

## NOVA GEOGRAFIA DO REFINO, ECONOMIA DO SUPRIMENTO DE DERIVADOS E ESCOLHAS NACIONAIS

### NEW REFINING GEOGRAPHY, ECONOMICS OF OIL PRODUCTS SUPPLY AND NATIONAL CHOICES

**José Sérgio Gabrielli de Azevedo** | jsgazevedo@gmail.com | Professor titular aposentado Universidade Federal da Bahia (UFBA). Pesquisador do Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis Zé Eduardo Dutra (INEEP).

**Recebimento do artigo** Maio de 2022 **Aceite** Agosto de 2022

**Resumo:** O parque refinador do mundo, constituído de refinarias com pouca flexibilidade de tipos de derivados a produzir com cada carga processada, está sofrendo grandes impactos tanto do padrão dos produtos, como por sua localização geográfica que muda dos países mais ricos para os emergentes da Ásia e fora dos países da OCDE. O modelo de integração vertical se expande nos países produtores e os grandes consumidores desenvolvem capacidades de refino para acompanhar o crescimento de seu consumo doméstico. Especificidades do setor como a rigidez das unidades de processo, os riscos associados a investimentos intensivos em capital e de longa maturação em mercados voláteis de curto prazo, condicionam essa nova geografia dos investimentos, impulsionadas por razões geopolíticas. As experiências internacionais diferem entre si. Desde as experiências dos EUA, com uma significativa presença de refinadores independentes, mas sob o comando de grandes grupos refinadores integrados e da China, que utiliza suas refinarias pequenas e pouco complexas - as teapot - como instrumento de integração com o comércio internacional, mas que depende cada vez mais dos grandes complexos das estatais chinesas e a Rússia, que convive com refinarias de baixa complexidade, produzindo óleo combustível de demanda declinante no mundo, mas que se expandiu para garantir o escoamento da produção de petróleo que não encontrava mercados internacionais, são alguns modelos mencionados. A Arábia Saudita, com abundância da produção de petróleo e mercado doméstico de consumo relativamente pequeno, expande sua capacidade de exportação de derivados.

**Palavras Chaves:** Refino, derivados de petróleo, petróleo cru, estruturas de mercado.

**Summary:** The world's refining complex, made up of refineries with little flexibility in the types of products to be produced with each cargo processed, is suffering major impacts both from the standard of the products and from their geographical location, which changes from the richer countries to the emerging ones in Asia and outside the OECD countries. The vertical integration model is expanding in the producing countries, and the large consumers are developing refining capacities to meet the growth of their domestic consumption. Industry specificities such as the rigidity of process units and the risks associated with capital-intensive and long-term investments in volatile short-term markets condition this new geography of assets, driven by geopolitical reasons. International experiences differ. From the experiences of the USA, with a significant presence of independent refiners but under the command of sizeable integrated refining groups, and China, which uses its small and not very complex refineries - the teapot - as an instrument of integration with international trade, but which increasingly depends on the large complexes of the Chinese state companies and Russia, which coexists with low complexity refineries, producing fuel oil of declining demand in the world, but which expanded to ensure the flow of oil production that could not find international markets, are some models mentioned. With abundant oil production and a relatively small domestic consumer market, Saudi Arabia is expanding its products export capacity.

**Keywords:** Oil Refining, petroleum products, crude oil, market structures.

## 01 - INTRODUÇÃO

O refino é uma atividade indispensável para transformar o petróleo cru em produtos que sejam utilizados pelos consumidores de combustíveis e de matérias-primas para a transformação industrial. As diferenças entre seus custos e suas receitas são mais importantes do que os preços absolutos, estando mais vulnerável à volatilidade, tanto dos preços de suas matérias primas, como dos seus produtos.

O modelo de negócio tradicional da indústria do petróleo (STEVENS, 2016) é da integração vertical das grandes empresas que operam desde a produção até o varejo dos derivados, minimizando os riscos de flutuações do fluxo de caixa no longo prazo. Apesar de sujeito a riscos de margens, o investimento no refino é indispensável para o petróleo chegar ao consumidor.

No curto prazo há variações do grau de utilização das unidades já instaladas e no longo prazo há escolhas entre diferentes perfis de unidades a serem instaladas. O grau de utilização de uma refinaria depende fortemente das paradas programadas e não programadas, com as primeiras associando seus cronogramas com fases sazonais do declínio da demanda. Choques como furações e bruscas quedas de rentabilidade também podem justificar variações da utilização de capacidades das refinarias, que acabam tendo pouco impacto sobre os preços dos derivados que refletem muito mais as variações dos preços do petróleo e as condições específicas do fornecimento para o mercado como um todo, mais do que os resultados das decisões de cada refinaria (CHESNES, 2014; 2016). Em relação ao *'upstream'*, os EUA deixaram de ser um país importador de petróleo para ser quase autossuficiente e exportador de gás

natural, e o Oriente Médio se associou à Rússia na intervenção nos mercados, para conter os impactos da expansão da produção fora da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). O Brasil sai de uma situação marginal no mercado global para ser um importante exportador de petróleo cru. A regulação do uso dos combustíveis fósseis avança nas limitações de seu uso em um processo crescente, ainda que lento, de transição energética.

A disponibilidade de oferta de petróleo cru vai depender cada vez mais do aumento do fator de recuperação dos campos já em produção, muito mais do que das novas descobertas, em conjunto com uma mudança das fontes tradicionais para fontes não convencionais, com mais conteúdo de carbono na extração do petróleo. Quanto mais complexa a refinaria, mais energia é utilizada no processo, podendo também contribuir para emissões de gases de efeito estufa.

Tentando fazer uma descrição das principais tendências do setor, esse trabalho procura apresentar uma visão panorâmica de algumas mudanças que estão ocorrendo no parque de refinação do mundo. Ele se organiza em seis seções, incluindo a introdução e a conclusão.

Na próxima são abordadas as mudanças na geografia do parque de refino com realocização de plantas e reorientação dos investimentos, mesmo que os mercados domésticos dos produtores de petróleo sejam relativamente pequenos em relação a sua produção do petróleo cru. Fatores regulatórios, novas tecnologias e mudanças da geografia do consumo e o aumento das exportações de derivados são importantes nessa mudança. Também são mencionadas as transformações nas especificações dos produtos e exigências ambientais no uso de derivados que têm impactado as escolhas de localização das novas refinarias. Os ajustes de oferta no curto prazo dependem da gestão dos ativos em produção e de mecanismos de comercialização. No longo prazo, dependem da localização das novas refinarias e das rotas internacionais.

A terceira seção investiga algumas características da economia do refino, destacando a natureza de produção conjunta e coeficientes técnicos rígidos que configuram as tecnologias do setor. Essa rigidez da composição do produto do parque refinador contrasta com as variações das demandas de cada produto, que têm ciclos distintos. O ajuste da oferta, no longo prazo se dá via investimentos em outras unidades de processo e na expansão da capacidade de refino. No curto prazo, ajustes de fornecedores e impactos sobre os preços procuram ajustar oferta e demanda de cada produto em cada mercado. A gestão do downstream combina o manejo das capacidades instaladas, com operações comerciais de gestão de estoques, operações de comercialização e mecanismos financeiros de minimização de riscos.

Na quarta seção são abordadas algumas questões referentes às motivações para o investimento em refino, de margens flutuantes e grande risco. Motivações de segurança energética e componentes geopolíticos podem explicar parte dos investimentos em expansão dos parques de refino em países produtores de petróleo que têm a opção entre exportar petróleo cru e aumentar a integração doméstica, ampliando também sua capacidade nacional de produção de derivados. O modelo de integração vertical está sendo questionado e novas motivações entram no cálculo dos investimentos.

O grau de conversão – capacidade de refinar diferentes tipos de petróleo – a flexibilidade do ajuste do conjunto de produtos da refinaria – ajustar a proporção dos vários produtos refinados, e a viabilidade logística são variáveis fundamentais para as escolhas das novas refinarias.

