



Universidade de Brasília – Departamento de Economia

**A Relação Entre Investimentos no Setor de Petróleo e o PIB: Um
Estudo do Caso Brasileiro**

Bruno Motta Amat

Brasília,
Agosto de 2021

Bruno Motta Amat

A Relação Entre Investimentos no Setor de Petróleo e o PIB: Um Estudo
do Caso Brasileiro

Monografia apresentada ao Departamento de
Economia da Universidade de Brasília (UnB)
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Geovana Lorena Bertussi

Banca Examinadora: Paulo Roberto Amorim Loureiro

Agradecimentos

À minha orientadora, professora Geovana Lorena Bertussi, por sempre me ajudar nos momentos em que precisei. Agradeço por toda sua companhia desde o meu segundo semestre em que fui monitor da turma de Introdução a Economia em que era professora e por todas as outras matérias em que fui aluno ou monitor em períodos seguintes.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado durante a minha graduação. As palavras de vocês sempre funcionaram de combustível para eu continuar tentando e dar o meu melhor.

À minha família, em especial aos meus pais, à minha irmã, ao meu avô, à minha avó, aos meus tios, às minhas tias e aos meus primos por serem o ponto de apoio que preciso em momentos difíceis e aqueles que compartilham as minhas alegrias.

Resumo

A presente monografia teve como objetivo analisar o efeito de investimentos no setor de petróleo sobre o crescimento econômico de longo prazo. Para isso, foi realizada uma análise dos mercados que envolvem o setor de petróleo (produção, movimentação, refino, distribuição) calculando as participações de mercado, índices de Herfindahl-Hirschman (HHI) e *Concentration Ratio 4* (CR4) para demonstrar o papel dominante da Petrobras nessas e, conseqüentemente, utilizar os investimentos realizados pela empresa como *proxy* para os investimentos totais do setor. Logo após é realizada uma revisão dos modelos de Solow, AK, Ramsey-Cass-Koopmans, externalidades de Romer de capital físico para ilustrar o papel de investimentos sobre o crescimento no *steady-state* com e sem a incorporação do setor de infraestrutura. Em seguida, são revisitados modelos econométricos que estimam a elasticidade renda de investimentos em infraestrutura no longo prazo tanto no Brasil quanto para o exterior. Posteriormente, é realizado o teste de causalidade de Granger para identificar a relação causal entre investimentos no setor de Petróleo e crescimento econômico no Brasil e é analisada a relação de longo prazo entre os investimentos no setor de petróleo e no setor de infraestrutura. Por fim, é realizado um modelo de Mínimos Quadrados Generalizados Factível (MQGF) para mensurar a elasticidade-renda de longo prazo dos investimentos no setor petrolífero, corrigindo a heterocedasticidade.

Palavras-chave: Petrobras, Investimentos no setor de Petróleo, Investimentos em Infraestrutura, Crescimento econômico.

Abstract

This work intends to analyze the impact of oil sector investments over the long-run economic growth. Therefore, the essay studies the markets that involve petroleum (production, transportation, refining, distribution) and calculates the market shares, Herfindahl—Hirschman Index (HHI) and the Concentration Ratio 4 (CR4); to demonstrate the leading position of Petrobras in this sector and, consequently, to adopt the company's investments as proxy for the total investments in the oil sector. Afterward, a literature review of the economic growth models of Solow, AK, Ramsey-Cass-Koopmans and Romer externalities is done to illustrate the role of general investments over the steady-state economic growth. Moreover, also presents the Barro and Rioja models, which include the government and infrastructure to the calculus. Subsequently, the essay reviews econometric models that measure the income-elasticity of infrastructure investments in Brazil and abroad. Then, it is calculated the Granger Causality test to identify the causal relation between oil sector investments and economic growth in the long run and, in addition, it is also calculated the cointegration of petroleum and infrastructure investments. Finally, the work measures the long-term income-elasticity of the oil sector investments adopting the Feasible Generalized Least Square (FGLS) estimation to correct the heteroscedasticity.

Key-words: Petrobras, Oil Sector Investments, Infrastructure Investments, Economic Growth.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. Análise do mercado de petróleo no Brasil.....	12
2.1. Breve Histórico	12
2.2. O mercado de produção e exploração de petróleo	15
2.3. O mercado de movimentação de petróleo.....	19
2.3.1. Terminais aquaviários.....	20
2.3.2. Terminais terrestres	21
2.3.3. Terminais dutoviários	21
2.4. Mercado de refino de petróleo	23
2.5. Mercado de distribuição de combustíveis.....	26
3. A relação entre investimentos, crescimento econômico e produtividade	28
3.1. Revisão teórica básica.....	28
3.2. Revisão empírica de literatura	35
4. Métodos, Procedimentos e Resultados	38
4.1. Descrição dos dados.....	38
4.2. A relação causal entre Investimentos da Petrobras e produtividade da economia brasileira	38
4.3. A relação entre investimentos no setor de petróleo e de infraestrutura no longo prazo.....	45
4.4. O efeito de investimentos no setor petrolífero sob o PIB real per capita.....	48
4.4.1. Modelo de curto prazo	48
4.4.2. Modelo de longo prazo	49
5. Conclusão	52

Lista de Quadros

Quadro 1 - Diferenças entre o sistema de Concessão e de Partilha.....	14
---	----

Lista de Imagens

Imagem 1 - Distribuição de Poços de Petróleo por região	16
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Produção de Petróleo por Operador.....	18
Tabela 2 - Resultado dos testes de cointegração por níveis para PIB e investimentos no setor de petróleo.....	41
Tabela 3 - <i>Akaike Information Criterion</i> das variáveis PIB e Investimento real, ambas em primeiras diferenças (DPIB e DInv), com até 5 defasagens	43
Tabela 4 - <i>Akaike Information Criterion</i> das variáveis DPIB e DInv com até 10 defasagens.....	44
Tabela 5 – Causalidade de Granger com 5 defasagens	44
Tabela 6 – Causalidade de Granger com 10 defasagens	44
Tabela 7 - Resultado do teste de cointegração por níveis entre investimentos no setor de petróleo e de investimentos	48

