada. A máquina de transformar energia que nos é mais familiar está atrás dos olhos que lêem essas palavras. Nossos corpos convertem a energia química presente nos alimentos em calor e energia mecânica. Essa energia química que ingerimos, por sua vez, é produto da conversão da energia do sol em glicose por meio da fotossíntese realizada pelas plantas.

A potência do corpo humano de produzir energia é extremamente limitada quando a comparamos às máquinas que estamos habituados a utilizar. Precisamos exaurir um campeão olímpico de ciclismo² para torrar um pão em uma torradeira. A energia necessária para escalar o Everest carregando um galão de água de 20 litros está contida em um copo descartável de gasolina. Cada ser humano consome, em média³, uma quantidade de energia equivalente à produzida por cerca de 200 trabalhadores braçais. Por esse motivo, a

¹ Goethe

² <https://www.youtube.com/watch?v=S4O5voOCqAQ>

³ O conceito de consumo médio é naturalmente capcioso. Enquanto nos EUA o consumo per-capita é 4x a média global, em Bangladesh é 15%.

história da produtividade humana é cercada de descobertas relacionadas às conversões energéticas. A propulsora de avanços civilizatórios.

Por séculos essa busca foi, de certa forma, selvagem. Uma ambição desenfreada por ganhos de eficiência. Um descaso natural, e racional, em relação aos recursos utilizados para alcançar os objetivos. Até porque estes pareciam infinitos, dado a subutilização de um planeta com pouca densidade populacional. Com a proeminência da discussão climática, virou lugar comum carimbar diferentes formas de energia como boas ou más. Heróis e vilões em um roteiro de Hollywood. No entanto, esse reducionismo maniqueísta pode ser traiçoeiro. Tudo depende do contexto. A eletricidade é perfeita para garantir o funcionamento de uma geladeira, mas não é ideal para operar um alto-forno a 2.000 °C. O combustível de aviação é extraordinário para mover um avião, mas é desastroso para alimentar seu cachorro. As variáveis que definem a relevância da fonte de energia estão relacionadas à sua disponibilidade, ao seu custo de aproveitamento e à facilidade de transporte através do espaço e do tempo.

Na Europa medieval, a madeira era responsável por fornecer o calor necessário tanto para as indústrias quanto para as residências. Já no século XVI a Inglaterra se tornou uma economia dependente do carvão. Isto ocorreu em função do crescimento populacional e da urbanização acelerada, que resultaram em um expressivo aumento da demanda por energia. A partir de 1530, o preço da madeira começou a subir velozmente. Em 1555, o liberal parlamento inglês proibiu a exportação de madeira caso ela estivesse sendo negociada acima de determinado preço⁴. O governo britânico, preocupado com a potencial escassez dado que a madeira também era matéria prima primordial na construção de navios, ordenou uma redução na taxa de desmatamento no início do século XVII. O carvão, que já era conhecido há pelo menos alguns séculos⁵, ocupou esse vácuo. Os processos de manufatura, originalmente desenvolvidos para operar com madeira, foram redesenhados – o contato com a fumaça do carvão invariavelmente danificava os produtos. Desse processo adaptativo de otimização, descobre-se como lidar com o carvão, e nasce a Primeira Revolução Industrial⁶. Apesar de sua imundície, sujeira e fetidez, o carvão foi capaz de oferecer uma nova fase de conforto ao clima úmido e frio do Reino Unido, turbinando seu desenvolvimento econômico e garantindo lugar de destaque no tabuleiro geopolítico global nos séculos seguintes.

A substituição da madeira pelo carvão é considerada a primeira transição energética. O carvão aliava a vantagem de uma alta disponibilidade a um baixo custo, além da simplicidade na armazenagem. Já seu transporte se revelava desafiador por ser sólido e insuficientemente denso. O quadro mudou a partir da descoberta do petróleo, líquido em temperatura ambiente e com uma densidade energética invejável, a fonte de energia móvel por excelência. Sua disponibilidade permitiu que o automóvel se tornasse um fenômeno das massas, moldando a dinâmica de organização espacial e política de diversas sociedades ao longo do

⁴ The Great Wave - Price Revolutions and the Rhythm of History

⁵ O carvão era consumido em pequena escala nos locais onde aflorava perto da superfície na Inglaterra desde o século XII, mas enquanto a madeira estava amplamente disponível não existiam incentivos para uma exploração mais intensa.

