

O FIM DO PETRÓLEO BARATO E DO MUNDO QUE CONHECEMOS

Felipe Coutinho* em setembro de 2017

Não há substituto para o petróleo barato de se produzir, mas ele acabou e a humanidade vive as consequências econômicas e sociais deste fato. Neste artigo trabalho com as informações da indústria mundial, o investimento em Exploração e Produção (E&P) e a produção agregada desde 1985 para evidenciar o aumento do custo médio de se encontrar e produzir cada barril adicional de petróleo, para então avaliar as consequências para a indústria e a sociedade. A descoberta do pré-sal e a condição relativa do Brasil e da Petrobras, diante da situação internacional aqui descrita, serão tratados em outro artigo.

Há 19 anos, em março de 1998, Colin Campbell e Jean Laherrère publicaram seu artigo agora clássico "The End of Cheap Oil", O Fim do Petróleo Barato, na revista *Scientific American*. Podemos ver agora que as previsões foram corretas. (Campbell & Laherrere, 1998)

Em seu artigo de 1998, Colin e Jean também discutiram o petróleo não convencional. Eles escreveram:

"Por último, os economistas gostam de salientar que o mundo contém enormes reservas de petróleo não convencional que podem substituir o petróleo convencional assim que o preço subir suficientemente alto para torná-los lucrativos. Não há dúvida de que os recursos são amplos.... Teoricamente, essas reservas de petróleo não convencionais poderiam saciar a sede do mundo de combustíveis líquidos, já que o petróleo convencional passa seu pico de produção. Mas a indústria terá dificuldade em relação ao tempo e ao dinheiro necessário para acelerar rapidamente a produção de petróleo não convencional".

A produção do petróleo não convencional (*tight oil* e *shale gas*) dos EUA está atrasando o momento em que a produção global de combustíveis líquidos começa a diminuir. Em 1998, Colin e Jean estimaram o pico de todos os combustíveis líquidos em 2010, mas, ao mesmo tempo, observaram que algumas respostas poderiam atrasar essa

data. A lição mais importante que podemos agora tirar do artigo de 1998 é que o mundo foi avisado que os dias do petróleo barato eram contados e que muitas nações que importam grandes quantidades de petróleo deveriam ter ouvido o conselho e respondido de forma mais adequada. (Alekklett, How correct were Colin Campbell and Jean Laherrère when they published “The End of Cheap Oil” in 1998?, 2015)

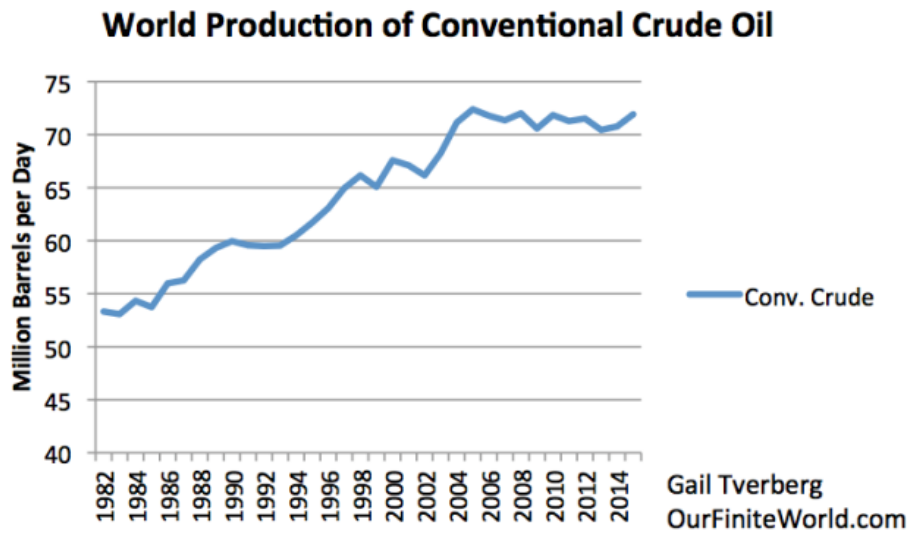


Gráfico 1: Produção de petróleo convencional (Tverberg, 2016)

A aplicação da tecnologia de faturamento horizontal e a produção do petróleo e gás natural das reservas de folhelho (*shale*) nos EUA atrasaram a produção máxima de petróleo em cinco anos depois do pico previsto de 2011, ou seja, para 2016. (Alekklett, Fracking (Tight Oil) delays Peak Oil by some years, 2017)