A quinta seção apresenta alguns dados recentes, buscando identificar trajetórias dominantes do novo refino que se instala no mundo. EUA, China, Brasil e Arábia Saudita têm suas curvas de produção de petróleo, consumo e capacidade de produção de derivados comparadas de 1965 a 2021. A situação do refino na Rússia também é abordada. Cada país apresenta uma trajetória distinta, refletindo o comportamento de sua produção de petróleo cru e a dinâmica dos investimentos no parque de refino nacional.

## 2. MUDANÇAS NO PARQUE DE REFINO

A mudança da geografia do refino das últimas décadas e o desenvolvimento tecnológico mais ampliado<sup>2</sup> mudam o modelo de negócios tradicional, facilitando a expansão da integração *upstream/downstream*<sup>3</sup> em países exportadores de petróleo, com mercados domésticos relativamente pequenos.

O controle do refino, tanto das tecnologias como dos mecanismos de comercialização, por parte das grandes *IOCs*<sup>4</sup> impedia a expansão da atividade de downstream em vários países produtores e exportadores de petróleo cru, e aqueles que desenvolveram o setor,

<sup>1</sup> Refere-se as atividades de exploração dos recursos petrolíferos, montagem dos sistemas de produção e sua produção.

<sup>2</sup> Os chineses estão financiando pequenas refinarias altamente lucrativas em vários países da África, cf (KIM, 2015).

<sup>3</sup> O downstream se refere as atividades de refino e distribuição dos derivados de petróleo.

<sup>4</sup> International Oil Companies.

o fizeram por decisões mais políticas que essencialmente econômicas, tanto no que se refere a escala de produção, como em relação aos mercados domésticos (SALYGIN; LOBOV, 2021).

Como quase toda a produção do upstream passa pelo downstream antes de chegar ao consumidor final, o modelo de integração vertical – “do poço ao posto” – predominou no setor, com exceção de alguns países produtores como os EUA, que faziam essa integração internacionalmente dentro das grandes empresas IOCs. O upstream adiciona valor movimentando e armazenando produtos extraídos, enquanto o downstream precisa da sua transformação em derivados consumíveis para capturar as margens.

Das quatro principais motivações para a integração vertical - economias de escala, de tecnologia, de transações e imperfeições do mercado, – as vantagens das reduções dos custos de transação se destacam nas relações entre as refinarias e seus fornecedores de carga a ser processada.

Muitos países produtores e exportadores de petróleo buscam a integração com o refino para adicionar valor a sua produção primária, uma vez que aumentar a capacidade do seu downstream permite ampliar os vínculos do setor petróleo com outros setores da economia, pode reduzir os efeitos da Doença Holandesa, decorrentes do predomínio das rendas petrolíferas, reduzindo a força política do setor exportador do produto primário sobre o conjunto da economia (BAUR, 2014). São os benefícios da diversificação da economia.

(COASE, 1996 (1937)) já ensinava, em 1937, que quando há múltiplos ofertantes e compradores e incertezas no mercado, os custos de transações crescem e a integração vertical minimiza esses custos, especialmente se os ativos são específicos. Essa especificidade dos ativos depende dos investimentos já realizados, ou a realizar, de forma que um conjunto de unidades de processo que configura uma refinaria se adapta melhor a um determinado tipo de corrente de carga a ser processada, com produtos intermediários menos flexíveis dos que as especificações existentes nos mercados para transações comerciais. Nesse caso, a redução dos custos de transação estimula a integração vertical.

A expansão do refino também sofre os efeitos da legislação ambiental e de restrições aos usos de fontes fósseis para a produção dos produtos consumidos. Um outro conjunto de fatores está associado com a estrutura de mercado de fornecimento de derivados ao país, composto de comercializadores, refinadores e importadores comerciais.

Do ponto de vista da demanda de petróleo e seus derivados, há uma mudança importante da sua geografia, principalmente no século XXI, em particular depois da crise de 2008, ainda que o crescimento da demanda fora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) tenha apresentado uma tendência relativamente constante de longo prazo, desde os anos sessenta, antes das crises do petróleo dos anos setenta do século passado.

As mudanças do refino<sup>5</sup> ocorrem principalmente nos países da OCDE, com reestruturação dos parques refinadores, fechamento de refinarias de baixa capacidade de conversão e de pior qualidade de combustíveis, ao tempo em que o comércio internacional se intensifica, com mudanças da geografia das novas refinarias, que se localizam principalmente no Oriente Médio, China, Índia e outros países da Ásia-Pacífico, implicando em mais longas rotas de transporte, tanto para o petróleo cru, como para os derivados, com efeitos deletérios sobre o meio ambiente. África e América do Sul apresentam grande estagnação na acumulação de novas capacidades de refino.

Há crescente percepção de que a demanda por derivados de petróleo vai atingir um nível de estabilidade e depois começar a cair, sem que haja consenso de quando isso ocorrerá ou qual a velocidade desse pico de demanda<sup>6</sup>. Esse é um problema maior para os países com alta reserva/produção, quando comparados com países de baixa razão entre os recursos em produção e os volumes dos reservatórios. Enquanto países como a Arábia Saudita e Venezuela têm reserva produção na faixa de algumas dezenas de anos, os EUA, Brasil, China e outros países produtores têm essas reservas abaixo de 20 anos<sup>7</sup>.

Essas mudanças têm levado os países grandes produtores de petróleo a escolhas estratégicas sobre o volume de transformação

<sup>5</sup> As tendências históricas de locação do parque de refino são abordadas por (DEAN, 1976). Mudanças provocadas pelo crescimento das exportações de derivados são avaliadas em (ZAVALETA; WALLS; RUSCO, 2015).

<sup>6</sup> A teoria original do pico do petróleo de Hubbert tem sua versão atual no pico de demanda (BARDI, 2019). Uma visão empresarial encontra-se em (MONZÓN; GUZMÁN; KALKMAN; ROGERS et al., 2019)

<sup>7</sup> Dados de produção e reservas são publicados anualmente pela BP. O último relatório publicado, - edição nº 70- encontra-se disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>> Acesso em: 10/05/2022.

doméstica e de exportações do hidrocarboneto, versus importação de derivados e exportação do produto sem transformação do refino. São consideradas as vantagens e dificuldades da montagem das refinarias e sistemas de logística necessários para a transformação do produto cru em derivados consumíveis, seu sistema logístico, a disponibilidade dos produtos e seus preços. Também se considera a vantagem da segurança energética, tanto pela garantia de suprimento, como pela acessibilidade com preços menos voláteis.

Além das mudanças no conjunto dos produtos, houve também mudanças na composição do conjunto de derivados consumidos. Nos transportes, significativas mudanças ocorreram nas especificações do óleo bunker para as embarcações, no QAV para a aviação e na gasolina, diesel e eletrificação das frotas de veículos terrestres, além de variadas proporções de adição de etanol e biocombustíveis. No aquecimento e resfriamento de ambientes a substituição do carvão aumentou o consumo de gás natural e óleo combustível de menor teor de enxofre, ao passo em que a petroquímica aumentou a demanda de nafta, apesar do crescimento do uso de gás natural em seus processos.

Como as mudanças da estrutura do consumo – produtos mais leves, menos poluentes e substituição dos combustíveis fósseis – também ocorrem nos países fora da OCDE, ainda que em menor velocidade, os novos parques de refino têm a capacidade de atender as especificações da demanda de ambos os tipos de países, dentro e fora da OCDE, ampliando a competição internacional por derivados de petróleo.

Como lembrado por vários (GOMES; ALVES, 2007; MANFRONIA; BUKKENSA; GIAMPIETRO, 2021), o transporte de cargas e pessoas é quase totalmente dependente dos combustíveis derivados do petróleo, que também crescem na utilização nos processos da indústria, que amplia a utilização de matérias primas petroquímicas. No que se refere a oferta de eletricidade, as usinas termelétricas a gás e derivados de petróleo ocupam um grande espaço na geração de eletricidade.