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Investimentos da Petrobras em Exploração e Produção de Petróleo (em milhões de US\$ corrigidos pelo CPI de 2019)	19
Gráfico 2 – Investimentos feitos pela Transpetro no setor de transporte marítimo (valores em milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019)	21
Gráfico 3 – Investimentos da Transpetro no transporte dutoviário (milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019).....	22
Gráfico 4 – Composição da produção de derivados de petróleo no Brasil (2019)	24
Gráfico 5 – Investimentos da Petrobrás no setor de refino (em milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019).....	25
Gráfico 6 – Investimentos nominais realizados pela Petrobras no setor de distribuição de combustíveis (em milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019).....	28
Gráfico 7 – Diagrama de Solow	30

Gráfico 8 - Diagrama de Solow para o modelo AK	31
Gráfico 9 – Autocorrelograma de Investimento Real da Petrobras em formato logarítmico.....	39
Gráfico 10 – Autocorrelograma de PIB per capita real em formato logarítmico	40
Gráfico 11 – Auto correlograma de Investimento real em primeira diferença.....	42
Gráfico 12 – Autocorrelograma de PIB per capita real em primeira diferença.....	42
Gráfico 13 - Evolução dos investimentos reais nos setores de petróleo e de infraestrutura	46
Gráfico 14 - Autocorrelograma de investimentos no setor de infraestrutura em formato logarítmico.....	47

1. Introdução

O Brasil é um dos principais países no setor energético, reconhecido principalmente pela alta parcela de energia hidroelétrica em sua matriz energética (cerca de 80% da energia domiciliar advém dessa modalidade de energia), bem como por suas grandes reservas de petróleo e gás natural *offshore* a partir do programa do pré-sal (IEA, 2020).

Dessa forma, o petróleo e seus derivados continuam sendo parte fundamental da matriz energética brasileira, cerca de 34,4% de toda oferta de energia advém desse produto em 2018 (MME, 2019). Segundo dados da *International Energy Agency* (IEA), a produção de petróleo aumentou 417% de 1990 para 2017 (31.943 Ktoe¹ para 133.314 Ktoe).

No mercado internacional, o Brasil se destaca como 13º maior exportador do produto, representando 2,4% das exportações totais (WORKMAN, 2020). Em termos de importação, o Brasil se encontra na 27ª posição (US \$4.651.642.000), responsável pela compra de 0,4% do produto em termos totais. (WORKMAN, 2020).

Ademais, segundo o anuário estatístico da ANP 2020, o Brasil apresentou 12,7 milhões de barris de petróleo como sua reserva total, ou seja, 0,7% de todas as reservas mundiais da *commodity*. Dessa forma, o país se encontra na 15ª posição em comparação a outros países, tendo a Venezuela (18%) e a Arábia Saudita (17%) como maiores detentoras de reservas. (ANP, 2020)

Já a produção brasileira da *commodity*, em 2019, foi de 2,9 milhões de barris por dia, ou 3% de toda produção global. Dessa forma, ocupa a posição de 10º maior produtor em um cenário liderado pelos Estados Unidos (18%) e Arábia Saudita (12%). (ANP, 2020).

O objetivo desse trabalho se trata, portanto, de mensurar o efeito de investimentos no setor de petróleo sobre o crescimento de longo prazo da economia brasileira. Assim, busca-se preencher uma lacuna nos estudos sobre a relação de infraestrutura e

¹ *Kilo tonne of oil equivalent*, unidade energética resultante da queima de uma tonelada de petróleo cru.

crescimento econômico, dado que o setor petrolífero é raramente abordado, de modo a não ter um estudo brasileiro dedicado a esse setor.

Assim, o trabalho é dividido em 3 partes: Na primeira, é analisado o mercado de petróleo destacando a grande participação da Petrobras nesse com o objetivo de justificar a utilização de seus investimentos como *proxy* para investimento total no setor; na segunda seção é realizada uma breve revisão de literatura acerca de modelos teóricos de crescimento econômico e evidências empíricas sobre o impacto de investimentos em infraestrutura no crescimento econômico de longo prazo; por fim é estimada a elasticidade-renda de investimentos no setor de petróleo para o Brasil.

Para analisar o mercado interno de petróleo, primeiramente será feito um breve histórico da regulação do setor, em seguida a análise dos mercados de produção, transporte, refino e distribuição.

Em relação à metodologia utilizada para quantificar a concentração dos mercados ela é baseada nos índices de participação no mercado (*market share*), o Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) e o Concentration Ratio 4 (CR4).

O primeiro se refere à parcela de mercado dominada pelas firmas. Enquanto o segundo analisa a concentração de mercado através do tamanho e participação das firmas presentes, seu cálculo é baseado na soma de todos *market shares* elevados ao quadrado (CADE, 2017). O Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) apresenta os seguintes intervalos de valores de HHI para os tipos de mercado: caso o índice seja inferior a 1500 pontos, tem-se que o mercado não é concentrado; caso o valor esteja entre 1500 e 2500 pontos, tem-se que o mercado é moderadamente concentrado; e caso o valor seja superior a 2500 pontos o mercado é altamente concentrado. (CADE, 2016)

Para o mercado específico de distribuição de derivados de petróleo também é utilizada a metodologia do Concentration Ratio 4 (CR4) que indica a soma do *market share* das 4 maiores empresas no mercado analisado. Para analisar esse valor, Shepherd define os conceitos de oligopólio frouxo e rígido, sendo o primeiro onde existe um ponto de equilíbrio entre a situação de competição e cartel; já o segundo se trata de um cenário de cartel efetivo.

Na 2ª parte desse trabalho será realizada uma revisão da bibliografia sobre a relação de investimentos no setor de infraestrutura ou na economia em geral sobre o PIB e a produtividade total dos fatores no longo prazo.