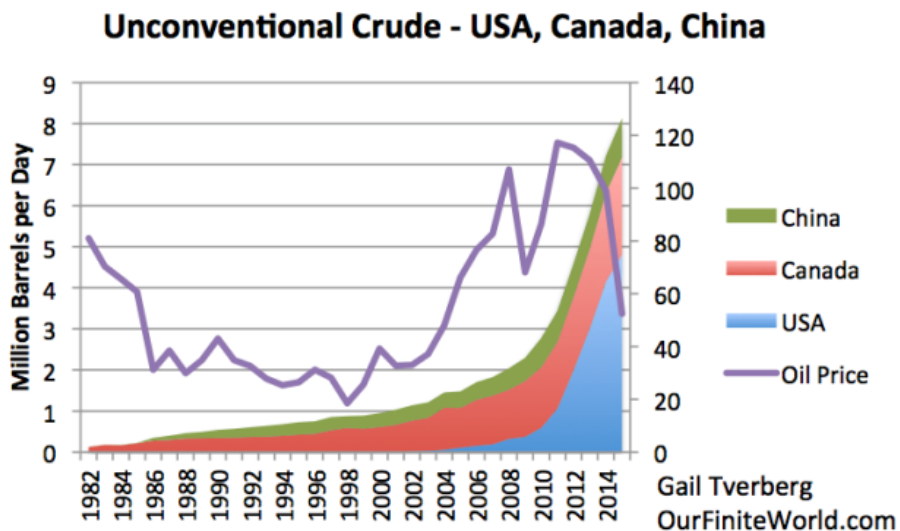


Gráfico 2: Produção do petróleo não convencional e preços (Tverberg, 2016)

Kaufman usou a qualidade e a quantidade de fluxos de energia para interpretar mudanças econômicas, sociais e políticas nos EUA e na antiga União Soviética. Os sucessos econômicos da ex-União Soviética e dos EUA refletem um abundante suprimento de energia de alta qualidade. Esta abundância terminou na década de 1970 nos EUA e na década de 1980 na antiga União Soviética. Nos EUA, o fim do petróleo barato causou a estagnação da produtividade do trabalho, o que interrompeu o crescimento contínuo dos salários e dos rendimentos familiares. Para preservar o sonho americano, segundo o qual cada geração viverá melhor do que a precedente, as mulheres entraram na força de trabalho, a renda foi transferida da poupança para o consumo, a economia dos EUA mudou de credora líquida para devedora e as dívidas das famílias, das corporações e do governo federal dispararam.

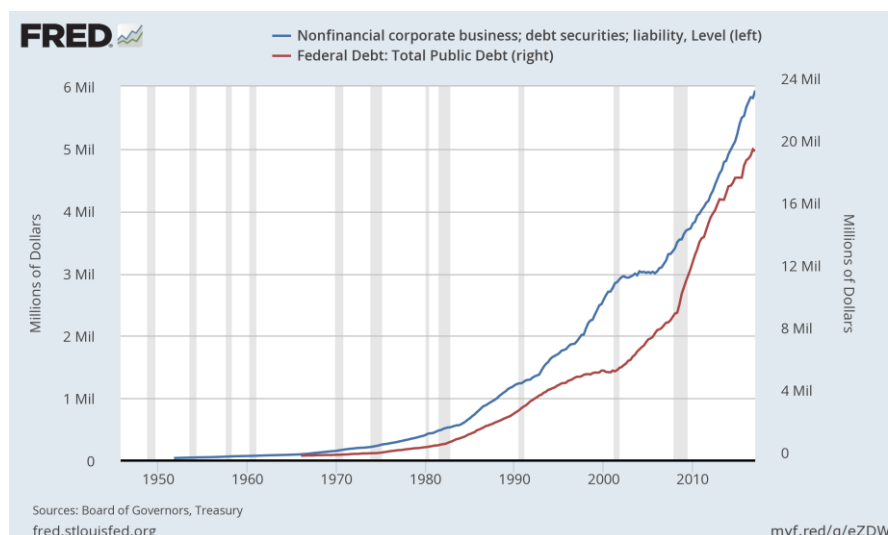


Gráfico 3 Dívida pública federal e das corporações não financeiras dos EUA (Federal Reserve Bank of St. Louis, Acessado em 8/9/17)

Apesar dos esforços para ocultar os efeitos da renda (salarial), o fim do petróleo barato também é responsável pelo aumento da desigualdade. Na antiga URSS, o fim de abundantes fontes de energia significou que a alocação do superávit de energia entre a economia doméstica, as exportações subsidiadas para a Europa Oriental e as vendas, em troca de moeda forte para o Ocidente, tornaram-se um jogo de soma zero. Isso contribuiu para o colapso da aliança do Conselho de Assistência Econômica Mútua (CMEA) e da antiga URSS. Se os EUA puderem se livrar da dívida pessoal e governamental, resolver as preocupações sociais e políticas sobre a desigualdade é o próximo grande desafio colocado pelo fim do petróleo barato. (Kaufmann, 2014)