Além dos diferentes tipos de produtos utilizados, que configuram sua indispensável demanda, há uma inércia dependente dos tipos de uso decorrentes dos investimentos já realizados em motores, máquinas em geral, processos produtivos, materiais de construção, desenhos urbanos, dominância de modais de transporte, que condicionam o futuro dos usos dos derivados de petróleo, mesmo em um ambiente que procura avançar na transição energética. A trajetória futura da demanda de derivados de petróleo é path dependent dos investimentos já realizados no parque utilizador da fonte energética. Os tipos de demanda condicionam os tipos de produtos consumidos.

### 3. ECONOMIA DO REFINO

Uma refinaria é um conjunto de unidades de processo que transforma o óleo cru em diversos produtos destinados ao consumo intermediário e final. Uma refinaria é uma unidade complexa que geralmente tem unidades de separação (destilação de frações do petróleo), conversão de petróleos pesados em derivados leves (craqueamento e rearranjo de moléculas) e tratamento para retirada de enxofre e outros produtos nocivos. As plantas são organizadas de forma a otimizar a relação entre essas unidades e as unidades de utilidades e offsites (GOMES; ALVES, 2007).

Não há duas refinarias iguais. Elas são construídas para atender determinados mercados, processando cargas específicas que dão o maior retorno para o conjunto de unidades de processo instaladas. As refinarias são projetadas para o processamento de determinados tipos de petróleo cujas principais características são associadas à densidade, à presença de outros componentes e sua composição química. Além de serem projetadas de acordo com o tipo de petróleo que vão processar, as refinarias também se ajustam aos tipos de produtos que o mercado de destino demanda.

Em geral, o óleo cru sofre uma primeira transformação em algumas correntes intermediárias, com distintos intervalos de destilação e resíduos. Cada fração então é submetida a processos específicos, seguidos de misturas e adições para chegar às correntes de produto.

O objetivo do refinador é obter a carga de petróleo mais adaptada aos seus equipamentos e processos, ao menor preço possível e vender o conjunto de produtos que o mercado mais pode absorver, gerando a maior margem possível.

Em diversas fases dos ciclos de demanda alguns produtos podem mudar de importância e o aumento de sua produção é limitado pelas unidades já instaladas e pelas cargas de petróleo a ser processado. A demanda dos produtos secundários pode ter efeitos positivos ou negativos sobre os preços dos produtos principais, diferindo no tempo e no espaço.

Como uma refinaria é uma unidade complexa de várias unidades de processo, com coeficientes quase fixos entre os vários componentes do conjunto de produtos, a sua otimização não depende apenas de um único produto e sim de todos os seus produtos, com soluções ótimas muitas vezes incorporando capacidades ociosas de parte do sistema produtivo instalado.

Há algumas características específicas, mas não únicas, do refino que precisam ser destacadas (MAACK, 2013). Entre elas, chamam a atenção as seguintes:

a. Uma refinaria é um conjunto de unidades de processo, uma vez instaladas, com pouca flexibilidade na produção do conjunto final de derivados produzidos, dada as características das correntes de carga a ser processada. Simplificadamente é uma tecnologia com flexibilidade antes da decisão de investimento, mas com coeficientes técnicos relativamente rígidos, depois da instalação das unidades. Uma tecnologia do tipo *putty-clay*<sup>8</sup>, com coeficientes técnicos relativamente fixos no curto prazo. Eles podem variar, no longo prazo, com investimentos em novas unidades.

b. Os países que têm a possibilidade de escolha entre exportar o petróleo cru e refinar domesticamente os seus derivados levam em consideração o custo de oportunidade do produto exportado, mas também há a questão dos impactos das variações dos preços dos derivados sobre os outros mercados domésticos e a questão da soberania nacional na utilização dos seus recursos naturais para atender as necessidades do desenvolvimento de cada país.

c. O refino exige um investimento grande inicial e seu principal custo variável é a sua carga processada. São investimentos de longo prazo, geralmente com decisões tomadas em momentos diferenciados dos ciclos de preços.

d. As tecnologias de destilação e das outras unidades de processo são conhecidas, com os avanços se concentrando no uso de aditivos e catalisadores, controle de utilidades e maior flexibilidade dos processos.

Para minimizar os problemas de variações de demanda e de disponibilidade de cargas, os *offsites* – a estocagem e os sistemas logísticos – além das operações de *trading e hedging* fazem parte da gestão do *downstream*. Mas manter estoques tem custos, especialmente quando os juros são elevados, o capital de giro é escasso e a volatilidade dos preços é grande.

Apesar de oscilantes, as margens de refino são positivas para os produtos gasolina, nafta, QAV e destilados médios, enquanto o óleo combustível aumenta os custos da produção conjunta, uma vez que seu preço é menor do que o petróleo utilizado na sua produção, como custo da produção conjunta (MAACK, 2013).

Do ponto de vista da economicidade (GHODDUSI; TITMAN; TOMPAIDIS, 2021), uma das variáveis mais impactantes sobre o refino é o *crack spread*<sup>9</sup>, definido como a diferença entre os preços dos derivados produzidos por uma dada refinaria e o preço do petróleo cru. O *crack spread* geralmente é uma média ponderada dos preços dos vários derivados e dos vários tipos de carga processada passando por um determinado conjunto de unidades de processo.

Do ponto de vista teórico, as relações entre a utilização da capacidade instalada e as margens do refino não são lineares e maior utilização do parque de unidades instaladas aumenta o custo marginal do processamento, com os custos de ajustamento apresentando defasagens por causa da natureza fixa das unidades de processo já instaladas, apesar das rápidas mudanças que ocorrem no perfil dos produtos demandados.

Outra fonte de riscos, que aumenta a volatilidade das margens é a disponibilidade de diferentes tipos de petróleo para ser processado nas refinarias. O diferencial de preços entre os seus tipos varia bastante, tornando algumas vezes economicamente inviáveis investimentos em certo conjunto de unidades que constituem uma refinaria e, em outras, ampliando a rentabilidade do capital investido.

Os estoques sob controle dos comercializadores e dos operadores comerciais também têm um efeito sobre o processo de ajuste entre variações de preços e utilização da capacidade das refinarias. É por isso que os dados coletados com menor frequência – por exemplo, anualmente – apresentam maiores relações das variações de preços com a utilização da capacidade do que os dados com frequências maiores, como os dados mensais, onde o custo do ajustamento é relevante e as relações margens de refino e utilização de capacidade se desfazem. A literatura sugere que há uma resposta defasada do parque de refino em relação a variações da demanda, com

<sup>8</sup> Modelo matematizado aplicando o conceito de tecnologia *putty-clay* se encontra em (KUIPERS; ANDRIESEN; JACOBS; KUPER, 1985)

<sup>9</sup> Um dos indicadores mais comuns é a relação de preços de três unidades de petróleo cru e duas unidades de gasolina e uma unidade de óleo para aquecimento, o “3-2-1”, com contratos negociados nos mercados futuros, especialmente no NYMEX. Na Europa, o *crack spread* mais comum é o “6:3:2:1” dos preços de seis barris de petróleo, três barris de gasolina, dois de diesel e um de óleo residual.

as margens se movimentando antes dos impactos sobre os preços do petróleo cru, que também têm estrutura própria de defasagens (GHODDUSI; TITMAN; TOMPAIDIS, 2021).

#### 4. MOTIVAÇÕES PARA O INVESTIMENTO EM REFINO

Há assimetrias nos ciclos dos preços do petróleo cru e dos derivados, mas não há clara evidência de que a captura das margens de refino seja a principal motivação para a integração vertical das refinarias com a produção de petróleo<sup>10</sup>. O crescimento da integração nos países fora da OCDE se move muito mais por razões estratégicas de desenvolvimento local e ocupação nas novas geografias do comércio internacional com mercados mais aquecidos na região da Ásia-Pacífico, do que nos mercados tradicionais das Américas e da Europa.

Os países produtores de petróleo enfrentam sempre o dilema de diversificação de suas economias e esbarram na necessidade de buscar novas fontes de tributação, além do petróleo, e geração de divisas internacionais, além das exportações do produto em sua forma não refinada.

