

O CONFRONTO PETROLÍFERO E AS NOVAS ROTAS MUNDIAIS

Rui Namorado Rosa

Ao longo de uma década, de 2005 a 2015, a produção e consumo de energia primária cresceu globalmente 20%. A produção mundial de petróleo cresceu 12%, enquanto a de gás natural e a de carvão cresceram 26% uma e outra. Actualmente, o aprovisionamento mundial de energia primária é assegurado esmagadoramente pelas fontes fósseis – petróleo 33%, gás natural 24% e carvão 29% - a que se segue a nuclear, a hídrica e as (restantes) renováveis com 4%, 7% e 3%.

Simultaneamente, o comércio internacional destas matérias-primas energéticas aumentou também, em termos físicos, 17% no caso do petróleo, 26% e 68% nos casos do gás natural e do carvão. Actualmente o comércio internacional de petróleo bruto e seus refinados alcança 68% do montante da extração (o restante é consumo doméstico nos países produtores); já no caso do gás natural as trocas internacionais somam 29% do montante da produção, e no caso do carvão 17%.

Grosso modo, o carvão sustenta o consumo e crescimento doméstico de numerosos países, enquanto o petróleo abastece o mais vasto mercado mundial, e o gás natural vai reforçando a sua importância interna e externa. O peso relativo das restantes fontes de energia primária continua a ser globalmente modesto, ainda que progredindo sobretudo em países mais desenvolvidos.

Esta realidade complexa aparece distorcida e camuflada pelos discursos quotidianos sobre políticas energéticas.

Produção, consumo e transações internacionais

Numa esquematização unidimensional, podemos aferir a influência mundial dos países através do respetivo consumo de energia primária. A energia suporta a vida da sociedade e alimenta a economia e o poder militar; sem prejuízo de, para equivalentes volumes de consumo de energia, um pequeno país do ponto de vista populacional ter nível de vida e indústria muito desenvolvidos, a par de um grande país do ponto de vista populacional e territorial dispor de condições de vida e desenvolvimento económico modestos.

Se ordenarmos os países nessa escala simplista mas significativa no quadro das relações internacionais, o presente ordenamento dos países destaca a China e os EUA nos primeiros lugares, a que se seguem Índia, Rússia, Japão, Canadá, Alemanha, Brasil, Coreia do Sul, Irão, Arábia Saudita e França. Daí para diante a diferenciação entre países é quase imperceptível. Por si só esses doze países consumiram 69% da energia primária mundial em 2015. (Figura 1)

Interessante é agora confrontar esse resultado com o ordenamento dos países segundo o presente volume de produção de energia primária - aqui atentaremos apenas nas fontes de energia fóssil que predominam nesse aprovisionamento. Constatamos então que Arábia Saudita, EUA e Rússia lideram destacados a produção de petróleo; EUA e Rússia a de gás natural; China e EUA a do carvão. Agregando essas produções aferidas numa unidade de medida comum, obtemos o ordenamento dos países segundo o volume de produção primária de energia fóssil. Constatamos que China, EUA e Rússia lideram destacados essa produção, seguidos por Arábia Saudita, Canadá, Irão, Austrália, Índia, Indonésia, Qatar, Emiratos e Noruega. Estes doze países só por si produziram 73% da energia fóssil, ou 63% de toda a energia primária, em 2015.

Comparando os níveis de consumo com os de produção, encontram-se significativos contrastes: China, EUA, Japão e Índia registam pesados défices de 848, 553, 448 e 349 Mtpe/a; Coreia do Sul, Alemanha e França registam défices de 200 a 300 Mtpe/a. Os maiores superávits são registados pela Rússia e Arábia Saudita com 574 e 400 Mtpe/a, seguidas por Austrália, Qatar, Indonésia, Noruega, Emiratos, Irão, Canadá.

Dezassete países apenas são responsáveis por 73% da produção mundial de combustíveis fósseis ou seja por 69% do consumo mundial de energia. Entre si, no comércio internacional desses combustíveis esses países somam 3122 e 1960 Mtpe/a de saldos positivos e negativos, respetivamente. O ajustamento entre produção e consumo, para o aprovisionamento de todos, exige cooperação e suscita conflito, que se alarga a um ciclo mais vasto de produtores e consumidores menores. No epicentro deste jogo de forças, a China e os EUA são

ambos não só os maiores consumidores e produtores de combustíveis fósseis como igualmente os maiores importadores. Na periferia imediata deste centro, Rússia e Arábia Saudita são os maiores exportadores líquidos. Austrália e Indonésia na região Ásia-Pacífico, Qatar, Emiratos (Emiratos Árabes Unidos) e Irão no Médio Oriente, e Noruega na Europa, são também exportadores destacados.