⁶ O forno de reverberação, por exemplo, foi desenvolvido para permitir a queima de carvão sem que os produtos fossem contaminados pelos gases da combustão. Além disso, surgiram processos como a cimentação para a conversão de ferro em aço, o uso do carvão na secagem de malte, e a introdução do forno de coque para a fundição de ferro, substituindo o carvão vegetal. Essas adaptações possibilitaram a expansão de diversas indústrias e foram essenciais para o desenvolvimento da Primeira Revolução Industrial.

século XX. Também foi fator decisivo na vitória dos Aliados na Segunda Guerra Mundial, tanto como combustível para os veículos militares, quanto na fabricação de materiais cruciais para a guerra⁷. Após o petróleo, desponta o gás natural, em seguida as hidrelétricas, as usinas nucleares e, mais recentemente, as renováveis. Classificar esses fenômenos como transições pode ser imprudente. Afinal, a madeira foi a única fonte com consumo nominalmente reduzido⁸. O consumo de carvão, por exemplo, depois de séculos de utilização, continua batendo recordes. Consumimos hoje globalmente quase três vezes mais do que 50 anos atrás. A China, que era responsável por cerca de 10% do consumo global em 1970, representa hoje mais de 55%. Só nos últimos 20 anos adicionaram um consumo anual equivalente a mais de 11 vezes a redução feita pela eco-consciente União Europeia. Redução essa que, por sua vez, foi celeremente revertida como consequência da menor oferta de gás após a invasão da Ucrânia pela Rússia. Como diria Guimarães Rosa: “o sapo não pula por boniteza, mas porém por precisão”.

“IF PEOPLE DO NOT BELIEVE THAT MATHEMATICS IS SIMPLE, IT IS ONLY BECAUSE THEY DON'T REALIZE HOW COMPLICATED LIFE IS”⁹

A discussão pública recente aponta a descarbonização como um novo objetivo a ser perseguido. Para organizar melhor o debate acerca das emissões de gases de efeito estufa (GEE), o economista japonês Yoichi Kaya desenvolveu a seguinte identidade matemática:

$$GEE = GEE / E [A] * E/PIB [B] * PIB/POP [C] * POP [D]$$

A fórmula expressa que as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) são uma função da intensidade de emissões por quantidade de energia [A], da quantidade de energia necessária para a produção de bens e serviços [B], do PIB per capita [C] e do tamanho da população [D]. Para reduzir a emissão, portanto, devemos reduzir algum dos quatro elementos dessa identidade. Ignorando a possibilidade de grandes guerras ou fome generalizada, a variável população não vai resolver o problema, sendo inclusive uma força no sentido contrário¹⁰. O PIB per capita tampouco – países emergentes dependem de crescimento de PIB para alcançar padrões de vida mais próximos dos países desenvolvidos que, por sua vez, dependem de crescimento da economia para equilibrar seus sistemas previdenciários. Nos resta então como alternativa i) aumentar a eficiência energética do sistema, utilizando menos energia para produzir a mesma quantidade de riqueza; e/ou ii) reduzir a quantidade de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida.

⁷ Os EUA enfrentaram uma grave escassez de borracha devido à ocupação japonesa nas regiões produtoras do Sudeste Asiático. A borracha era essencial para o esforço de guerra, usada em pneus, aeronaves e outros materiais militares. Para superar essa limitação, os EUA investiram intensamente no desenvolvimento da borracha sintética, que depende do petróleo como ingrediente principal.

⁸ Além de madeira, só existe uma outra fonte que teve seu consumo reduzido a ponto de ser extinto: o óleo de baleia.

⁹ John von Neumann

¹⁰ A ONU projeta um crescimento populacional da ordem de 0,6% ao ano até 2050, levando a população global para perto de 10 bilhões de pessoas em 2050.