A metodologia mais convencional de cálculo dos preços-sombra para avaliar o custo de oportunidade de exportar ou refinar domesticamente um barril do petróleo produzido nacionalmente é o preço do derivado importado versus o preço do petróleo exportado. Dessa forma, o custo de oportunidade do refino doméstico é o volume perdido de receitas de exportação no caso dele ser exportado (KARANFIL; PIERRU, 2021).

Com a introdução do tema de transição energética, custo do carbono, valor do meio ambiente e custo da poluição, na maioria dos casos sem mercados definidos, o uso de preços-sombra vem se ampliando nos últimos anos, para incluir esses componentes, que afastam os preços observados daqueles que poderiam aumentar o bem-estar das sociedades, tanto no presente, como na maximização intertemporal do bem-estar. A Paridade dos Preços de Importação (PPI) deixa de ser um preço ótimo.

Uma das escolhas dos refinadores é a opção entre obter petróleos mais leves e menos ácidos, e processar em unidades mais simples de destilação, ou fazer os investimentos em unidades de conversão, e obter as vantagens de processar petróleos de diferentes tipos, capturando as margens dos derivados mais leves (FAVENNEC, 2022).

Além de intensivas em capital, as refinarias têm um longo processo entre o planejamento, projeto, licenciamento, construção e operação, em geral variando entre 5-7 anos, com investimento próximo a 10 bilhões de dólares para uma refinaria típica, apesar dos investimentos variarem muito em função da localização, tipos de petróleo a refinar, unidades de processo a construir e conjuntos de produtos a entregar ao mercado, com logística adequada (CANADIAN FUELS ASSOCIATION, 2013).

Os investimentos em refinarias não são motivados apenas pela lucratividade, mas também atendem a objetivos estratégicos, tanto das empresas integradas, como dos países hospedeiros e dos investidores em mercados específicos (MAACK, 2013).

Os investimentos em refino contêm vários tipos de projetos (DUNNE; MU, 2008): expansão de capacidade, da conversão, manutenção e melhoria operacional, controle de emissões e ajuste de especificações sem impacto sobre capacidade e investimentos em segurança.

Desde os anos noventa, poucos investimentos de expansão ocorreram, concentrando-se os investimentos em melhorias das refinarias existentes e adaptações para aumentar a conversão e capacidade de processar petróleos mais pesados em derivados mais leves. Nos EUA e outros países da OCDE predominam os *revamps*<sup>11</sup> das refinarias existentes (*brownfield*) mais do que os investimentos *greenfield*<sup>12</sup> com a construção de novas refinarias, o que predomina nos mercados chineses, indianos e do Oriente Médio (FAVENNEC, 2022).

A grande volatilidade de margens de refino explica parcialmente a dinâmica dos investimentos no refino. Quanto mais irreversível é o investimento em frente a uma perspectiva de incertezas sobre margens, mas demorada é a decisão final de investimentos. (DUNNE; MU, 2008) apontam pelo menos três razões para explicar esse comportamento em relação aos investimentos em refino:

a. Grande proporção de custo afundado, uma vez que há importante parcela dos investimentos realizados em sites já estabelecidos e em produção.

<sup>10</sup> Muito menos estudada é a integração em direção ao varejo, com a distribuição e redes de postos integradas com o refino. Esse tipo de estudo é mais relevante para países não produtores e exportadores de petróleo, com mercados domésticos de derivados significativos e pulverizados.

<sup>11</sup> Projetos para aumentar a eficiência e reduzir gargalos dos processos produtivos em uma refinaria já existente.

<sup>12</sup> Investimentos na construção de novas refinarias.

- b. Crescimento de capacidade por saltos discretos sem continuidade.
- c. Existe mercado de contratos futuros para produtos e matérias primas, de forma que a volatilidade faz parte do negócio.

As tecnologias conhecidas fazem com esse fator esteja disponível, para os investidores que queiram expandir a sua capacidade de refino, aumentar seu poder de conversão, melhorar a qualidade de seus produtos e ter uma operação mais eficiente. Nem sempre o investimento em refino aumenta a capacidade de produção, muitas vezes atuando em outras dimensões do setor.

## 5. TENDÊNCIAS RECENTES DO REFINO MUNDIAL

Nas últimas décadas do século XX, a busca de eficiência energética e a melhoria da qualidade dos derivados dominaram as mudanças no refino. A eficiência foi obtida com a maximização da recuperação de energia (troca de calor entre os sistemas, por exemplo), além do fechamento de plantas menos eficientes e reestruturação do setor.

Algumas características das tendências recentes precisam ser destacadas:

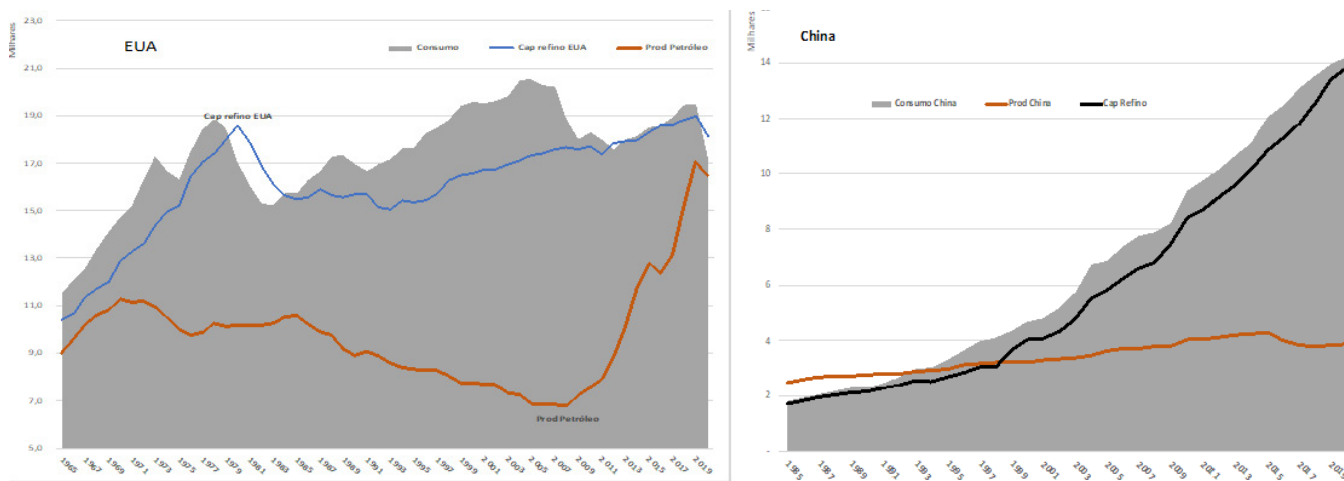
- a. As novas refinarias são cada vez mais integradas em complexos petroquímicos
- b. A demanda de derivados aumenta principalmente entre os mais leves, reduzindo a demanda dos mais pesados e mais ácidos
- c. Quanto mais limpos os derivados, maior sua demanda e melhores os seus preços.
- d. Mais substitutos existem principalmente para o transporte: biocombustíveis, GTL, eletrificação de frotas.