Atentemos então nas transações internacionais de combustíveis fósseis.

Em 2015, as transações de petróleo bruto ascenderam a 1977 Mt, e as de refinados de petróleo 1029 Mtpe. Maiores exportadores foram o Médio Oriente, seguido da Rússia (e restantes países da CEI) e África. Maiores importadores foram a Europa, seguida pela região Ásia-Pacífico, os EUA e a China. Os mais relevantes fluxos foram da Rússia (e CEI) para a Europa – 214 Mt de ramas e 96 Mtpe de refinados, do Médio Oriente para a região Ásia-Pacífico – 244 Mt de ramas e 62 Mtpe de refinados, do Canadá e México para os EUA – 192 Mt de ramas e 31 Mtpe de refinados, do Médio Oriente para a China – 170 Mt de ramas, do Médio Oriente para Japão 140 Mt de ramas e 18 Mtpe de refinados, de África para a Europa – 134 Mt de ramas e 8 Mtpe de refinados. Este cruzamento de fluxos ilustra a disputa por aprovisionamentos disponíveis, mais acessíveis e em maior segurança. (Figuras 2 e 3)

Quanto a transações de gás natural notar que o seu transporte é feito via gasoduto e ultimamente, e cada vez mais, por via naval também. Em 2015, o volume transacionado via gasoduto somou 704 Gm³, sendo os principais fluxos da Rússia (e CEI) para a Europa e CEI e da Europa para a Europa. O volume transacionado via naval (metaneiros) somou 338 Gm³, os principais fluxos partindo do Médio Oriente e da região Ásia-Pacífico para a própria região Ásia-Pacífico. Unidades de gasificação e desgaseificação adquiriram já ampla difusão, e multiplicam-se visando a globalização do comércio do gás-natural, tradicionalmente confinado à distribuição canalizada via terrestre, do mesmo passo evoluindo da transação contratada a prazo para a venda spot. (Figuras 4 e 5)

Em 2015, a extração de carvão atingiu cerca de 6900 Mt, equivalente a 3830 Mtpe, de que o volume transacionado internacionalmente somou 1370 Mt. Austrália e Indonésia, seguidas da Rússia, Colômbia, África do Sul e EUA asseguraram 88% da exportação; ao passo que Índia, China, Japão e Coreia do Sul, seguidos dos Países Baixos e Reino Unido, são os principais importadores, responsáveis por 67% das importações.

A centralidade do petróleo

Os combustíveis fósseis asseguram ainda 86% do aprovisionamento mundial de energia primária, a sua progressiva substituição sendo necessariamente um processo lento (na escala de meio século a um século), irregular e desigual. O petróleo ocupa aqui posição especial por assegurar mais de um terço dessa produção fóssil, ser de manipulação e armazenamento mais acessíveis, e ter utilizações específicas.

A história da produção e comércio do petróleo regista numerosos eventos importantes, desde o alvor da sua extração no século XIX, nos EUA e na bacia do Cáspio. O traçado de fronteiras e partilha do Médio-Oriente no primeiro terço do século XX, os acordos político-militares impostos pelo Reino Unido e os EUA, a constituição da OPEP em Bagdad em 1960, o embargo Árabe e choque petrolífero de 1973, a revolução iraniana em 1979, o *crash* de 1986 – que afetaria gravemente a economia da URSS - são alguns dos evidentes marcos desse percurso. Até ao presente.

Nas palavras da própria OPEP, temos um retrato da evolução desde 2010: «A economia global representou o principal risco para o mercado de petróleo desde o início da presente década, à medida que as incertezas macroeconómicas globais e os riscos acrescidos em torno do sistema financeiro internacional pesaram sobre as economias. A agitação social crescente em muitas partes do mundo afetou tanto a oferta como a procura durante a primeira metade da década, embora o mercado tenha permanecido relativamente equilibrado. Os preços permaneceram estáveis entre 2011 e meados de 2014, antes de uma combinação de especulação e excesso de oferta os ter feito cair em 2014. Os padrões de comércio continuaram a mudar, com a procura crescendo ainda mais nos países asiáticos enquanto no geral recuando na OCDE.»