Primeiramente, serão analisados modelos de crescimento econômico de Solow (1956) e AK para demonstrar como investimentos apresentam papel fundamental no crescimento econômico. Logo após é analisado o trabalho de Romer (1986) sobre as externalidades positivas causadas pelo investimento em capital físico impacta no aumento de renda. Por fim, são apresentados os modelos de Barro (1990) e Rioja (1999), os quais incorporam o setor de infraestrutura aos modelos teóricos analisados anteriormente.

Em seguida é feita uma breve revisão acerca das evidências empíricas sobre o impacto de infraestrutura no crescimento econômico de longo prazo. Infelizmente, dada a falta de estudos para o setor de petróleo, essa seção é pautada na mensuração da elasticidade-renda de investimentos no setor de infraestrutura em geral para o Brasil e outros países.

Na 3ª parte é realizado, também, um modelo empírico, o qual inicialmente testa a causalidade entre investimentos realizados pela Petrobras (*proxy* para investimento no setor de petróleo) e PIB per capita real utilizando dados de 1962 a 2018.

No entanto, ao realizar os testes de cointegração, é notado que as séries não apresentam a mesma tendência no longo prazo, mesmo assim, ao utilizar as variáveis em formato de primeiras diferenças, nota-se que há impacto unilateral de investimentos no setor de petróleo sobre o PIB no longo prazo.

Assim, mesmo sendo uma correlação tecnicamente espúria, estima-se a elasticidade-renda desses investimentos utilizando a série temporal de investimento no momento T-10 e o PIB real per capita no momento T, ambas em formato logaritmo. A metodologia utilizada para essa estimação é método de Mínimos Quadrados Generalizados Factível (MQGF) com o objetivo de corrigir a heterocedasticidade presente no modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e o resultado obtido apresentou valor positivo e estatisticamente significativo.

2. Análise do mercado de petróleo no Brasil

2.1 Breve Histórico

Antes da criação da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), a jurisdição brasileira afirmava na Constituição de 1891, Art. 72: “As minas pertencem aos proprietários do solo, salvas as limitações que forem estabelecidas por lei a bem da exploração deste ramo de indústria” (BRASIL, 1891). Ou seja, o petróleo poderia ser explorado pelo dono do local e todo recurso encontrado pertenceria ao próprio. Porém, esse sistema começou a apresentar problemas, segundo Dias e Quaglino (1997), a legislação dificultava o acesso do Estado à atividade de mineração, ou seja, menos investimentos eram realizados no setor, dado que essa era a atribuição da União no sistema adotado. Dessa forma, houve redução da atividade mineradora e, ainda no curto prazo, observou-se que as medidas aplicadas ao setor eram ineficientes.

Além disso os autores destacam que no período de 1930 a 1938 não houve mudança regulatória relevante (DIAS, J. QUAGLINO, M. 1997). Porém, em abril de 1938 foi criado o Conselho Nacional do Petróleo, o qual seria a primeira tentativa de regular o setor de petróleo. A legislação aplicada a esse conselho era pautada pela nacionalização de todas as atividades e controle governamental de todos os aspectos da Indústria do Petróleo. No entanto, em 1943 esse viés nacionalista começou a declinar de modo que em 1946 foram aprovadas as primeiras concessões no setor com a construção de refinarias nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. (FGV CDPOC, 2021)

Assim, no cenário pós segunda Guerra Mundial, o abastecimento de petróleo feito via importações começou a pressionar saldos negativos na Balança Comercial de modo que foi necessário utilizar as reservas internacionais para equilibrar a situação. Além disso, em 1948 houve o movimento do “Petróleo é nosso” que possibilitou o aumento das participações estatal e privada nacional, indo de encontro ao movimento de aumento de participação estrangeira no setor. (DIAS, J. QUAGLINO, M. 1997).

Assim, em 1953, foi instituída a Lei nº 2.004 em que foi adotado um regime de monopólio do petróleo com o objetivo de obter ganhos de escala e reduzir custos de abastecimento de derivados, gerando a formação de monopólios regionais. Além disso, houve a criação da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (DIAS, J. QUAGLINO, M. 1997)

Já na década de 1960, com o regime militar, houve modificações na estrutura da empresa, de forma a criar vários departamentos como o Departamento de Produção e Exploração, Departamento industrial (responsável por refinarias e outras unidades industriais), Departamento de transportes (responsável pelos terminais) e Departamento comercial. (DIAS, J. QUAGLINO, M. 1997)

No entanto, no mesmo período a Petrobras enfrentava o problema de resistência por parte de agentes privados aos setores que a empresa não detinha o monopólio, como, por exemplo, a indústria petroquímica. Além disso, havia limitações legais para a atuação da empresa em segmentos como esse. Assim, para solucionar o problema, a empresa criou subsidiárias para atuarem nesses setores em associação ao setor privado, como a Petroquisa na indústria petroquímica e a BR distribuidora no setor de distribuição de combustíveis. (DIAS, J. QUAGLINO, M. 1997)

A partir da década de 1970, o Brasil passa a priorizar a busca por bacias marítimas de petróleo. Dessa forma, em 1974, há a descoberta da Bacia de Campos no Rio de Janeiro, a qual apresentava uma grande área e possibilitou o desenvolvimento de tecnologias e conquistas exploratórias. (MILANI, E. ARAÚJO, L. 2003)

Ademais, em 1975, houve o programa Pró-álcool, o qual incentivou a produção de álcool anidro para utilização veicular. A princípio o plano focava na mistura de etanol com gasolina e, posteriormente, promoveu a utilização do álcool hidratado como combustível para os veículos. (FARINA, E. RODRIGUES, L. SOUSA, E., 2013).