A aposta em eficiência energética não é um vetor incontestável. Em seu livro de 1865, *The Coal Question*, o economista inglês William Stanley Jevons ensaiou uma provocação que se tornou conhecida como o Paradoxo de Jevons. O autor sugeria que uma maior eficiência no aproveitamento de um recurso – nesse caso o carvão – não resultaria em redução de consumo, e sim, de forma contra-intuitiva, em um incremento. O mecanismo é simples, o menor consumo de energia no processo industrial se traduz em preços inferiores do produto final, o que catalisa um aumento de demanda, que por sua vez amplia a demanda agregada de energia do setor em questão, mesmo com uma demanda unitária inferior. Observa-se empiricamente o fenômeno em inúmeros aspectos da vida moderna. O ganho de eficiência nos automóveis é um exemplo. A redução do gasto energético traduziu-se na mudança de padrão dos consumidores que migraram para veículos maiores e menos eficientes – SUVs que eram 5% da frota global em 2010 se tornaram mais de 25% em 2022. O exponencial ganho de eficiência da iluminação LED não se traduziu em redução proporcional de consumo¹¹. Basta andar pelo aeroporto Santos Dumont ou visitar o *Sphere* em Las Vegas¹² para perceber que a criatividade humana funciona tanto para poupar quanto para gastar. A mão que afaga é a mesma que apedreja. A doutrina econômica tradicional, em sua obsessão por variáveis constantes, deve contemplar esse fenômeno nas projeções e modelagens em resposta à emergência climática. A Agência Internacional de Energia (IEA na sigla em inglês) em seu cenário *Net Zero 2050* projeta uma redução anual de mais de 3% na intensidade energética do PIB, chegando a uma oferta total de energia primária 15% menor do que hoje¹³. Pode se tratar de omissão ou negligência, ou talvez de um otimismo utópico. Mas, provavelmente, trata-se apenas da esperança vencendo a experiência.

A distribuição de consumo global é assimétrica. O recorte dos 1 bilhão de indivíduos mais privilegiados consome per capita quatro vezes mais do que os outros 7 bilhões. Os 80% que menos consomem energia nunca voaram de avião e não possuem nenhum automóvel. Parece-nos improvável que o topo da pirâmide aceite reduzir o seu nível de consumo para esse patamar, e, por outro lado, parece-nos imoral, além de politicamente inviável,¹⁴ impedir a base da pirâmide de ascender. Os potenciais ganhos de produtividade energéticos correm em velocidade insuficiente para atender a demanda. Nosso objetivo como sociedade civilizada, deveria ser, precisamente, expandir o conforto e as experiências resultantes da vida moderna, mirando o ponto de equilíbrio entre os benefícios individuais e os custos coletivos.

O controle das externalidades negativas – medidas por emissões de gases de efeito estufa – tem apenas um caminho: migrar a matriz energética global para alternativas que emitam menos. O ótimo de longo prazo equilibra-se na expansão energética de fontes não carbônicas aliada a um investimento imenso na eletrificação da economia. A ponte que nos leva a esse lugar idílico, no entanto, depende dos hidrocarbonetos

¹¹ A demanda total por iluminação no ano 2000 que era da ordem de 9 petajoules (19% da demanda total por eletricidade) hoje se aproxima de 13 petajoules (15% da demanda total por eletricidade).

¹² O *Sphere* em Las Vegas é equipado com mais de 1,2 milhão de LEDs, consumindo cerca de 2,5 megawatts de energia, o equivalente ao consumo de aproximadamente 2.000 residências médias. Com sua tela externa de 365 metros de diâmetro, é a maior estrutura LED esférica do planeta.

¹³ A intensidade energética do PIB vem caindo ao longo dos últimos 50 anos a uma média de 1% ao ano. Nas projeções da IEA essa queda precisa acelerar para 3% a.a.