Então vamos aos dados, meu objetivo agora é verificar a hipótese de que cada barril adicional de petróleo, em média, tem sido mais caro de se produzir. O gráfico a seguir apresenta a produção de petróleo e o investimento em Exploração e Produção (E&P), anuais e agregados em termos mundiais. (Barclay's E&P Spending Outlook, 2016) (EIA, Acessado em 2/9/17) (BP, 2017) (US Inflation Calculator, Acessado em 2/9/17)

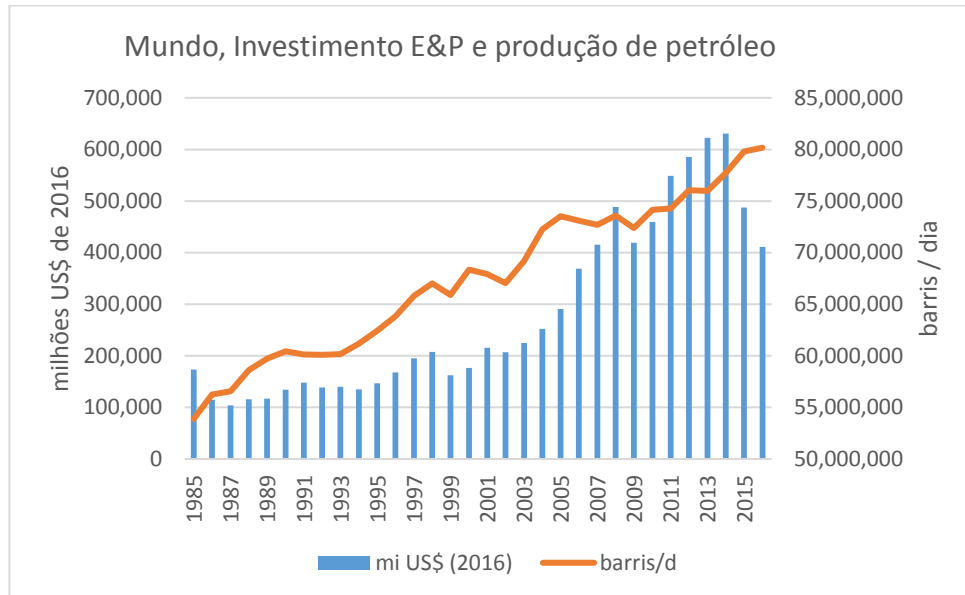


Gráfico 4: Investimento em E&P e produção mundial de petróleo (1985-2016)

De 1985 a 2002 os investimentos agregados da indústria, em E&P, variaram entre 100 e um pouco mais de 200 bilhões de US\$, em preços corrigidos pela inflação para 2016. Neste período, a produção se elevou de 56 para 67 milhões de barris de petróleo por dia (Mbb/d), cerca de 20% em novos barris foram adicionados.

De 2002 a 2016 os investimentos variaram entre 200 e 630 bilhões de US\$. A produção foi elevada de 67 para 80 Mbb/d, os mesmos 20% em novos barris de petróleo foram obtidos, mas desta vez com investimentos muito maiores. O investimento total entre 1985 e 2002 foi de 2,8 bilhões de US\$, enquanto entre 2002 e 2016 foi de 6,4 bi. A elevação do investimento agregado de 130% para obter os mesmos 20% de novos barris de petróleo adicionados à produção se comparamos 1985-2002 com 2002-2016.

O gráfico seguinte apresenta a relação entre o investimento anual em E&P e a produção do petróleo, expressa em dólares de 2016 investidos por barril produzido por dia.