Em 1980, o preço de petróleo atingiu seu máximo, tornando ainda mais importante a implementação do Pró-álcool. Ademais, durante esse período houve alguns avanços como o desenvolvimento de carros que funcionavam à base de álcool e um empréstimo de US\$ 250 milhões do Banco Mundial ao programa. No entanto, após 1981 os preços de petróleo começaram a cair até que, em 1989, a produção de petróleo crescia concomitante à deterioração fiscal do país e, com o aumento de preço do açúcar no mercado internacional, tudo isso levou a uma estagnação do programa. (NITSCH, M. 1991)

Nesse contexto, em 1997, foi aprovada a Lei nº 9.478 (Lei do Petróleo), a qual apresenta como um dos objetivos para o aproveitamento racional de energia a promoção da livre concorrência para proteger os interesses do consumidor quanto ao preço e qualidade dos produtos. Ou seja, a Petrobras perdeu o monopólio natural sobre o petróleo. Ademais, foi criada a Agência Nacional do Petróleo (atual Agência Nacional do Petróleo,

Gás natural e Biocombustíveis) [ANP] responsável pela regulação do setor e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) com o objetivo de propor ao governo nacional políticas no campo energético. (BRASIL, 1997).

Com a eleição e início do governo de Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, houve o retorno à maior nacionalização de recursos. Esse movimento está relacionado ao *boom* das *commodities* gerando aumento de poder de barganha por parte dos políticos para a administração desses recursos. (MACHADO, J. 2019). Assim, a partir de 2003, a Petrobras passa a disputar de forma mais competitiva nos leilões de blocos de exploração e produção promovidos pela ANP. (SCHUTTE, 2012)

Em 2006, ao construir a plataforma P-50, maior plataforma brasileira, o país conseguiu atingir a autossuficiência energética (SCHUTTE, G. 2012). Além disso, em 2007 foi anunciada a descoberta do Pré-Sal, que possibilitou o Brasil se tornar um dos principais países produtores de petróleo no mundo. (RICCOMI, C., SANT'ANA, L., TASSINARI, C., 2012)

Já em 2010, houve a aprovação da Lei nº 12.351/2010 que definiu o regime de partilha do petróleo para campos do Pré-Sal e áreas estratégicas (SCHUTTE, G. 2012). Dessa forma, Schutte apresenta o quadro abaixo para diferenciar o sistema de partilha e de concessão.

Quadro 1 - Diferenças entre o sistema de Concessão e de Partilha

Concessão	Partilha
Petróleo da concessionária	Petróleo da União
Risco de exploração da concessionária	Risco de exploração da contratada
Pagamento de <i>royalties</i>	Pagamento de <i>royalties</i>
Pagamento de bônus de assinatura	Pagamento de bônus de assinatura
Pagamento de participação especial	Partilha do excedente em óleo entre o contratado e a União
Qualquer empresa pode ser concessionária exclusiva	Petrobras sempre participa com mínimo de 30%

Fonte: Schutte, G. 2012

Contudo, no mesmo ano, houve a promulgação da Lei nº 12.276, a qual possibilitou a cessão onerosa (sem necessidade de licitação) à Petrobras de produção e pesquisa em áreas não concedidas do Pré-Sal. (BRASIL, 2010)

Já no governo Dilma, a partir de janeiro de 2011, a Petrobras passou por dois problemas: alto endividamento e preço cobrado dos combustíveis no mercado nacional

inferior aos preços praticados no mercado internacional. Esses dois fatores estão interligados, uma vez que o governo incentivou a compra de automóveis gerando aumento de demanda por combustíveis, ao mesmo tempo que não havia interesse em aumentar os preços dos produtos por motivos políticos, aumentando, assim, o endividamento da empresa. (RIBEIRO, C. NOVAES, H. 2014)

Dessa forma, por ser uma empresa cujo acionista controlador é o governo, a Petrobras foi utilizada como instrumento para controlar a inflação a partir de reajustes de preço de combustíveis. Esses só eram possíveis pelo controle da estatal de toda produção, refino, transporte e comercialização de petróleo no Brasil. (MENDES, A. 2018)

No entanto, no governo Temer, essa dinâmica de preços foi alterada de modo a acompanhar as flutuações internacionais de preços da *commodity*, garantindo maior credibilidade a Petrobras e maior segurança jurídica a seus investidores. (DAMÁZIO, E. WATHIER, K., GIRALDI, R., 2018)

Já no governo Bolsonaro, a política em relação aos preços de combustível foi similar ao do governo Temer. No entanto, em fevereiro de 2021, o presidente substituiu Roberto Castello Branco pelo General Silva e Luna no comando da empresa, a principal justificativa para a mudança estava no reajuste de preços realizados pela estatal sendo considerados exagerados por Bolsonaro (SHUSH, M. 2021). Nesse contexto, o mercado reagiu mal a mudança levando a uma queda de 8% das ações ordinárias da empresa no dia da mudança (SHUSH, M. 2021) e avaliação negativa da Moody's em relação a interferência política na empresa. (RAVAGANI, A. 2021)

2.2 O mercado de produção e exploração de petróleo

Segundo a ANP (2019), o Brasil apresenta 27.388 poços de petróleo, desses 7.671 referem-se a poços de exploração e 19.717 poços de produção, que estão distribuídos conforme a imagem abaixo:

Imagem 1 - Distribuição de Poços de Petróleo por região²



Fonte: ANP. Elaboração ANP.

A etapa de exploração do petróleo precede à etapa de produção. A primeira objetiva descobrir e avaliar as jazidas de petróleo. A ANP afirma que essa etapa é responsável por prover informações como: “dados sísmicos, gravimétricos, magnetométricos, geoquímicos, perfuração e avaliação de poços, dentre outras, devendo obrigatoriamente contemplar o cumprimento do Programa Exploratório Mínimo (PEM)³ acordado com a ANP” (ANP, 2019). Ademais, nessa etapa são realizadas avaliações de descobertas para declarar a possibilidade de comercialização da área. (ANP, 2019)

Já a etapa de produção de petróleo é pautada nos Planos de Desenvolvimento (PD) e “consolidam o planejamento de longo prazo para as operações e investimentos no campo” (ANP, 2019). Assim, primeiramente, o campo passa por uma série de investimentos para possibilitar a produção de recursos no local. Após isso, quando já for possível realizar atividade econômica no campo, fica sujeito aos procedimentos de fiscalização e acompanhamento da agência reguladora. (ANP, 2019).