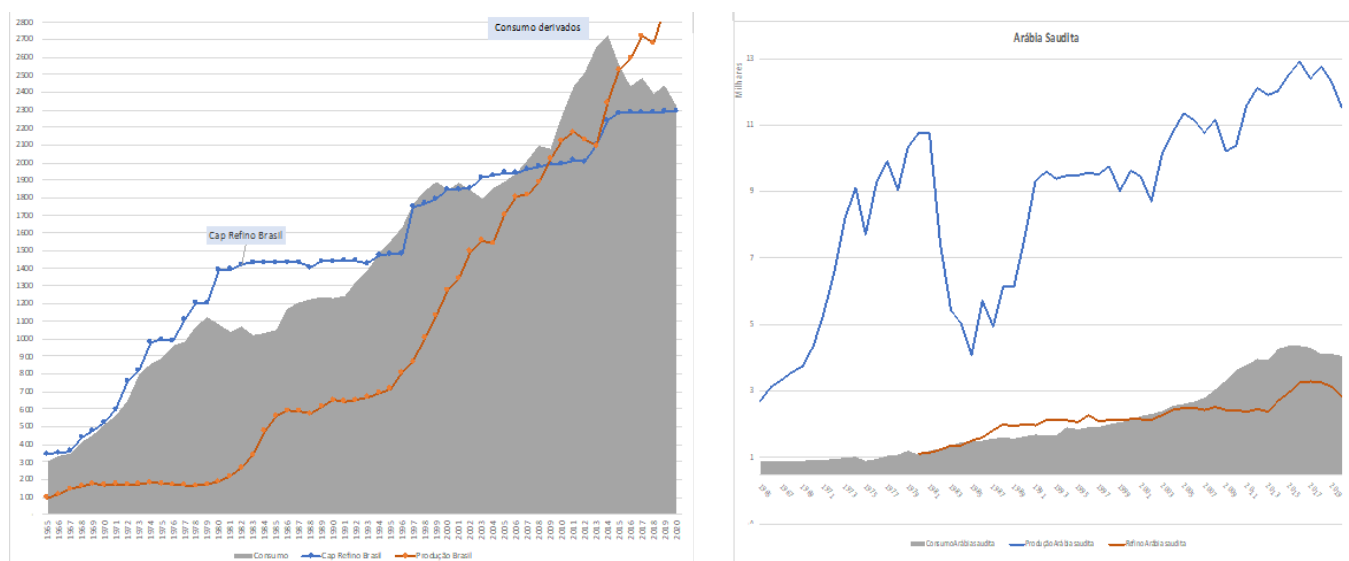
Os EUA são os maiores consumidores de derivados de petróleo do mundo e têm capacidade doméstica de refino superior à sua demanda. Quase todos os seus derivados são refinados domesticamente, em um setor em que há baixa integração vertical, apesar de apresentar uma grande concentração em grandes grupos refinadores.

Há evidências na literatura (CHESNES, 2014) da pouca correlação entre as paradas de manutenção das refinarias americanas e os preços domésticos de derivado, tanto com as variações sazonais da demanda, como pelos níveis de estoques acumulados, reduzindo a importância da oferta doméstica na fixação dos preços no mercado interno dos EUA. Como as margens do refino também são muito voláteis elas não são bons indicadores de investimentos no longo prazo, não havendo relação entre altos níveis de lucratividade de um ano com investimentos posteriores de aumento de capacidades (CHESNES, 2014).

Como se pode ver na Figura 1, a capacidade de refino nos EUA acompanha o consumo de petróleo e derivados desde 2010, com a produção doméstica de petróleo cru aumentando substancialmente depois de 2007. Os EUA praticamente são autossuficientes em refino de derivados de petróleo.

Figura 1 Produção de petróleo, capacidade de refino, consumo de petróleo EUA, China, Brasil e Arábia Saudita. Milhões de barris dia. 1965-2020





Fonte: BP Statistical Review 2021.

Apesar de ter havido uma concentração da capacidade de refino com o fechamento de unidades menores e menos eficientes, houve expansão da capacidade de refino com as refinarias se tornando maiores e mais complexas, intensificando o seu fator de utilização. A Exxon era a maior refinadora dos EUA em 2011, com cerca de 10% da capacidade instalada e os cinco maiores grupos refinadores controlavam um market share de cerca de 45% do mercado (CHESNES, 2014). Em 2020, o maior grupo refinador foi a Marathon, muito integrado com redes de logística, com 5,7 milhões de barris/dia de capacidade de processamento em 26 refinarias, seguido pela Saudi Aramco (1,2 milhões de bd em 2 refinarias) e Exxon (3,2 milhões por dia e 10 refinarias)<sup>13</sup>. Dos dez maiores grupos refinadores, seis são de empresas verticalmente integradas do poço ao posto.

A China passa por um processo acelerado e linearmente contínuo de expansão de capacidade de refino, desde os anos noventa, acompanhando a evolução do consumo no país, como se vê no segundo quadrante da Figura 1. A produção de petróleo mantém-se relativamente estagnada, o que faz da China o maior importador de petróleo cru do mundo, para processar domesticamente e atender a demanda nacional.

Situação diferente ocorre com o Brasil, que vê a aceleração de sua produção de petróleo cru, a partir do crescimento do pré-sal, mas que segue a trajetória comum desde os anos oitenta. A expansão da capacidade de refino nacional perde a corrida para o crescimento do consumo, a partir da segunda década do século XXI, ampliando as importações de derivados do país, com a capacidade de refino estagnada, como se vê no terceiro quadrante da Figura 1. As importações foram mais limitadas pela queda do consumo do que pelo aumento da produção de derivados.

No quarto quadrante se mostra o excesso de produção de petróleo cru da Arábia Saudita sobre o consumo nacional de derivados e o recente movimento de expansão de sua capacidade de refino, a partir de 2013, mas com descenso nos últimos anos de queda dos preços do petróleo e sua recuperação a partir de 2016.

A China enfrenta um grande desafio de garantir o suprimento de sua crescente demanda de derivados, com uma produção doméstica estagnada de petróleo, apesar do aumento dos seus investimentos na exploração e produção em outras partes do mundo.

A partir de 2014, a China se propôs a uma profunda transição energética, propondo atingir o pico de carbono em 2030, reduzindo seu uso para atingir a neutralidade do uso de carbono em 2060 (IEA, 2022). Para isso é indispensável uma profunda mudança de sua matriz de fontes primárias de energia, reduzindo drasticamente o uso de carvão e ampliando as renováveis, com diminuição do uso do petróleo e

<sup>13</sup> Utilizando dados publicados do Energy Information Administration (EIA) do governo dos EUA.



do gás natural.

A estrutura de refino, combinando a ação das grandes estatais com pequenas empresas privadas obsoletas e com baixa eficiência e grande emissão de gases de efeito estufa precisa ser modificada. Há um setor privado disperso em pequenas refinarias teapot e redes de distribuição, além de empresas na área de gás natural.

O refino chinês passou por importantes transformações no século XXI. Há uma clara necessidade de consolidação e modificações de suas refinarias pequenas e de baixa capacidade de conversão. A partir de 2010 a China ordenou o fechamento de refinarias com menos de 40 mil barris dias de capacidade de processamento, porém algumas delas preferiram o caminho da consolidação e revamp. As teapot são refinarias de baixa complexidade, apenas com destilação atmosférica, montadas para processar petróleos locais pesados e de alto teor de enxofre e como não tinham autorização para importar petróleo cru, passaram a utilizar óleo combustível como sua carga. Chegaram a meados da década de 2010 com cerca de 2,5 milhões de barris dia de capacidade de processamento, aumentando sua complexidade e, responsáveis por um terço do refino chinês, as refinarias independentes quintuplicaram sua produção de 2005 a 2015 atingindo 4,9 milhões de barris por dia (DOWNS, 2017; MEIDAN, 2017).

O fator de utilização das refinarias no final da década de 2010 era das menores do mundo (72,9%), com um acelerado aumento das importações de derivados de petróleo. As limitações para importação de petróleo cru, para as refinarias independentes, impunham um fator de utilização ainda mais baixo, em torno de 40%, antes da nova política de liberação de cotas a partir de 2015 (CHEN; ZHANG; MCLELLAN; ZHAN, 2020; DOWNS, 2017).

Um dos motivos para a expansão das pequenas refinarias foi a política de estímulos dos governos locais, que buscavam internalizar os benefícios locais da instalação de refinarias em cada região. Inicialmente, nos anos cinquenta e sessenta, as teapot foram autorizadas a funcionar para processar o óleo que vazava dos dutos que conduziam a produção dos campos de Shengli, na província de Shandong. Era um petróleo pesado, que possibilitava uma produção de asfalto significativa, requerendo refinarias de baixa complexidade.

Depois elas passaram a importar óleo combustível de baixa qualidade e somente a partir de 2015, com as novas políticas para o setor de petróleo da China passaram a receber licenças para importar petróleo cru.