¹⁴ A reação popular dos *Gilets Jaunes* (Coletes Amarelos) na França, que se originou em 2018 contra o aumento de impostos sobre combustíveis fósseis, ilustra bem a dificuldade de implementar políticas de restrição de consumo, mesmo que amparadas por um racional ambiental consistente. A pressão popular em regimes democráticos com eleições periódicas cria enorme resistência a qualquer tipo de política que afete diretamente o custo de vida da população.

para sua fundação. Afinal, não erguemos uma pá eólica sem demandar minerais básicos, metalurgia, laminadores, altos fornos, concreto e combustível. Uma imagem barroca e hiperbólica, contudo, realista e pragmática.

O imaginário coletivo expia suas culpas por meio da fé nessa capacidade quase mágica de fazer brotar energia limpa de fontes tão abundantes como sol e vento. Mas apesar de sua onipresença na mídia, as fontes renováveis eólica e solar, alçadas ao posto de salvadoras de uma humanidade sedenta por combustíveis fósseis, representavam em 2023 apenas 2,4% do nosso consumo global de energia. Isso com investimentos anuais já ultrapassando a marca simbólica de 1 trilhão de dólares.

“IT DOESN’T MATTER IF A CAT IS BLACK OR WHITE, SO LONG AS IT CATCHES MICE”¹⁵
&
“DEVELOPMENT IS THE ONLY HARD TRUTH”¹⁵

A China, ator destacado no tabuleiro geopolítico global, proprietária de capacidade singular de planejamento e execução dado seu regime político, utilizou a transição energética como um componente de sua plataforma de desenvolvimento. É responsável por 40% da capacidade instalada global de energia solar e eólica, e garantiu posição privilegiada no controle do *supply chain* das principais tecnologias da transição energética verde, controlando direitos minerários e capacidade de processamento fundamentais para produção de placas solares e baterias¹⁶. No entanto, por trás dessa cândida fotografia, encontra-se um apetite agnóstico, desmesurado e insaciável por energia. A China de 20 anos atrás que consumia 12% de toda a energia global, hoje abocanha quase 30%. O país foi responsável neste período por 57% do acréscimo de consumo anual de todo o planeta. As energias limpas de fato saltaram de 7% para 18% da matriz energética chinesa, adicionando 26 exajoules¹⁷ de energia sem emissões de carbono, acima de qualquer outro país na história da humanidade. Destacar apenas esse ponto, no entanto, seria negligenciar os mais de 50 exajoules de carvão adicionados na mesma janela – uma falha analítica grave. O Partido Comunista neste caso aparenta distanciar-se da moralidade absoluta de Confúcio, guiando-se mais por Maquiavel: “o príncipe deve fazer o bem sempre que for possível, e o mal quando for necessário.”

Por conta do perigo iminente, questões ligadas à emissão de carbono e transição energética constituem uma espécie de campo minado analítico. Previsões acabam por se confundir com aspirações e interpretações com desejos. Narrativas são simplificadas para que comodamente se adaptem à nossa visão de mundo. Como investidores de longo prazo, fazemos esforço ativo para evitar esse tipo de armadilha e manter algum nível de independência intelectual. Que o carbono é uma ameaça existencial não há dúvida. Mas sem perder o caráter provocativo, o desafio de organizar e estruturar a sociedade com a cadeia de incentivos correta nos remete ao Enigma da Esfinge de Tebas: “decifra-me ou te devoro”.

¹⁵ Deng Xiaoping

¹⁶ Em 2021, a China controlava 72% da capacidade mundial de fabricação de polissilício, 98% de lingotes, 97% de wafers, 81% de células e 77% de módulos solares, além de deter cerca de 80% da capacidade global de fabricação de baterias de íon-lítio.

¹⁷ Uma referência de escala: o consumo primário de energia do Brasil em 2023 foi de 14 EJ, 5 EJ a mais do que 20 anos atrás.