² Os marcadores verdes se referem a poços de produção e os marcadores azuis, se referem a poços de exploração

³ O Programa Exploratório Mínimo se refere a um conjunto de atividades a serem executadas pelo concessionário que são definidas no edital de licitação da área (ANP, 2020)

Quanto à regulação aplicada ao setor, a Lei do Petróleo define que a União tem o monopólio sobre a exploração das jazidas de petróleo e gás natural em território nacional. Assim, são feitas licitações para a exploração dessas áreas (BRASIL, 1997).

Desde 2010, o Brasil adotava um modelo de regulação mista no setor. Destarte, o CNPE oferecia à Petrobras preferência para operar em blocos considerados estratégicos. Após a manifestação da empresa, o Conselho propunha à Presidência da República quais blocos serão operados pela Petrobras, indicando a participação mínima de 30% da empresa estatal nos consórcios (BRASIL, 2010). No entanto, em 2016, foi aprovada a Lei n. 13.365, a qual encerra essa participação mínima obrigatória da estatal nos blocos de produção.

Dessa forma, existem dois tipos de licitação de bacias do pré-sal no Brasil: i) Contrato de partilha de produção celebrado diretamente com a Petrobras; ii) Contrato de partilha de produção celebrado mediante a modalidade de leilão (BRASIL, 2010).

Essas licitações que ocorrem por meio de leilões que são definidas pela portaria nº 174 da ANP. Ou seja, as empresas depositam suas ofertas em envelopes lacrados em uma urna transparente. Logo após, o julgamento é feito de maneira imediata e de acordo com a pontuação pré-estabelecida pelo edital que concorrem (MATTOS, C. 2008). Tais fatos ocorrem em função da existência de uma assimetria informacional entre o leiloeiro e o potencial comprador. Logo, os *players* que atribuem maior valor à área leiloadas tendem a ser mais capazes de gerar valor à exploração da atividade e estão dispostos a pagar valores de outorga maiores pelo uso dessa. Porém, no caso brasileiro, a Petrobras tem uma participação distinta, pois paga maiores valores para manter o poder de mercado, adquirindo licitações não por ser mais eficiente e sim porque é capaz de aumentar os preços finais (MATTOS, C. 2008).

Isso é observado nos resultados das Rodadas de Licitação pela ANP. Segundo a Agência, dos 493 blocos licitados entre as 9ª e 16ª rodadas, a Petrobras tem participação em 152, ou seja, 30,8%. Já empresas estrangeiras apresentam participação de 46,4% das licitações ganhas. Em relação a operação desses blocos adquiridos, tem-se que a Petrobras é a operadora de 23% desses blocos, seguida pela Petra Energia (6%), OGX (5%), Imetame (4%), Geopark (3%) e Exxon Mobil (3%) (ANP, 2019).

Já na produção total da *commodity*, a ANP, no boletim anual da produção de petróleo e gás natural, apresenta a produção por operador. A tabela 1 mostra as cinco maiores empresas no setor.

Tabela 1 – Produção de Petróleo por Operador

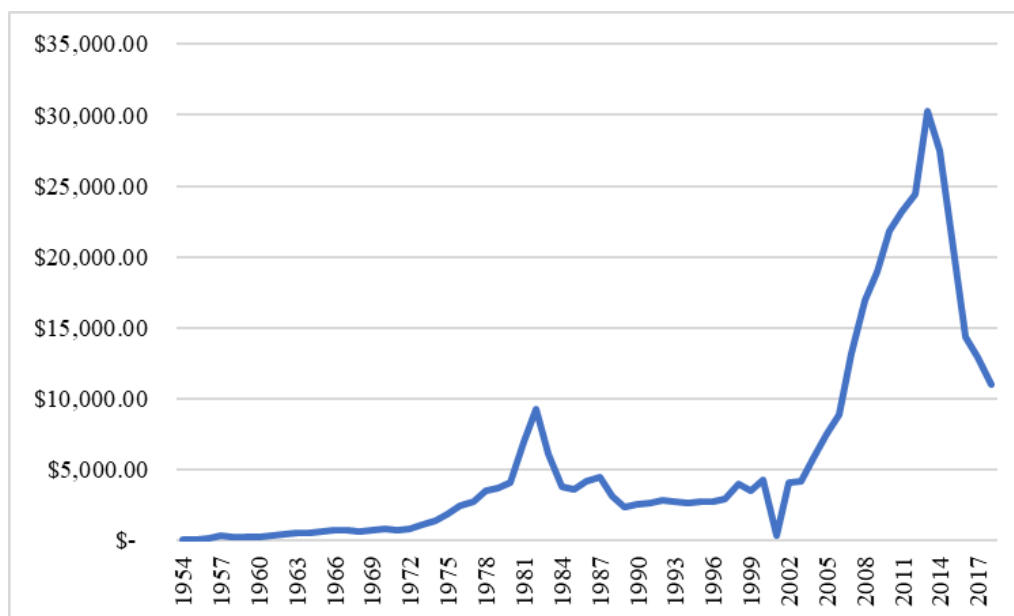
Operador	Produção de petróleo (milhões de barris)
Petrobras	948,65
Equinor Brasil	22,32
Shell Brasil	15,65
Total E&P do Brasil	9,25
PetroRio Jaguar	6,92
Total de produção	1.018

Fonte: Anuário Estatístico ANP, 2020. Elaboração própria.

Dessa forma, pela tabela 1, demonstra-se a grande presença da Petrobras no mercado de produção de Petróleo, a qual apresenta um *market share* do setor de 94%. Já utilizando o índice de Herfindahl-Hirschman o valor chega a 8.700,99 (sendo que um monopólio pleno equivale ao valor de 10.000).

O gráfico 1 demonstra a evolução dos investimentos realizados pela Petrobras em exploração e produção.