A extensão de tecnologias de recuperação estimulada de petróleo e gás à extração de recursos não convencionais, antes não considerados como reservas, embora à custa de maior intensidade de investimento físico e de agravado impacto ambiental, permitiu aos EUA e ao Canadá inverterem a anterior tendência da queda do volume de extração de recursos convencionais. Tais sucessos técnicos foram anunciados como uma “revolução” para melhor mobilizar os meios financeiros e pesar na teia de inter-relações internacionais. Os

EUA puderam assim reduzir e estancar a importação de gás natural em 2016; mas não pôde evitar continuar a ser importador líquido de petróleo e seus derivados, ao ritmo de 242 Mt/a em 2015.

Porém, a continuação dessa “revolução” – num cenário de tendencial esgotamento das reservas convencionais e face ao esforço exigido para manter a extração de reservas não convencionais - não permite considerar crível os EUA excederem o presente nível de extração de petróleo a 14 Mb/d e tornarem-se em um exportador líquido de petróleo e refinados, embora permitindo os EUA serem um exportador líquido de gás natural. Nesse sentido, em 2016 foram registadas as primeiras exportações de gás natural via naval, a partir das duas primeiras unidades de liquefação sitas na Louisiana, enquanto outras duas estando em curso de instalação. Os EUA procuram promover a sua imagem, tirando também partido de se apresentarem como a face visível do bloco económico (NAFTA) que de facto constitui com o Canadá e o México, exportadores líquidos de petróleo e gás (Canadá) e petróleo (México).

O confronto e desenho de rotas futuras

A relativa autonomia energética dos EUA na América do Norte poderá explicar um certo discurso e a subjacente estratégia. Mas não altera o facto da também relativa autonomia da América do Sul e Central, e pelo contrário da forte interdependência entre outras regiões do mundo, onde se reforçam ou redirecionam os fluxos energéticos do Médio Oriente e de outros grandes produtores – Rússia, Indonésia e Austrália, África do Norte e Ocidental – na direção da Europa e sobretudo do Extremo-Oriente. As rotas do Atlântico e do Pacífico perderão importância relativa, e pelo contrário o Índico e as rotas terrestres euro-asiáticas ganharão, como já ganham, acrescida relevância.

A reorganização das relações internacionais encontra, no campo da produção e comércio do petróleo, novo terreno de disputa e confronto. Em 2014-15, a rápida e persistente quebra da procura de ramas, como reflexo da redução de importação por parte dos EUA, terá precipitado a descida acentuada do seu preço no mercado mundial, de acima de \$ 100 para abaixo de \$ 40 por barril, com grave prejuízo para os grandes exportadores mundiais. A OPEC decidiu reduzir concertadamente o seu volume de produção visando reajustar o preço mas, ao mesmo tempo, assumiu a intenção de salvaguardar a sua quota no mercado. Em Dezembro de 2016, um encontro ministerial dos 11 estados membros da OPEC e 11 outros estados exportadores não membros comprometeram-se em cooperar no reajustamento da produção para estabilizar o mercado e reabilitar o preço do petróleo; todavia, passados três meses a situação não se alterou significativamente. Entrara-se num aparente confronto, que persiste, entre grandes exportadores mundiais e os produtores do LTO (“light tight oil”) e do gás-de-xisto (“shale-gas”) norte-americanos, cada um dos lados pretendendo derrubar o outro. Velhas alianças pareciam postas em causa e velhos adversários pareciam querer ajustar contas. Os cenários de intenções e de resultados são numerosos. Que partes irão ser “derrotadas” e que consequências daí advirão?

Mas as parte não são iguais. A indústria petrolífera ainda é dominada, no que toca a acesso a mercados e meios técnicos, pelas tradicionais IOC (“international oil companies” ou “supermajors”) - Exxon, Chevron, Shell, BP, TOTAL, ENI. Mas são as NOC (“national oil companies”) – Gazprom, China National Petroleum Corp., China National Offshore Oil Corp., Petronas, Sonatrach, National Iranian Oil Company, etc. – que detêm a propriedade da maioria das reservas. Uma mudança radical neste respeito: em quarenta anos, as IOC passaram da posse de 85% das reservas mundiais para 15% apenas – uma inversão das posições de propriedade. Daí que se multipliquem por todo o mundo as negociações e parcerias das IOC em projetos liderados por NOC.