A política de importações era estritamente controlada pelo governo central, porém a partir do final dos anos noventa, com a entrada da China na World Trade Organization (WTO), as restrições das importações de petróleo foram sendo relaxadas. No início, somente as estatais eram permitidas importações de petróleo para suas refinarias, com cotas para as empresas privadas. As cotas privadas foram aumentando e grandes complexos refinadores passaram a ter cotas praticamente liberalizadas na segunda metade dos anos 2010<sup>14</sup>. Para eliminar a obsolescência das suas teapot refineries, o governo chinês busca tanto o revamp de algumas de suas instalações, como dar forte ênfase, especialmente com a participação das suas estatais, na construção de novos complexos de refino, com escala e integrados com a petroquímica (CHEN; ZHANG; MCLELLAN; ZHAN, 2020).

As teapot representam uma forma de descentralização do refino na China, assim como estabelecem relações com o mercado spot de fornecimento de petróleo cru para seu processamento, além de atuarem nos mercados de óleo combustível. Seu crescimento decorre de vários motivos, segundo (MEIDAN, 2017):

1. Sua contribuição para as economias locais, com o apoio de governos provinciais.
2. Seu papel no equilíbrio da crescente demanda de derivados e restrições no crescimento da capacidade de refinação e de importação para atender o mercado doméstico
3. Com maiores exigências de qualidade de produto e eficiência do refino, as teapot se concentraram e se modernizaram, com grande integração com a petroquímica
4. Algumas estatais, especialmente a CNOOC, a última NOC chinesa a entrar no downstream, fez várias parceiras com refinarias

<sup>14</sup> Como maior importador mundial de petróleo, a demanda da China aumentou a competição por petróleos russos e do Oriente Médio, levando a grandes refinadores do Japão e da Coreia a buscarem novas fontes de suprimento, mesmo que os petróleos da Venezuela (Merey), ESPO da Rússia e petróleos vietnamitas e indonésios estejam encontrando espaços para atender as teapot chinesas (MEIDAN, 2017).

teapot, dando estabilidade aos seus investimentos

5. Com o aumento do custo tributário do óleo combustível e as licenças de importação de petróleo cru depois de 2014, as teapot voltaram a crescer no final dos anos 2010.

Fortemente dependente de suas estatais – a China Petrochemical Corporation (SINOPEC), focada no downstream, a China National Petroleum Corporation (CNPC) e a China National Offshore Oil Corp (CNOOC), focadas no upstream, o setor de petróleo e gás vem passando por reformas estruturais importantes no século XXI.

A política de segurança energética da China passa por diversificar as fontes de suprimento de petróleo, com investimentos no exterior, ampliação de dutos de transporte com países vizinhos, ampliação diversificada de terminais portuários e utilização de várias rotas de petroleiros, além de uma pressão para aumentar a competitividade do sistema doméstico de refino, controlado pelas refinarias integradas das NOCs<sup>15</sup>, sob crescente pressão competitiva das teapot que ampliam sua participação na oferta de derivados ao país.

Em 2010, as principais empresas estatais correspondiam a 44,7% do faturamento do setor no ano, que somados a outras estatais, controlavam 76,6% das vendas de petróleo e gás, upstream e downstream, além de petroquímica na China (SZAMOSSZEGI; KYLE, 2011).

Nos últimos dez anos, a China avançou tanto na descentralização das atividade, como no fortalecimento de suas estatais, que passaram por um processo de remodelagem institucional, incluindo a separação dos ativos de midstream, as redes de dutos e terminais, que passam a ser operadas por uma nova estatal – PipeChina, a National Oil and Gas Pipeline Network Group (MOON, 2019) –, com a consolidação dos ativos de midstream das estatais de petróleo e gás permitindo a privatização tanto no suprimento, como na saída dos produtos.

Nos primeiros anos do século XXI, a China ampliou a abertura dos mercados domésticos à competição internacional, reduziu as barreiras comerciais, ampliou sua participação como investidora fora do país, consolidando alianças internacionais importantes e investiu pesadamente em ciência e tecnologia, avançando na fronteira tecnológica, sem descuidar de recuperar o tempo perdido na indústria tradicional (GABRIELLI DE AZEVEDO, 2021). Em 1998, o governo promoveu uma troca de ativos entre a Sinopec (downstream) e CNPC (upstream) de forma a tornar ambas as NOCs empresas integradas, produzindo e refinando petróleo. Ambas, colocaram seus melhores ativos em subsidiárias com ações negociadas em bolsas internacionais. As duas também absorveram muitas das refinarias independentes, especialmente aquelas que pertenciam a grupos privados<sup>16</sup> (DOWNS, 2017).

No final dos anos 2010, a China passou a ser exportadora de derivados, especialmente o diesel, principalmente para mercados vizinhos a partir do crescimento da produção de suas teapot refineries. O principal instrumento para a intervenção governamental de suas atividades é a concessão de licenças de importação, que tem sido poderoso instrumento para a regulação das refinarias privadas, no modelo chinês de avanço do setor privado sob a estratégia do Partido Comunista Chinês e com forte dependência do setor estatal. Outro instrumento de intervenção é a tributação sobre os preços dos derivados no varejo, que regula as margens das refinarias privadas. Como os preços finais de derivados são administrados, a cobrança de impostos sobre o consumo tem um efeito direto sobre as refinarias independentes que precisam buscar seus suprimentos no mercado, sob licenças também controladas pelo governo.

A sonegação e o “planejamento tributário” passaram a ser comportamentos importantes para preservar as suas margens, levando a uma campanha governamental contra as perdas de receitas. No que se refere às grandes NOCs o governo deslançou uma campanha contra a corrupção, prendendo altos dirigentes da SINOPEC, CNOOC e CNPC depois de 2014 (REUTERS, 2015).

Com os preços baixos do petróleo no mercado internacional, de 2014-2016, o estímulo às importações de petróleo cru reforçou a expansão das refinarias privadas, ao mesmo tempo em que os contratos de fornecimento de longo prazo da PetroChina com a PDVSA faziam dessa NOC chinesa a principal importadora de petróleo Merey da Venezuela, que era repassado para as teapot, sem utilização pelas refinarias próprias (DOWNS, 2017).

A expansão das teapot alterou também a origem do suprimento de petróleo para a China com a Arábia Saudita perdendo posição

<sup>15</sup> National Oil Companies.

<sup>16</sup> A maior parte das refinarias teapot pertence a grupos privados, com outra parte pertencendo a governos locais.

para a Rússia, que se tornou o principal fornecedor para o país. Iraque, Venezuela e Brasil também cresceram suas exportações na fase de preços baixos, antes de 2017, com as refinarias independentes com uma parcela crescente das importações chinesas. Segundo (DOWNS, 2017), em 2017, as importações das independentes provinham principalmente da Rússia (19%), Angola e Venezuela (14% cada) e Brasil (10%).

Nos dois anos finais da década, as condições de mercado e da geopolítica se alteraram destacando novamente a importância da segurança energética. Os EUA passaram a impor sanções a produtos chineses, intensificando uma guerra comercial com a China, enquanto a OPEP+Rússia continuam a expansão da produção, retornando uma fase ascensional para os preços internacionais do petróleo. Com os preços altos e com o risco de não suprimento, Xi Jinping passou a adotar, a partir de 2018, uma política de forte estímulo a expansão da produção doméstica. Os planos de investimento em E&P doméstico aumentam significativamente nas NOCs chinesas, mesmo com as dificuldades de descobertas e de acesso a tecnologias com as sanções americanas (DOWNS, 2019).

A reversão do ciclo do mercado internacional só não teve impactos mais imediatos por causa da pandemia do Covid que reduziu o ritmo de crescimento, mas que cobra seu preço na retomada posterior com um aumento dos riscos para a segurança energética do país. As teapots enfrentam cada vez mais dificuldades para o suprimento de suas cargas, a preços mais elevados, agravadas pelos efeitos da guerra da Ucrânia sobre o seu principal fornecedor, a Rússia. A gestão das margens e dos preços dos derivados no mercado doméstico, reforçam o papel e importância das empresas estatais na garantia de abastecimento ao crescimento da economia.