Gráfico 1 – Investimentos da Petrobras em Exploração e Produção de Petróleo (em milhões de US\$ corrigidos pelo CPI de 2019)



Fonte: Petrobras. Elaboração própria (2020)

Conforme o gráfico 1, observa-se que os investimentos na produção de petróleo aumentaram levemente de 1954 a 1972. Porém, com os choques do petróleo na década de 1970 e, conseqüentemente, aumento do valor do produto no mercado internacional, houve elevação dos investimentos para fomentar a produção interna do produto e substituir o importado. No entanto, com a redução do preço internacional nos anos 80, após os choques, os investimentos no setor caíram e permaneceram estáveis até o final da década de 1990. Assim, em 1997, houve a nova Lei do Petróleo que buscou atrair mais investimentos privados no setor, reduzindo a participação dos investimentos realizados pela estatal. No entanto, nos anos 2000, com a descoberta do Pré-Sal houve grande aumento de investimentos por parte da estatal. No entanto, devido a deterioração fiscal da empresa no final do governo Dilma, bem como a crise econômica enfrentada nos anos de 2015 e 2016 (com recessão econômica e queda no PIB), houve queda dos investimentos realizados pela empresa desde então.

2.3 O mercado de movimentação de petróleo

A fase subsequente à de produção é a de movimentação do petróleo cru para as refinarias, onde se tornam derivados. Existem dois modelos de movimentação da

commodity: a transferência, movimentação do produto em percurso de interesse geral; e transporte, movimentação de interesse privado e exclusivo. (ANP, 2020)

Para a realização dessa etapa, são necessários terminais para expedição, armazenagem e recebimento da *commodity* (ANP, 2020). Atualmente, o Brasil conta com três modalidades de transporte de petróleo e derivados: 1) terminais aquaviários; 2) terminais rodoviários; 3) terminais dutoviários. (ANP, 2019, p.115)

Para a execução dessa atividade, a Petrobras atua por meio de sua subsidiária, a Transpetro, a qual é responsável por operar, construir e manter terminais de petróleo para a empresa principal. (Transpetro, 2020).

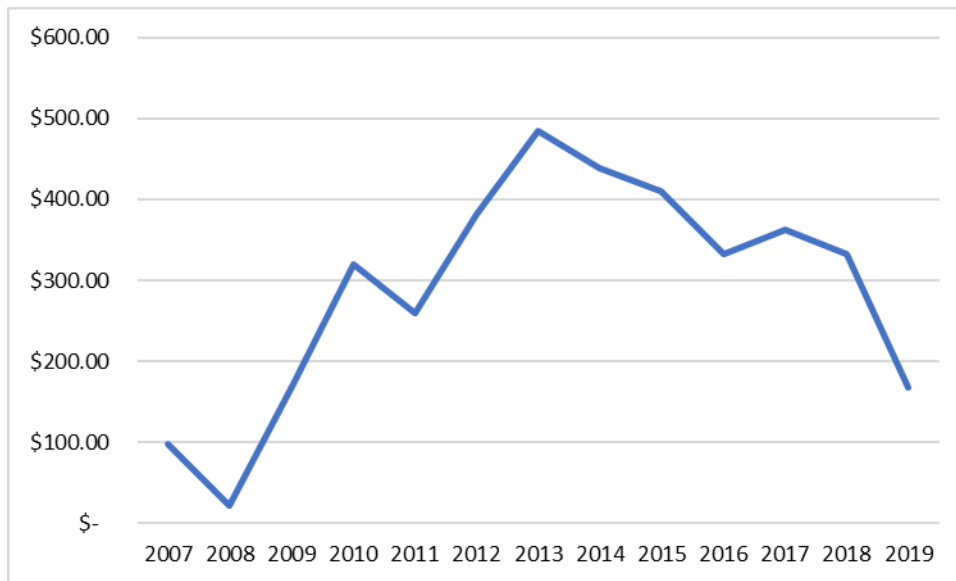
2.3.1 Terminais aquaviários

No ano de 2019 foram contabilizados 63 terminais aquaviários (com 1.471 tanques), desses terminais, oito são terminais fluviais (contendo 63 tanques, armazenando 62.531 m³ de petróleo), dois são terminais lacustres (contendo 30 tanques, porém não é armazenado petróleo), 53 são terminais marítimos (contendo 1.533 tanques, armazenando 3.847.046 m³ de petróleo). (ANP, 2020)

No setor de terminais aquaviários de petróleo, apenas duas empresas realizam a armazenagem do produto, a Transpetro e Tequimar. Atualmente, a subsidiária da Petrobras é responsável por 99,93% do mercado do armazenamento de petróleo nos terminais aquaviários (HHI de 9.986 pontos) [ANP, 2020].

O gráfico 2 apresenta os investimentos realizados pela Transpetro no setor de transporte marítimo de petróleo.

**Gráfico 2 – Investimentos feitos pela Transpetro no setor de transporte marítimo
(valores em milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019)**



Elaboração própria com informações da Lei de Acesso a Informação (2020)

Em 2008 foi descoberto o Pré-sal, o que impulsionou investimentos em todos os setores que envolvem o petróleo. Dessa forma, seria necessário maiores investimentos no transporte marítimo para transportar a produção da *commodity* em terminais *off-shore* para as refinarias. Porém, assim como no caso da produção, com a deterioração fiscal da estatal no final do governo Dilma, houve redução dos investimentos no setor.

2.3.2 Terminais terrestres

No ano de 2019 foram contabilizados 51 terminais terrestres cuja capacidade de armazenamento total equivale a 4.271.786 m³ de petróleo em 561 tanques. Porém, no caso específico de movimentação de petróleo, a capacidade de armazenamento é de 1.471.775 m³ e a Transpetro é a única empresa a apresentar terminais terrestres de armazenamento do produto, ou seja, apresenta participação de mercado de 100% do mercado e apresenta HHI de 10.000 pontos. (ANP, 2020)

2.3.3 Terminais dutoviários

Segundo a ANP, em 2019, o Brasil apresentava 510 dutos destinados a petróleo, gás natural e combustíveis. Desses, apenas 32 são dedicados para a movimentação exclusiva de petróleo, compreendendo uma extensão de 2,7 mil quilômetros. Ademais,