Já a exploração dos recursos não convencionais está maioritariamente relegada para mais numerosas petrolíferas de segundo plano (“independent”) em próxima cooperação com empresas de prestação de serviços (“equipment and service companies”). Com a depreciação do petróleo desde 2014, estas empresas vêm operando com indicadores desfavoráveis e incorrendo em dívidas de volume crescente, que todavia não têm sido protestadas, assim vendo viabilizada a continuação da operação desses empreendimentos.

Desastre financeiro e outros desenlaces

Na realidade, desde 2009, o conjunto da indústria norte-americana que opera a extração de petróleo e gás não convencionais (em rochas de baixa porosidade e permeabilidade - “shales” e “tight”) nunca conseguiu obter retorno bastante para atingir resultados positivos. De 2009 a 2014, os 15 maiores produtores

“independent” acumularam em “cash-flow” défices que somaram \$ 108 mil milhões, e desde então, o défice tem-se repetido anualmente ao ritmo de \$ 20 mil milhões/ano.

Ao longo de 2016, 114 petrolíferas (cerca de um terço das companhias operando na prospeção e exploração ou prestando serviços neste sector) invocaram falência com uma dívida agregada de \$ 57 mil milhões, repetindo, a dobrar, o que já acontecera durante 2015. Ao declararem falência, a maioria delas todavia não desapareceu nem deixou de operar; antes sim conseguiram ter a dívida cancelada e o capital acionista acrescentado, ou o controlo transferido para titulares da dívida.

O que não impede que analistas e consultoras financeiras norte-americanos continuem a projetar um futuro radioso para o investimento na “revolução” em curso, captando investidores atraídos pela promessa de elevado retorno (em títulos de elevado rendimento). Esse apoio financeiro provém sobretudo de fundos de pensões, públicos e privados, e de companhias de seguros; prenúncio de que a catástrofe terá custos sociais notórios. Os imediatos prejudicados são já os proprietários das vastas terras alvo de exploração, que não recebem as devidas royalties. E ainda as empresas de serviços sujeitas a esmagadora deflação de preços por outros celebrada como ganhos de eficiência tecnológica. Os impactos ambientais e o desgaste de infraestruturas a reparar não estão sequer contabilizados. E será incerto quem irá selar as dezenas de milhar de poços entretanto perfurados nesta correria. Presumivelmente os credores contam com a inabalável resistência do dólar e o apoio da Reserva Federal.

A depreciação do petróleo (e do gás natural) desequilibra o “cash-flow” das operadoras na exploração das reservas, dados os custos relativamente rígidos de capital e de operação incorridos na produção. A disponibilidade de receita bastante para pagar taxas e royalties, amortização e juros, prover depreciação, e ainda investir em prospeção e exploração para novos projetos de produção e comercialização, é essencial para a sobrevivência de um sector cujo objecto é um recurso não renovável, cujo inventário tem de ser continuamente renovado. A depreciação do preço ameaça seriamente travar o investimento na prospeção e exploração e comprometer a capacidade de produção futura. Notar que a infraestrutura de extração de petróleo existente, por si só, verá a sua produção irreversivelmente declinar a uma taxa anual de perto de 10%.

Esta tensão e conflito só pode estar a acontecer porque os recursos de combustíveis fósseis são finitos e progressivamente menos acessíveis dos pontos de vista técnico e económico. Veja-se o declínio de grandes reservatórios (o super-gigante Ghawar, Prudhoe Bay, ...) e de províncias petrolíferas inteiras (Mar do Norte, ...), e a crescente dependência da produção de recursos não convencionais – justamente menos acessíveis e com taxas de recuperação mais baixas e de declínio mais rápidas – rochas betuminosas, rochas compactas (“shale”, “tight”) e ambientes inóspitos (offshore profundo, Ártico).

Um confronto entre estados grande consumidores e grande produtores, mediado através das petrolíferas. Que desaires este confronto comercial pode desencadear? onde, quando? A evolução dessa disputa e seus desenlaces vão redesenhando as rotas comerciais da energia no futuro.