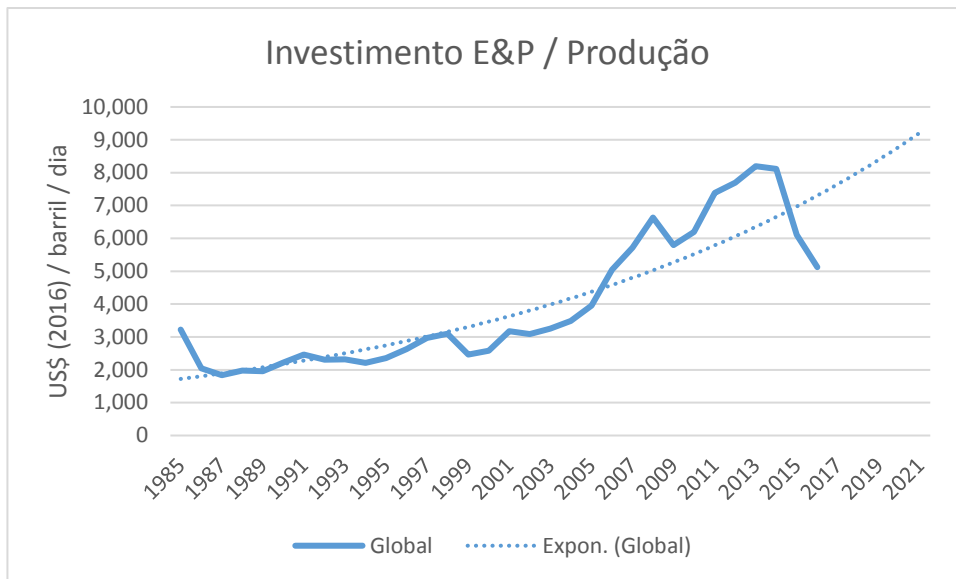


Gráfico 5: Razão entre o investimento em E&P e a produção mundiais de petróleo

O gráfico acima revela a tendência de elevação do custo médio de produção do petróleo. A seguir apresento as médias para os períodos de 1985 a 2002 e de 2002 a 2016.

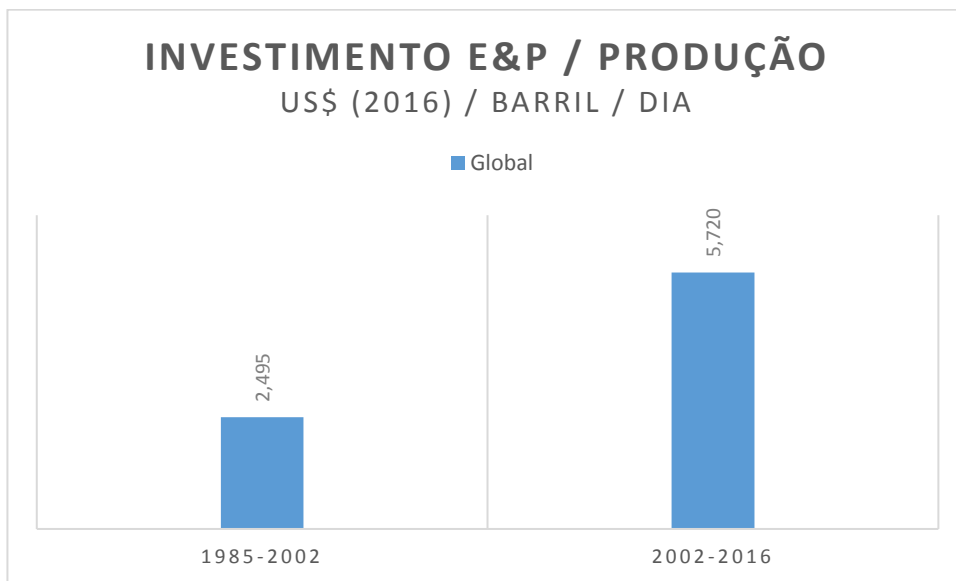


Gráfico 6: Razão entre o investimento em E&P e produção mundial de petróleo, médias por período

É preciso avaliar com mais detalhes os dados históricos e suas projeções porque trato da hipótese da elevação do custo da produção do petróleo adicional, trato daquela energia incremental que se relaciona com o crescimento econômico e com a potencial melhora nas condições de desenvolvimento humano. (Coutinho, 2017)

Precisamos então ponderar os investimentos em E&P e a elevação da produção de petróleo mundial. Os investimentos também são necessários para descobrir e produzir o petróleo para compensar a queda na produção dos campos maduros.

Entre os investimentos em E&P e a produção existe um intervalo de tempo. O intervalo pode ser considerado a partir do início das atividades de exploração que incluem atividades sísmicas e poços pioneiros para descobrir e delinear as novas descobertas. Esta estimativa implica que o intervalo médio entre o início do investimento na procura do petróleo e sua produção é de 12 anos. (Bornsteiny, Krusellz, & Rebelo, 2017)

No entanto, a maior parcela dos investimentos acontece depois da descoberta, com o início das atividades de desenvolvimento da produção. Sendo assim, o intervalo entre a descoberta e o início da produção é mais curto. O intervalo típico entre descoberta e produção inicial de petróleo é de 5 anos. As descobertas de petróleo em campos gigantes não se traduzem imediatamente em produção. Em vez disso, há uma explosão inicial de investimentos no campo de petróleo por vários anos e a produção normalmente começa com um atraso substancial de 4 a 6 anos, em média, seguindo a descoberta. (Arezki, Ramey, & Sheng, 2015)