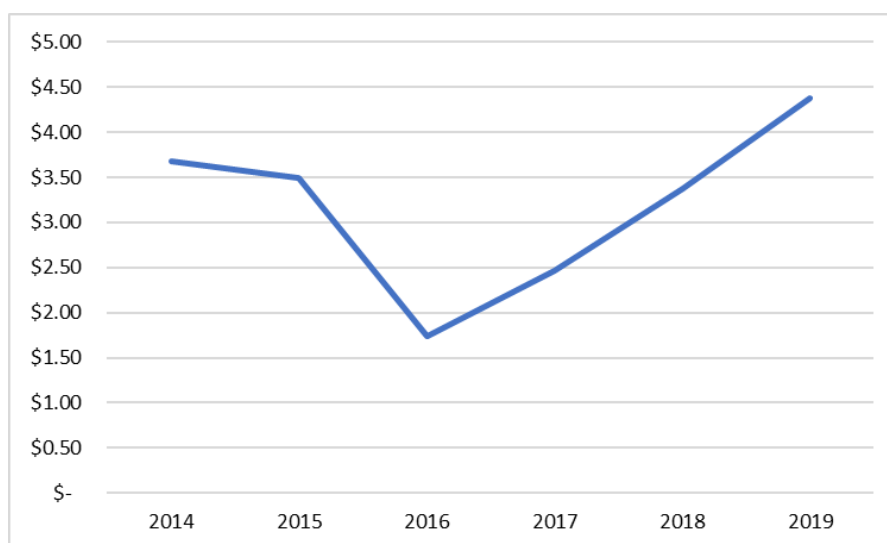
28 (2.579 km) dutos são utilizados para a movimentação de transferência e 4 (86 km) para transporte do produto.

Os oleodutos correspondem a dutos que interligam os campos de produção de petróleo às refinarias e, após o refino, são escoados para as distribuidoras dos derivados (ANP, 2020). Esse sistema é reconhecido por apresentar um alto custo, mas com grande potencial de ganhos de produtividade (SASIKUMAR, et.al, 1997). No Brasil, existem duas empresas que apresentam esse tipo transporte: Logum Logística S.A. e a Petrobras Transporte S.A. (Transpetro). Entretanto, há uma enorme discrepância entre as duas transportadoras, enquanto a primeira apresenta apenas 207 km de oleodutos (LOGUM, 2015), a segunda apresenta mais de 14 mil km. (TRANSPETRO, 2020)

Além disso, no transporte de petróleo em si, apenas a Transpetro o realiza via dutos, uma vez que os dutos da Logum são voltados para o transporte de etanol nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (LOGUM, 2020). Ou seja, em relação ao transporte dutoviário de petróleo, a participação da Transpetro é de 100% do mercado e o HHI é de 10.000 pontos, o que caracteriza um monopólio pleno.

O gráfico 3 abaixo apresenta os investimentos feitos pela Transpetro no setor de transporte dutoviário⁴.

Gráfico 3 – Investimentos da Transpetro no transporte dutoviário (milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019)



Elaborado pelo autor com base nas informações da Lei de Acesso à informação (2020)

⁴ Foram considerados a relação de projetos realizados para o atendimento de infraestrutura de D&T.

Pelo gráfico 3, acima ilustrado, nota-se que o ciclo de investimentos para o transporte dutoviário é diferente do transporte aquaviário, enquanto a partir do ano de 2016 o investimento no transporte aquaviário é reduzido, o valor do investimento dutoviário apresenta elevação. Uma justificativa para isso é que na reconstrução financeira da empresa seria necessário realizar investimentos em setores mais eficientes e, conforme observado, o transporte dutoviário é o mais eficiente dentre os outros modais (Sasikumar, 1997). Ademais, nota-se que os investimentos no transporte dutoviário está em um patamar muito baixo comparado ao do transporte aquaviário, logo tem menor peso nos investimentos totais realizados pela empresa.

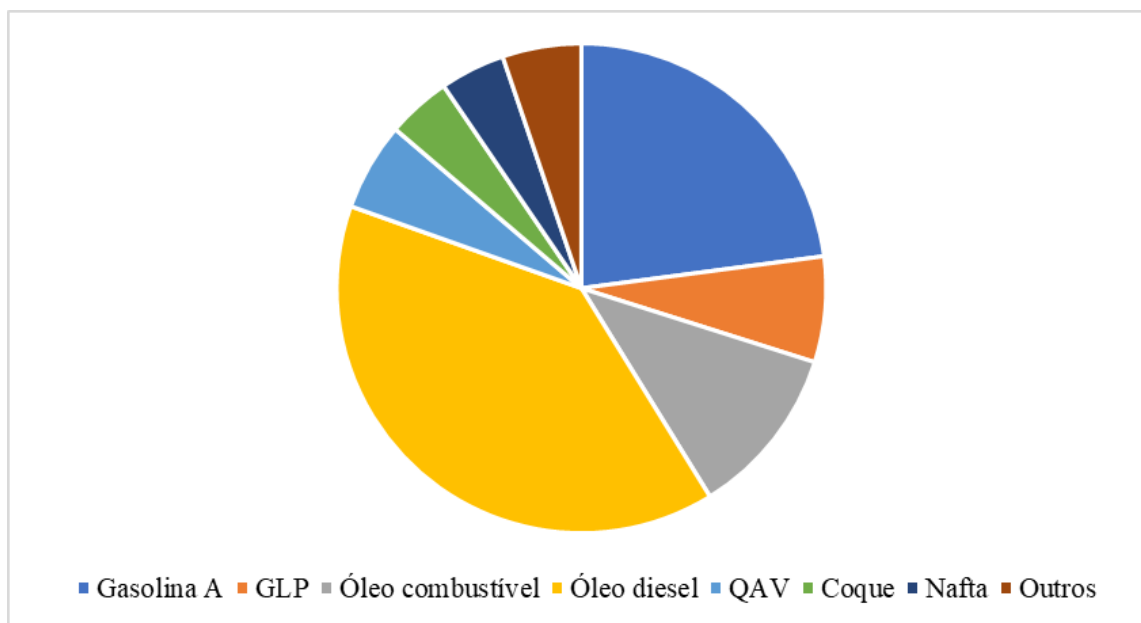
2.4 Mercado de refino de petróleo

Após a chegada do petróleo cru às refinarias, esse é refinado, ou seja, passa por processos químicos para a transformação do recurso em seus derivados como: gasolina, diesel, gás liquefeito de petróleo (GLP), asfalto, entre outros (ANP, 2020). Dessa forma, os derivados de petróleo estão presentes desde setores fundamentais para a infraestrutura do Brasil como energia, até produtos consumidos diariamente pelas pessoas como é o caso do plástico. (ANP, 2020).