"THE FIRST PRINCIPLE IS THAT YOU MUST NOT FOOL YOURSELF, AND YOU ARE THE EASIEST PERSON TO FOOL"¹⁸

A despeito de abundantes evidências dos impactos negativos do tabagismo, hoje ainda temos mais de 1 bilhão de fumantes no mundo, produzindo receita anual de algumas centenas de bilhões de dólares para a indústria do tabaco. Milhões perecem anualmente como consequência direta desse comportamento auto infligido. Ainda que racionalmente compreendam que o hábito pode custar a própria vida, inúmeros não conseguem, ou sequer tentam, interromper o vício. Esse tipo de atitude é um prato cheio para estudos de ciências comportamentais. À primeira vista, esse tipo de conduta apresenta características anti-evolutivas. Nenhuma decisão que precipite a morte deveria se manter no *pool* genético por muitas gerações. Isso só seria verdade, no entanto, se o gene que codifica a predisposição ao vício em nicotina não tivesse efeitos positivos associados¹⁹ e se essas mortes ocorressem a tempo de atrapalhar a reprodução. Caso contrário, faltam mecanismos para que a seleção natural exerça seu papel.

A sacada de Darwin ao analisar as penas dos rabos dos pavões é um dos pilares conceituais de sua obra. A proeminência de uma característica que, à primeira vista, deveria reduzir as chances de sobrevivência de uma espécie – um rabo de um tamanho desproporcional – aparentemente contradiz os postulados da teoria da seleção natural. A sobrevivência, no entanto, é apenas parte da história. A capacidade de copular com mais fêmeas para gerar uma prole mais numerosa é o que garante a perenidade dos genes do pavão vencedor. São as fêmeas com seu conjunto de valores, escolhas e desejos, portanto, que decidem quais genes são efetivamente passados adiante. Transmutando esses conceitos para o universo dos investimentos, podemos ponderar que trata-se do lucro a unidade que outorga ao negócio a capacidade de se reproduzir. O caixa gerado por uma operação permite o reinvestimento e facilita captação de recursos adicionais, possibilitando a expansão. Abertura de novas lojas, desenvolvimento de novos produtos ou construção de novas fábricas. O papel da fêmea, a tomadora de decisão final sobre quais genes serão passados adiante, é desempenhado nesse caso pelo consumidor. Este compromete sua energia não por meio do seu aparato reprodutivo, mas do seu capital pecuniário. As empresas que sobrevivem ao impiedoso teste do tempo são aquelas que conseguem desenvolver uma relação simbiótica com seus clientes, oferecendo produtos ou serviços que auxiliem sua estratégia de reprodução e sobrevivência.

Richard Dawkins define o corpo como um veículo de sobrevivência dos genes. O comportamento deste conjunto de genes que nos habituamos a chamar de indivíduo é moldado por dinâmicas evolutivas que escapam a nossa compreensão e se manifestam em arcos temporais longos. Se temos dificuldade de ponderar e evitar riscos auto impostos às nossas próprias vidas, como é o caso do tabagismo ou do consumo excessivo de açúcar, acreditar que os agentes econômicos terão um comportamento perene que vá de encontro a seus impulsos primitivos em nome de um cálculo racional de um risco humanitário vindouro, por mais humanista que pareça, carece de razoabilidade.

¹⁸ Richard Feynman

¹⁹ O gene CHRNA5 codifica uma proteína que atua na produção de estruturas que fazem parte dos receptores nicotínicos, criando uma predisposição ao tabagismo. Esses mesmos receptores, no entanto, também são responsáveis pela transmissão rápida de sinais entre neurônios.

Analisamos a transição energética diligenciando-se para distinguir o que trata-se de retórica vazia, o que é produto de um ciclo puramente político e o que faz sentido econômico de fato. Desconfiamos do êxito de estratégias que falhem em alinhar incentivos econômicos, por mais que narrativas políticas as impulsionem, ou que apenas ambicionem a conquista de agradável reputação social e propiciem lugar de conforto para seus evangelizadores. Nosso ceticismo aguça quando a conta não fecha. A realidade econômica invariavelmente se impõe. Ela tarda, mas não falha.

–

Esta foi a primeira parte de uma trilogia concentrada no tema da transição energética. Na sequência pretendemos explorar com mais profundidade os impactos desse tópico para o Brasil e, em seguida, os desdobramentos dessas reflexões na seleção de empresas em nosso portfólio.