Para testar a hipótese da elevação do custo médio de se encontrar e produzir o petróleo adicional, em termos médios e mundiais, classifiquemos os dados históricos em três períodos desde 1985, com a redução do tempo médio entre descoberta e a produção de 6 para 4 anos. A abordagem me parece razoável diante do desenvolvimento tecnológico no período estudado e da entrada em produção de volumes significativos do petróleo “tight” que requer menor intervalo entre a descoberta e a produção. A tabela seguinte resume os resultados.

Ano base	Intervalo descoberta-produção anos	Investimento E&P		Variação da Produção		Inv. / Δ Prod. US\$ (2016)/ Δ (bbl/d)	Δ Prod. / Inv. Δ (bbl/d)/mi US\$ (2016)
		Período P1	mi US\$ (2016)	Período P2	barris/d		
Investimento							
1985	6	1985-1995	1.467.524	1991-2001	7.795.290	188.258	5,3
1991	5	1991-2005	2.808.016	1996-2010	10.349.780	271.312	3,7
2001	4	2001-2012	4.476.179	2005-2016	6.656.099	672.493	1,5

Tabela 1: Variação da produção do petróleo por períodos de investimento e da razão entre o investimento agregado e o aumento da produção

Os resultados confirmam a hipótese testada, os investimentos entre 2001 e 2012 que resultaram no aumento da produção entre 2005 e 2016 foram de 672 mil US\$ para cada barril adicionado, enquanto entre 1985 e 1995 foram necessários 188 mil US\$ para cada barril adicionado em seis anos, de 1991 a 2001. O custo de se encontrar e produzir um barril adicional de petróleo se multiplicou em 3,6 vezes desde 1985.

Consequências econômicas e sociais do fim do petróleo adicional barato de se encontrar e produzir

A energia é fundamental na produção e no transporte de mercadorias e pessoas. Também é imprescindível para as comunicações, a produção e distribuição de alimentos. A energia barata possibilita o aumento da produtividade do trabalho humano, o crescimento econômico e o desenvolvimento em termos de bem-estar social.

Não há substituto para o petróleo barato, o “tight oil”, os biocombustíveis e as energias primárias para a produção de energia elétrica intermitente, solar e eólica, não fornecem energia abundante, confiável, flexível e barata para a economia, em resumo, não têm a mesma qualidade do petróleo barato de se produzir que, como demonstrado, em termos médios e mundiais, acabou.

Precisamos estar atentos à possibilidade de que a energia fotovoltaica (solar) e a maioria da energia eólica possam ser sumidouros de energia, em vez de fontes de energia verdadeiras. As duas características das fontes de energia líquida verdadeira para a sociedade são (1) poder fornecer energia de forma econômica, e (2) ser capaz de fornecer receitas fiscais para apoiar o governo. Quando efetivamente integrada na rede elétrica, a eletricidade gerada pelo vento ou pela energia solar geralmente dependem de subsídios - o contrário de fornecer receitas fiscais. Os custos totais tendem a ser elevados devido a muitas questões imprevistas, incluindo a localização incorreta, os custos de transporte de longa distância e os custos associados à mitigação da intermitência. (Tverberg, 2016)

Hoje enfrentamos o esgotamento avançado do petróleo, um recurso vital. Isso é demonstrando com sintomas característicos: produção declinante ou estagnada, aumento do preço, diminuição da qualidade e feroz concorrência pelas reservas

remanescentes. O petróleo está exibindo sintomas típicos do último estágio de esgotamento.

Determinar o estado de depleção de um recurso é, no entanto, não apenas uma questão de determinar o quanto resta do recurso em reservas. Os britânicos ainda estão, sem dúvida, caminhando sobre enormes depósitos de carvão. O estado de esgotamento de um recurso tem a ver com a eficiência através da qual pode ser extraído e usado, assim como com a quantidade do recurso restante no subsolo. Para definir o estado de depleção do petróleo, é necessário olhar para a eficiência com a qual o petróleo bruto pode ser extraído, processado e usado. Portanto, é necessário compreender por que o petróleo é produzido, e então analisar todo o processo de produção; não apenas a parte de extração. Podemos definir isso como determinante de "aptidão para uso". Para definir o estado de depleção do petróleo bruto, primeiro devemos determinar a quantidade que é "adequada para uso".