Lisboa, 27 de Março de 2017

Unidades de energia e de fluxo de energia

Mt – milhão de toneladas

Mt/a – milhão de toneladas por ano

Mb – milhão de barris

Mb/d – milhão de barris por dia

Gb/a – mil milhões de barris por ano

Mtpe – milhão de toneladas equivalente em petróleo

Mtpe/a – milhão de toneladas equivalente em petróleo por ano

Gm³ – mil milhões de metros cúbicos

Gm³/a – mil milhões de metros cúbicos por ano

Figura 1		ENERGIA PRIMÁRIA									
		CONSUMO		PRODUÇÃO							
		Mtpe/a								Mtpe/a	
		Energia Primária		Petróleo		Gás Natural		Carvão		Total Fóssil	
1	China	3014	A.Saudita	568	EUA	705	China	1827	China	2166	
2	EUA	2280	EUA	567	Rússia	516	EUA	455	EUA	1727	
3	India	700	Rússia	541	Irão	173	India	284	Rússia	1241	
4	Rússia	667	Canadá	216	Qatar	163	Austrália	275	A. Saudita	664	
5	Japão	448	China	215	Canadá	147	Indonésia	241	Canadá	395	
6	Canadá	330	Iraque	197	China	124	Rússia	184	Irão	356	
7	Alemanha	321	Irão	183	Noruega	105	África Sul	143	Austrália	352	
8	Brasil	293	Emiratos	176	A. Saudita	96	Colômbia	56	India	351	
9	Coreia sul	277	Kuwait	149	Argélia	75	Polónia	54	Indonésia	349	
10	Irão	267	Venezuela	135	Indonésia	68	Cazaquistão	46	Qatar	242	
11	A. Saudita	264	México	128	Turcmenistão	65	Alemanha	43	Emiratos	226	
12	França	239	Brasil	132	Austrália	60	Canadá	32	Noruega	193	
	SOMA	9100		3207		2297		3640	SOMA	8262	
	MUNDO	13147		4362		3199		3830	MUNDO	11392	

Figura 2		PETRÓLEO BRUTO										Mt/a
		IMPORTADORES										
		EUA	Canadá México	América S&C	Europa	África	China	India	Japão	Ásia Pacífico	TOTAL Export	
EXPORTADORES	EUA		21								24	
	Canadá México	192			15		6				219	
	S&C América	80			15	42	29				172	
	Europa										10	
	Rússia &CEI				214	48	15	17			336	
	Médio Oriente	74	4	5	108	13	170	114	140	244	880	
	África	14	6	12	134	64	37				285	
	China-India-Japão										3	
	Ásia-Pacífico										38	
	TOTAL Import	366	33	20	488	15	336	195	168	298	1977	

Figura 3		PETRÓLEO REFINADOS										Mt/a
		IMPORTADORES										
		EUA	Canadá México	América S&C	Europa	África	China	India	Japão	Ásia Pacífico	TOTAL Export	
EXPORTADORES	EUA		58	69	34	6	9	4	8	8	198	
	Canadá México	31									38	
	América S&C	8			4		5			10	29	
	Europa	22	7	7		44	4			30	129	
	Rússia &CEI	16			96						162	
	Médio Oriente				24			15	18	62	141	
	África				8						27	
	China-India-Japão	5			13	8				47	109	
	Ásia-Pacífico	6				7	42		12	99	192	
	TOTAL Import	98	66	91	184	83	70	23	47	289	1029	

Figura 4		GAZ NATURAL via GASODUTO									Gm³/a
		IMPORTADORES									
EXPORTADORES		EUA	Canadá México	América S&C	Europa	Rússia & CEI	Médio Oriente	África	China	Ásia Pacífico	TOTAL Export
	EUA		50								50
	Canadá México	74									74
	S&C América			18							18
	Europa				199	9					208
	Rússia & CEI				167	53	7		30		258
	Médio Oriente				8		20				28
	África				27			9			36
	Ásia-Pacífico								4	27	32
	TOTAL Import	74	50	18	401	63	27	9	34	28	704

Figura 5		GAZ NATURAL LIQUEFEITO via NAVAL									Gm³/a
		IMPORTADORES									
EXPORTADORES		EUA	Canadá México	América S&C	Europa	Rússia & CEI	Médio Oriente	África	China	Ásia Pacífico	TOTAL Export
	EUA										1
	Canadá México										0
	S&C América	2	4	10	3		1			1	22
	Europa			3	3		1	1		2	11
	Rússia & CEI									14	14
	Médio Oriente		1	2	28		5	2	7	81	126
	África		2	4	21		2	1	1	18	49
	Ásia-Pacífico						1		18	95	115
	TOTAL Import	3	8	20	50	5	11	4	26	211	338

Notas: As estatísticas de produção e consumo de petróleo podem ser enganadoras (e manipuladas). Por exemplo, estatísticas de variadas origens fornecem montantes de produção e consumo de petróleo diferentes, o que deve ser explicado.