A Rússia é o segundo maior exportador de derivados do mundo, depois dos EUA e tem uma história específica de seu refino (KAPUSTIN; GRUSHEVENKO, 2019; MIKHAYLOV, 2019). Com a guerra da Ucrânia sofre os efeitos das sanções da União Europeia e dos EUA e corre o risco de ser banida do mercado internacional de derivados, obrigando o país a encontrar novos mercados para escoar sua produção. Não é a primeira vez que isso acontece na sua história e esse isolamento é parte da explicação da atual situação do parque refinador russo. Tanto na fase inicial da industrialização, como na fase da II Guerra e a guerra fria dos anos 50 e 60, a Rússia viveu isolada do ocidente.

As exportações de derivados da Rússia se concentram em óleo combustível pesado e ácido (HFO), considerado um dos produtos com menos valor adicionado dos derivados de petróleo, em contração de demanda em todo o mundo, resultante de refinarias de baixo poder de conversão e de baixa complexidade. Historicamente o residual fuel oil (mazut) foi sendo substituído pelo carvão e pelo gás natural na geração elétrica, e no aquecimento, e foi sendo afastado do uso em embarcações, com seu mercado se contraindo no mundo todo. A expansão da produção de gás natural a partir dos anos oitenta acelerou essa substituição dentro da Rússia.

Apesar de planos anunciados na década de 2010 para modernizar o parque refinador da Rússia pouco se evoluiu nessa direção, antes da eclosão da guerra da Ucrânia. O parque refinador russo foi construído de forma a minimizar os custos de transporte, com o petróleo cru sendo transportado por dutos e os derivados por caminhões e trens de regiões distantes das fronteiras. O custo de transporte é mais relevante para o refino da Rússia do que em outros países.

Dois terços do refino russo se concentra em refinarias controladas por cinco empresas verticalmente integradas – Rosneft, Gazpromneft, Lukoil, Surgutneftegaz, e Tatneft – com a Rosneft sendo o maior refinador, com um terço do processamento (YERMAKOV; HENDERSON; FATTOUH, 2019). Gargalos na exportação do petróleo cru no início dos anos 2000, depois da queda da União Soviética, levaram a um crescimento de capacidade de refino para encontrar colocação para a produção crescente, incluindo as exportações de derivados. O fator de utilização das refinarias aumentou e a própria capacidade de processamento foi ampliada a ritmo mais veloz do que o crescimento da produção de petróleo cru. Somente a partir de meados dos anos 2010 a produção de HFO começou a declinar aumentando a proporção de destilados leves e médios.

As exportações de HFO, principalmente com alto teor de enxofre, acabaram sendo negativas em termos de geração de valor, pois o “fundo do barril” não agrega valor ao refino, sendo crescentemente penalizado nos mercados mundiais. Apesar de baixa complexidade e locações inadequadas para o comércio internacional o refino russo cresceu bastante nos anos 2000 por razões geopolíticas e por apoio direto do estado.

<sup>5</sup> As tendências históricas de locação do parque de refino são abordadas por (DEAN, 1976). Mudanças provocadas pelo crescimento das exportações de derivados são avaliadas em (ZVALETA; WALLS; RUSCO, 2015).

<sup>6</sup> A teoria original do pico do petróleo de Hubbert tem sua versão atual no pico de demanda (BARDI, 2019). Uma visão empresarial encontra-se em (MONZÓN; GUZMÁN; KALKMAN; ROGERS et al., 2019)

<sup>7</sup> Dados de produção e reservas são publicados anualmente pela BP. O último relatório publicado, - edição nº 70- encontra-se disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>> Acesso em: 10/05/2022.

Para compensar, os russos expandiram os seus impostos sobre as exportações, utilizando alíquotas diferenciais para estimular a expansão do refino doméstico. As empresas integradas conseguiram alocar seus custos entre o E&P e o refino, concentrando seus lucros no downstream, mas os produtores independentes de petróleo cru passaram a depender fortemente da demanda das refinarias nacionais desintegradas. Quase 40% do produto do parque refinador foram destinados para o mercado externo, forçando um preço de paridade de exportações, de forma que a cunha fiscal sobre as exportações se tornou um importante instrumento de fonte de recursos fiscais para o governo russo.

Essa política de incentivos para a expansão e modernização do refino russo encontrou limites na segunda metade dos anos 2010 e a modernização das refinarias foi muito menor do que o planejado. A partir de 2013, os subsídios para exportação de óleo combustível foram reduzidos e as refinarias passaram a operar em franjas do mercado que possibilitassem atender mercados marginais, em busca de produtos mais pesados e ácidos, mesmo que a regulação internacional caminhasse em outra direção.

A partir de 2019, houve uma mudança da política para o refino russo, fortalecendo os planos de expansão das grandes refinarias integradas, desencorajando a continuidade de refinarias de baixa complexidade e buscando ampliar as exportações de produtos de maior valor agregado.

Em 2017, os principais fluxos de petróleo na Rússia indicavam o refino de 52% da produção doméstica de petróleo, com exportações de 45% dessa produção de cru. Do refino doméstico quase metade se destinava a exportação de derivados e a outra metade atendia o mercado doméstico. Uma grande parte da renda petrolífera era utilizada para subsidiar as refinarias a adquirir petróleo abaixo dos preços internacionais (30% dos royalties e impostos sobre exportações) e subsídios para os consumidores russos (5,5% daquele total de receitas governamentais) (YERMAKOV; HENDERSON; FATTOUH, 2019).

## 6. CONCLUSÕES

O refino difere em cada país, dependendo da estrutura do setor, das políticas nacionais e da importância da segurança energética e capacidade de suprimento de petróleo cru. Não há um modelo único para o abastecimento de derivados de petróleo no mundo.

Assim, as variações dos preços dos derivados, mesmo mantendo certa relação com os preços do petróleo cru, tendem a refletir as estruturas e políticas nacionais, mais do que acompanhar os movimentos relativamente convergentes dos preços do petróleo cru.

A nova geografia do refino, com expansão do parque no Oriente Médio, China e Índia e modernização e aumento de complexidade das refinarias na OCDE sinaliza para um aumento do comércio internacional de derivados, em um mundo de crescente competição, aumento de rotas e dificuldades operacionais, com regulação forçando a utilização de combustíveis de menor teor de carbono e com menos impactos na geração de gases de efeito estufa.

Países com maiores reservas de petróleo, mesmo que não tenham grandes mercados consumidores nacionais aumentam sua integração com o refino, ampliando as exportações de derivados com maior valor agregado, assim como países cujos mercados domésticos estão em crescimento acelerado, como a Índia e a China. O que fará o Brasil?

## REFERÊNCIAS

- BARDI, U. (2019) Peak oil, 20 years later: Failed prediction or useful insight? **Energy Research & Social Science**, 48, p. 257-261.
- BAUR, S. (2014). **Refining Oil – A Way Out Of The Resource Curse?** London, London School of Economics and Political Science, p.14-158, May. Working Paper. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1076.3558&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 06/03/2022
- CANADIAN FUELS ASSOCIATION (2013). The Economics of Petroleum Refining. Understanding the business of processing crude oil into fuels and other value added products. Canadian Fuels Association. Disponível em: <<https://www.canadianfuels.ca/wp-content/uploads/2020/09/Economics-fundamentals-of-Refining-Dec18-2013-Final-ENG-1.pdf>> Acesso em: 04/03/2022
- CHEN, S. Y.; ZHANG, Q.; MCLELLAN, B.; ZHAN, T. T. (2020). Review on the petroleum market in China: history, challenges and prospects.