Estimativas otimistas colocam o montante mundial inicial de petróleo em 4,3 trilhões de barris, dos quais 1,29 trilhões foram extraídos. Se a quantidade fosse o único critério de utilidade, haveria poucas questões quanto à disponibilidade de suprimentos futuros; haveria, obviamente, vários séculos de petróleo potencial restante. Os estudos de campo individuais e os custos sempre crescentes da produção de petróleo estão, no entanto, nos informando que algo está mal com o modelo de quantidade rigorosa; já que não consegue incorporar um critério verificável da "aptidão para uso".

A maioria dos estudos da produção mundial de petróleo está focada na taxa em que o petróleo bruto é extraído e no volume remanescente a ser removido. Uma vez que o petróleo é usado principalmente como uma fonte de energia para maioria das máquinas de transporte do mundo, a quantidade de óleo disponível para extração seria significativa apenas se, ao longo do tempo, cada unidade produzida fornecesse a mesma quantidade de energia para esse propósito. A Segunda Lei (da termodinâmica) nos informa que não pode ser o caso; de fato, cada barril de petróleo, em média, exige mais energia para extrair e processar do que o barril que veio antes dele. Este é uma regra inviolável da Segunda Lei. Uma vez que a exergia específica de uma unidade de petróleo é, e sempre foi a mesma, menos e menos consumo de energia por unidade continua a ser disponibilizado para o consumidor final. A "aptidão para uso" de petróleo bruto deve

também depender de variáveis relacionadas à sua capacidade de fornecimento (líquido) de energia. (The Hills Group, 2015)

Outro sintoma do fim do petróleo barato de se produzir é o comportamento dos preços. Enquanto escrevo o preço varia em torno de 55 dólares por barril do petróleo do tipo Brent. Se comparado com os preços acima dos 100 dólares, do período de janeiro de 2011 a agosto de 2014, parece baixo. Já se comparado ao período de 1900 a 2000, em dólares corrigidos pela inflação, o preço de 55 dólares é alto. De 1900 a 1973, o preço oscilou em torno dos 20 dólares. Depois dos choques do petróleo, de 1985 até 2000, os preços oscilaram entre 20 e 40 dólares (preços corrigidos para 2014).

Para avaliar se os preços estão altos ou baixos é necessário entender que os impactos são desiguais para os diferentes agentes econômicos. Podem estar baixos para a indústria do petróleo, mas altos para os consumidores assalariados. Esta é a hipótese que considero a mais provável quando observo que a economia mundial segue estagnada, ou em recessão, apesar da forte queda dos preços há três anos. Enquanto a indústria se endivida a níveis sem precedentes para arcar com os elevados custos de exploração e produção. O fim do petróleo barato de se produzir é o responsável por este fato novo, o preço que não funciona para produtores e consumidores. Ou atende aos primeiros, ou serve aos últimos, ou pior, está ruim para os dois. (Coutinho, O preço do petróleo e o sinal dos tempos, 2016)

A maior multinacional privada, a EXXON, viu seu ROA (retorno sobre ativos) diminuir em 65% nos últimos quatro anos. Caiu de 13,45% para 4,8%. O declínio pelo retorno de seus ativos caiu junto com o preço do petróleo; que foi de US\$ 94,05 em 2012 para US \$ 48,67 em 2015. Se segue essa tendência, seu ROA atingirá zero em cerca de US\$ 30. Durante os primeiros 10 meses de 2016, o preço do petróleo WTI (West Texas Crude Oil) foi de US \$ 39,40. Em um ROA de zero, seus acionistas não verão nenhum benefício de seu investimento; exceto talvez pelo valor da sucata da empresa. O *The Hills Group* tem alertado que o preço máximo que o consumidor pode pagar pelo petróleo está em queda e essa seria a tendência para seus preços. (The Hills Group, 2016)

Somente o petróleo que é acessível ao consumidor final tem valor como mercadoria. A maior parte dos recursos petrolíferos do mundo fica fora desse nível de acessibilidade. O petróleo bruto acessível é a subclasse de hidrocarbonetos líquidos que pode produzir mais energia do que é necessário para extrair, processar e distribuir. Constitui aproximadamente 40% de todo o hidrocarboneto líquido encontrado na crosta terrestre. É a única subclasse de hidrocarbonetos líquidos que produz um valor maior do que o necessário para produzi-lo. Isso resulta de seu muito alto estado entrópico inicial. À medida que a entropia é transferida para fora do reservatório com seu fluxo de massa associado, a entropia da reserva cai e a entropia do ambiente aumenta. Quando os dois estão em equilíbrio, o reservatório atinge o estado morto.