Ao longo da última década, as estatísticas de consumo de petróleo foi progressivamente incluindo também biogolina (etanol), biodiesel e líquidos derivados do carvão e do gás natural (CTL e GTL), isto é, combustíveis líquidos que, não tendo origem em petróleo, por tal não estão incluídos na respetiva produção mas estão agregados no respetivo consumo. De sublinhar que anteriormente esses inputs não eram contabilizados e seriam inexpressivos.

Por outro lado, enquanto em termos de massa (toneladas), o consumo de petróleo seja ligeiramente (menos de 1%) inferior à produção, o que não surpreende ainda que o consumo incorpore "outros líquidos", já em termos de volume (barris), o consumo é quase 4% superior à produção. Tal é atribuível ao facto de a

contabilização ser feita sobre refinados, os quais são em regra menos densos do que as ramas ou petróleo bruto. O que também é a razão por aparecerem nas estatísticas entradas designadas “ganhos de refinaria”.

Cada vez mais a produção primária de petróleo é mais diversa. Para além do petróleo bruto ou cru propriamente dito, contam-se o condensado que acompanha a extração de gás natural quando este arrefece à pressão ambiente ao atingir a superfície; os líquidos de gás natural (NGL) que são os componentes do gás natural que são liquefeitos sob pressão à temperatura ambiente (designadamente propano e butano); os líquidos processados a partir dos betumes e petróleos extrapesados (Canadá e Venezuela); os líquidos extraídos de rochas compactas (“tight” e “shale” dos EUA); os ganhos de refinaria e os biocombustíveis. Estas variedades de petróleo não convencional e líquidos obtidos do gás natural, mais os biocombustíveis e os ganhos de refinaria, somavam 7 Mb/d em 1995 e somaram perto de 20Mb/d em 2015.

Desde 2005 a produção de petróleo convencional estagnou a cerca de 72 Mb/d, e o incremento da produção contabilizada foi assegurado pelo crescimento das demais parcelas não convencionais como descritas.

BIBLIOGRAFIA

- <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-natural-gas.pdf>
- <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2015/>
- https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ec_noncrude_liquids_publishable_executive_summary_final_1nov2016.pdf
- https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Natural_Gas_2016.pdf
- <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyNaturalGasTrends.pdf>
- <http://www.worldoil.com/news/2017/2/24/eia-Ing-exports-expected-to-drive-growth-in-us-natural-gas-trade>
- <http://www.iea.org/Textbase/npsum/MTGMR2016SUM.pdf>
- <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyCoalTrends.pdf>
- <https://www.carbonbrief.org/mapped-the-global-coal-trade>
- <http://hms-ag.com/energy-coal-market-2/world-coal-trade/>
- <https://euracoal.eu/coal/international-coal-trade/>
- http://www.opec.org/opec_web/en/index.htm
- <http://peakoilbarrel.com/the-future-of-us-light-tight-oil-lto/>
- <http://peakoilbarrel.com/bakken-january-production-data/#more-15208>
- <http://www.marketoracle.co.uk/Article57566.html>
- <http://oilprice.com/Energy/Energy-General/The-End-Of-The-Oil-And-Gas-Bankruptcy-Wave.html>
- <https://www.ief.org/news/the-iocs-and-the-nocs-in-the-modern-energy-context>
- <http://www.zerohedge.com/news/2016-12-18/us-shale-gas-industry-countdown-disaster-0>
- <http://www.reuters.com/article/us-bonanz-creek-egy-bankruptcy-idUSKBN14C1IR>
- <https://www.oilvoice.com/Opinion/3183/Shale-Cost-Reductions-Are-10-Technology-and-90-Industry-Bust>
- <https://www.forbes.com/sites/arthurberman/2017/03/22/shale-cost-reductions-are-10-technology-and-90-industry-bust/#6feb2b78452f>
- <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013.pdf>
- <http://www.ogj.com/articles/print/volume-114/issue-12/drilling-production/new-reservoir-quality-index-forecasts-field-well-productivity-worldwide.html>
- <http://euanmearns.com/global-oil-and-other-liquid-fuels-production-update/>
- <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=79687&p=irol-rigcountsintl>
- <http://www.wtrg.com/rotaryrigs.html>