- Petroleum Science**, 17, p. 1779-1794. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12182-020-00501-6>> Acesso em: 06/03/2022
- CHESNES, M. (2016). Asymmetric Pass-Through in U.S. Gasoline Prices. **Energy Journal**, 37, n. 1, p. 153-180. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/b44f/ef144e5e5f09f3c55efea9de5227fc064ea2.pdf>> Acesso em: 10/02/2022
- \_\_\_\_\_ (2014). **The Impact of Outages on Prices and Investment in the US Oil Refining Industry**. Washington, (2014). Bureau of Economics. Federal Trade Commission, Working Paper. Disponível em: <<https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/impact-outages-prices-investment-us-oil-refining-industry/wp322.pdf>> Acesso em: 10/02/2022
- COASE, R. N. (1996) La Naturaleza de la Empresa. In: WILLIAMSON, O. E. e WINTER, S. (Ed.). **La Naturaleza de la Empresa. Orígenes, evolución y desarrollo**. México: Fondo de Cultura Economía/Economía Contemporánea, (1937). p. 29-103.
- DEAN, C. J. (1976). Locational Adaptations In World Oil Refining. **Geography**, 61, n. 4, p. 255-258.
- DOWNS, E. (2017). **The Rise of China's Independent Refineries**. Center on Global Energy Policy. Columbia University. Columbia, New York. Disponível em: <<https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/CGEPTheRiseofChinasIndependentRefineries917.pdf>>
- DOWNS, E. (2019). **High Anxiety: The Trade War And China's Oil And Gas Supply Security**. **Center on Global Energy Policy. Columbia University**. Columbia, New York. Disponível em: <<https://www.energypolicy.columbia.edu/research/commentary/high-anxiety-trade-war-and-china-s-oil-and-gas-supply-security>> Acesso em: 06/03/2022
- DUNNE, T.; MU, X. (2008). **Investment Spikes and Uncertainty in the Petroleum Refining Industry. Cleveland, (2008)**. Federal Reserve Bank of Cleveland. 08/05, 34p., Disponível em: [www.clevelandfed.org/research](http://www.clevelandfed.org/research)>. Acesso em: 04/03/2022
- FAVENNEC, J.-P. (2022). Economics of Oil Refining. In: HAFNER, M. e LUCIANI, G. (Ed.). **The Palgrave Handbook of International Energy Economics**: Palgrave Macmillan, cap. 3.
- GABRIELLI DE AZEVEDO, J. S. (2021). **Gás Natural na China: Transição energética, estratégia de longo prazo e papel do Estado**. Rio de Janeiro, INEEP, 45p., Maio, Relatório de Pesquisa.
- GHODDUSI, H.; TITMAN, S.; TOMPAIDIS, S. (2021). Crack Spreads and Capacity Utilization in the US Refinery. SSRN, p. 36. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3951918](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3951918)> Acesso em: 04/03/2022
- GOMES, J. S.; ALVES, F. B. (2007). **O Universo da Indústria Petrolífera: Da Pesquisa a Refinação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- IEA (2022). China's Oil and Gas Industry in Energy Transitions: National and International Perspectives. In: **China's Oil and Gas Industry in Energy Transitions**. Paris: IEA, Workshop. Disponível em: <<https://www.iea.org/events/china-s-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions-national-and-international-perspectives>> Acesso em: 01/05/2022
- KAPUSTIN, N. O.; GRUSHEVENKO, D. A. (2019). A long-term outlook on Russian oil industry facing internal and external challenges. **Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP Energies nouvelles** 74, n. 72, p. 1-11. Disponível em: <<https://ogst.ifpenergiesnouvelles.fr/articles/ogst/pdf/2019/01/ogst190118.pdf>>. Acesso em: 12/04/2022
- KARANFIL, F.; PIERRU, A. (2021). The opportunity cost of domestic oil consumption for an oil exporter: Illustration for Saudi Arabia. **Energy Economics**, n. 96, April.
- KIM, I. (2015). Refining the prize: Chinese oil refineries and its energy security. **Pacific Review**, 29, n. 3, p. 361-386. Disponível em: <[https://ink.library.smu.edu.sg/soss\\_research/2476](https://ink.library.smu.edu.sg/soss_research/2476)> Acesso em: 12/04/2022
- KUIPERS, A. K.; ANDRIESEN, C. M.; JACOBS, J. P. A. M.; KUPER, H.-H. (1985). A putty-clay vintage model for sectors of industry in the Netherlands. **De Economist**, 133, n. 2. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ysskxuvk>>.
- MAACK, L. D. N. D. (2013). **Economic analysis of the oil producing countries' strategies in the refining industry**. Orientador: SUBHES BHATTACHARYYA. Tese (Docteur en Sciences Economiques) - Faculté des Sciences Economiques Ecole Doctorale Economie & Gestion, Université Montpellier I Montpellier. Disponível em: <<https://www.theses.fr/2013MON10001>> Acesso em: 08/03/2022
- MANFRONIA, M.; BUKKENSE, S. G. F.; GIAMPIETRO, M. (2021). The declining performance of the oil sector: Implications for global climate change mitigation. **Applied Energy**, 298. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261921006346?via%3Dihub>> Acesso em: 06/03/2022
- MEIDAN, M. (2017). **China's Independent Refiners: A New Force Shaping Global Oil Markets**. **Oxford: Oxford University**. Disponível em: <<https://www.oxfordenergy.org/publications/chinas-independent-refiners-new-force-shaping-global-oil-markets/>> Acesso em: 08/03/2022
- MIKHAYLOV, A. (2019). Oil and Gas Budget Revenues in Russia after Crisis in 2015. **International Journal of Energy Economics and Policy**, 9, n. 2, p. 375-380. Disponível em: <<https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/6635>> Acesso em: 12/04/2022
- MONZÓN, D.; GUZMÁN, R.; KALKMAN, J.; ROGERS, S. et al. (2019). Shaping the oil company of the future. **Prism**, 1, p. 56-73.
- MOON, L. (2019). China combines three oil pipeline networks into a single operator in much-anticipated merger to improve efficiency in

- state sector. **South China Morning Post**, 9 Dec. Disponível em: <<https://www.scmp.com/business/china-business/article/3041244/china-combines-three-oil-pipeline-networks-single-operator>> Acesso em: 10/12/21
- REUTERS (2015). China's top graft-buster targets 26 big state firms for inspection this year. **Reuters**, 12 Feb. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/china-graft/chinas-top-graft-buster-targets-26-big-state-firms-for-inspection-this-year-idINKBNOLG0IK20150212>> Acesso em: 10/12/21
- SALYGIN, V. I.; LOBOV, D. S. (2021). Defining Major Oil and Gas Companies Development Strategies in the Era of Energy Transition. **MGIMO Review of International Relations**, 14, n. 5, p. 149-166. Disponível em: <<https://doi.org/10.24833/2071-8160-2021-5-80-149-166>> Acesso em: 08/03/2022
- STEVENS, P. (2016). **International Oil Companies: The Death of the Old Business Model**. London: Chatham House. Research Paper. Disponível em: <<https://www.chathamhouse.org/publication/international-oil-companies-death-old-business-model/2016-05-05-international-oil-companies-stevens.pdf>> Acesso em: 06/03/2022
- SZAMOSSZEGLI, A.; KYLE, C. (2011). **An Analysis of State-owned Enterprises and State Capitalism in China**. U.S.-China Economic and Security Review Commission. Washington, p. 122. Disponível em: <[https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/10\\_26\\_11\\_CapitalTradeSOEStudy.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/10_26_11_CapitalTradeSOEStudy.pdf)> Acesso em: 12/04/2022
- YERMAKOV, V.; HENDERSON, J.; FATTOUH, B. (2019). **Russia's heavy fuel oil exports: challenges and changing rules abroad and at home**. Oxford Institute for Energy Studies. Oxford. Disponível em: <<https://a9w7k6q9.stackpathcdn.com/wpcms/wp-content/uploads/2022/03/Russias-Heavy-fuel-oil-exports-challenges-and-changing-rules-at-home-and-abroad-WPM-80.pdf>> Acesso em: 06/03/2022
- ZAVALETA, A.; WALLS, W. D.; RUSCO, F. W. (2015). Refining for export and the convergence of petroleum product prices. **Energy Economics**, 47, p. 206-214. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988314002783?via%3Dihub>> Acesso em: 08/03/2022