Para determinar o intervalo de acessibilidade, primeiro observa-se que o preço de uma unidade de petróleo não pode exceder o valor da atividade econômica que a energia fornecida ao consumidor final pode gerar. Exceder esse valor implicaria que o valor do petróleo para a economia teria efeito neutro; seu uso não aumentaria o PIB em mais do que seu custo. Esta técnica analítica não nega a premissa econômica da oferta e demanda, ela a supera. Os produtores devem receber um preço que seja pelo menos igual ao seu custo de produção, e os consumidores não podem pagar mais do que o valor da atividade econômica que ele pode gerar. Quando os custos de produção excedem o que o consumidor final pode pagar, a produção é reduzida e, eventualmente, cessa.

O esgotamento de petróleo é avançado, e sua produção diminuirá mais rapidamente do que é geralmente assumido. Os métodos convencionais de avaliação do reservatório são baseados nas premissas da Primeira Lei (da termodinâmica), mas negligenciam os efeitos da Segunda Lei. Embora extremamente aplicáveis à análise de campos individuais, quando aplicados ao status da reserva mundial de petróleo produzem resultados inconsistentes. Em consequência, os últimos 25% das reservas de suprimento de petróleo mundiais será ordens de grandeza mais dispendiosa para se produzir do que os primeiros 25%. O esgotamento avançado da reserva mundial de petróleo pode levar a mudanças de uma magnitude não experimentada. (The Hills Group, 2015)

A quantidade de petróleo (ou para esse assunto, qualquer outro recurso) não é uma quantidade fixa. Se o preço pode ser elevado para um nível muito alto, a quantidade que pode ser extraída também tende a aumentar - de fato, um incremento bem grande. A armadilha é que os salários para a grande maioria dos trabalhadores não aumentam ao mesmo tempo. Como resultado, os preços dos bens fabricados com petróleo caro logo se tornam muito altos para que os trabalhadores possam pagar, e a economia cai em recessão. O resultado é o preço abaixo do custo de produção. Assim, o limite de fornecimento de petróleo não é a quantidade no subsolo; em vez disso, é quanto os preços altos do petróleo podem aumentar, sem causar uma recessão séria.

Enquanto os salários não aumentam com a elevação dos preços do petróleo, o aumento da dívida pode ser usado para esconder o problema, pelo menos temporariamente. Por exemplo, carros e casas tornam-se menos acessíveis com preços mais altos do petróleo, já que o petróleo é usado para fabricá-los. Se os governos podem diminuir as taxas de juros, os pagamentos mensais para novas casas e carros podem ser reduzidos o suficiente para que as vendas de carros e casas novas não caiam muito. Eventualmente, este encobrimento atinge limites. Isso acontece quando as taxas de juros começam a ficar negativas, como estão agora em algumas partes do mundo. (Tverberg, 2016)

A combinação de uma economia global cujo crescimento é mantido apenas por montantes exponencialmente crescentes de dívida (que nunca poderá ser quitada) e o rápido declínio da energia líquida do petróleo está nos levando inevitavelmente a um colapso do sistema econômico e energético dentro dos próximos cinco anos. (Clarke, 2016)

Não devemos nos surpreender se os problemas financeiros que o mundo está encontrando acabem por se resolver mal. Essa parece ser a forma como a história do Pico do Petróleo finalmente se desenrolará. Sem aumento da energia per capita, a economia mundial tende a encolher. Sem crescimento econômico, torna-se muito difícil quitar dívidas com juros. A disparidade de riqueza torna-se cada vez mais um problema, e fica cada vez mais difícil para os governos coletar impostos suficientes para suportar suas necessidades. Nossos problemas começam a parecer cada vez mais com aqueles

de economias ancestrais que atingiram os limites dos recursos e, eventualmente, entraram em colapso. (Tverberg, 2016)

O Brasil precisa se preparar e planejar sua segurança energética, alimentar e financeira diante do cenário de crise iminente do suprimento energético global e da crise financeira que irá eclodir na sequência da longa depressão iniciada em 2007. O gatilho da próxima crise pode ser o endividamento das corporações ou dos Estados Nacionais do centro do capitalismo, EUA ou Europa. Não se pode sustentar dívidas, nacionais e corporativas, crescentes sem o crescimento proporcional das economias nacionais e da geração de caixa das empresas. Ocorre que sem energia barata, de se produzir e consumir, não há crescimento que seja sustentado, aumento da produtividade do trabalho ou desenvolvimento de padrões de bem-estar em economias de mercado cujas principais decisões visam ao lucro e a acumulação privada do produto social do trabalho.

Garantir a propriedade estatal do petróleo brasileiro, produzi-lo na velocidade requerida para atender a nossa economia, preservar a integridade corporativa da Petrobras, reverter o atual ciclo de privatizações, controlar os fluxos especulativos de capital, realizar a auditoria da dívida pública brasileira, reduzir a taxa de juros da dívida federal para níveis compatíveis com os internacionais, são medidas necessárias para fortalecer a economia brasileira diante das crises financeira e energética que se formam e ameaçam a economia mundial.

*** Felipe Coutinho é presidente da Associação dos Engenheiros da Petrobrás (AEPET)**

Referências

- Aleklett, K. (2015). *How correct were Colin Campbell and Jean Laherrère when they published "The End of Cheap Oil" in 1998?* Fonte: Aleklett's Energy Mix: <https://aleklett.wordpress.com/2015/02/26/how-correct-were-colin-campbell-and-jean-laherrere-when-they-published-the-end-of-cheap-oil-in-1998/>
- Aleklett, K. (2017). *Fracking (Tight Oil) delays Peak Oil by some years.* Fonte: Aleklett's Energy Mix: <https://aleklett.wordpress.com/2017/04/16/fracking-tight-oil-forskjuter-peak-oil-med-nagra-ar/>
- Arezki, R., Ramey, V. A., & Sheng, L. (2015). *IMF Working Paper News Shocks in Open Economies: Evidence from Giant Oil Discoveries.* FMI. Fonte: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp15209.pdf>
- Barclay's E&P Spending Outlook. (2016). *E&P CapEx: First Double Dip Since '86.* Fonte: Oil & Gas 360: <https://www.oilandgas360.com/ep-capex-first-double-dip-since-86/>
- Bornsteiny, G., Krusellz, P., & Rebelo, S. (2017). *Lags, Costs and Shocks: An equilibrium model of the oil industry.* Fonte: <http://www.kellogg.northwestern.edu/faculty/rebelo/htm/oil.pdf>
- BP. (2017). *BP Statistical Review of World Energy June 2017.* Fonte: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>
- Campbell, C. J., & Laherrere, J. H. (1998). *The End of Cheap Oil.* *Scientific American.* Fonte: https://nature.berkeley.edu/er100/readings/Campbell_1998.pdf
- Clarke, T. (2016). *The Demise of the Global Oil Industry.* Fonte: <http://www.feasta.org/wp-content/uploads/2017/01/Systemic-Change-Rev-7.pdf>
- Coutinho, F. (2016). *O preço do petróleo e o sinal dos tempos.* Fonte: Ocupar a Petrobras: https://felipecoutinho21.files.wordpress.com/2016/02/o-prec3a7o-do-petrc3b3leo-e-o-sinal-dos-tempos_por-felipe-fev16.pdf
- Coutinho, F. (2017). *A energia é o meio e a Petrobras é a chave para o desenvolvimento soberano do Brasil.* Fonte: Blog Ocupar a Petrobras: https://felipecoutinho21.files.wordpress.com/2017/07/a-energia-c3a9-o-meio-e-a-petrobras-a-chave_rev0.pdf
- EIA, U. (Acessado em 2/9/17). *World Crude Oil Production by Year.* Fonte: Index Mundi: <https://www.indexmundi.com/energy/?product=oil&graph=production>
- Evaluate Energy. (2014). *The 7 Top Ways to Measure Oil & Gas Finding & Development Costs.* Fonte: http://cdn2.hubspot.net/hub/312313/file-437446448-pdf/Whitepapers/Top_7_Ways_to_Measure_FD_Costs.pdf
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (Acessado em 8/9/17). Fonte: <https://fred.stlouisfed.org/>
- Kaufmann, R. K. (2014). *The End of Cheap Oil: Economic, Social, and Political Change in the US and Former Soviet Union.* *energies.*

The Hills Group. (2015). *Depletion: A determination for the world's petroleum reserve*. Fonte: <http://www.thehillsgroup.org/petrohgv2.pdf>

The Hills Group. (2016). *THE HILL'S GROUP: Gold Mines vs Oil Depletion*. Fonte: SRSrocco Report: <https://srsrocco-report.com/the-hills-group-gold-mines-vs-oil-depletion/>

Tverberg, G. (2016). *An Updated Version of the "Peak Oil" Story*. Fonte: Our Finite World: <https://ourfiniteworld.com/2016/08/08/an-updated-version-of-the-peak-oil-story/>

US Inflation Calculator. (Acessado em 2/9/17). *US Inflation Calculator*. Fonte: US Inflation Calculator: <http://www.usinflationcalculator.com/>