Atualmente, o Brasil apresenta capacidade de refinar 2.410.700 barris de petróleo por dia (ANP, 2020). Já a produção total no ano de 2019 foi de 108.119.901 m³ de derivados de petróleo, sendo 86,7% derivados energéticos como gasolina tipo A⁵ e óleo diesel; enquanto, 23,3% de derivados não energéticos como asfalto e nafta. (ANP, 2020). No gráfico 4 é mostrada a composição da produção de derivados do petróleo no ano de 2019.

⁵ Gasolina sem a adição de etanol anidro (ANP, 2020)

Gráfico 4 – Composição da produção de derivados de petróleo no Brasil (2019) ⁶



Fonte: ANP. Elaboração própria (2020)

Em relação à estrutura desse mercado, atualmente, o Brasil conta com 17 refinarias, das quais 13 pertencem à Petrobrás. Assim, o *market share* da empresa nesse setor equivale a 98,4%⁷, enquanto o HHI apresenta valor de 9.681⁸ pontos. Ou seja, o mercado se aproxima de um monopólio pleno (10.000 pontos).

Segundo Prattes et al (2018) os efeitos sobre preços dessa concentração ocorreram no período do segundo semestre de 2010 até o final de 2014, quando os valores ficaram abaixo dos praticados pelo mercado internacional. Dessa forma, as pequenas refinarias apresentaram problemas em concorrer com a empresa líder. No entanto, no contexto hodierno, os preços ainda são atualizados diariamente com base nos preços do mercado internacional.

Segundo Mendes (2018), et.al, a falta de regulação nos preços dos derivados de petróleo inibe a entrada de investimentos privados no setor. Dessa forma, em 2019, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) e a Petrobras celebraram acordo

⁶ A categoria outros se refere a: gasolina de aviação, querosene iluminante, asfalto, óleo lubrificante, parafina, solvente e outros derivados não energéticos.

⁷ Dados obtidos da tabela 2.36 do Anuário Estatístico da ANP 2020

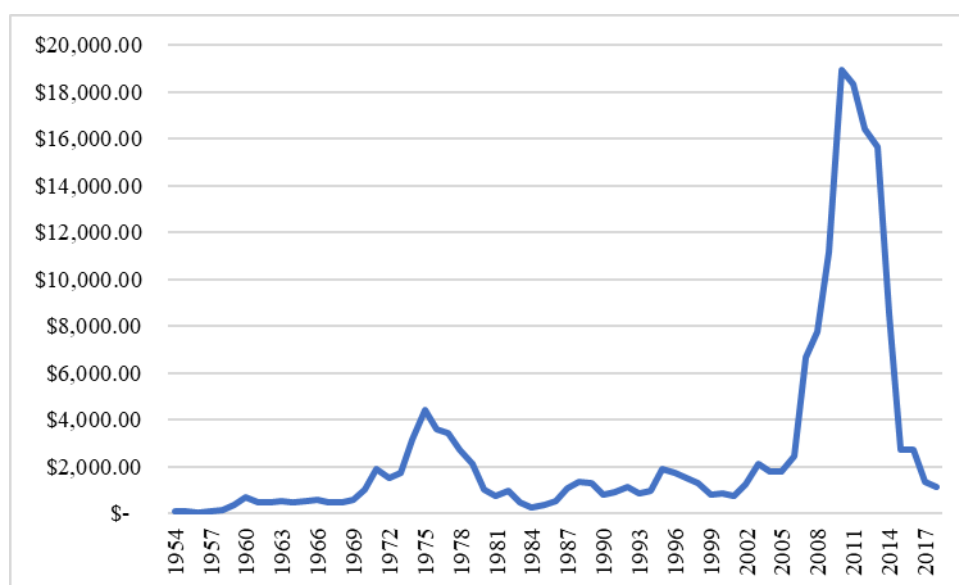
⁸ *Íbidem*

em que a empresa deveria vender sete refinarias⁹ até o período de dezembro de 2021. (CADE, 2019)

Em uma análise *ceteris paribus*, o resultado desses desinvestimentos é a redução do *market share* da empresa para 54,6%¹⁰. No entanto, devido à crise do COVID-19, segundo o banco UBS, a queda do preço do petróleo diminuiu o interesse em ativos da empresa (Brandão, 2020).

O gráfico 5 apresenta a série histórica de investimentos realizados pela Petrobras no setor de refino.

Gráfico 5 – Investimentos da Petrobrás no setor de refino (em milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019)



Fonte: Petrobras. Elaboração própria

Conforme o gráfico 5, nota-se que o ciclo de investimentos no setor de refino se aproxima com o de produção de petróleo. Ou seja, houve aumento de investimentos na década de 1970 por causa dos choques de petróleo e do fomento à produção nacional da *commodity*. No entanto com a retomada dos preços internacionais a patamares mais baixos, houve redução do investimento no setor, o qual só elevaria os investimentos nos anos 2000 com a descoberta do Pré-sal. Todavia, com a deterioração fiscal da empresa

⁹ Refinaria Abreu e Lima, em Pernambuco; Refinaria Presidente Getúlio Vargas, no Paraná; Refinaria Landulpho Alves, na Bahia; Refinaria Gabriel Passos, em Minas Gerais; Refinaria Alberto Pasqualini, no Rio Grande do Sul; Refinaria Isaac Sabbá, no Amazonas; e Refinaria Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste, no Ceará.

¹⁰ Dados obtidos do Anuário estatístico da ANP de 2020, tabela 2.36

no início da década de 2010 e a crise econômica pela qual passou o país em 2015 e 2016, houve redução drástica dos investimentos realizados no setor

2.5 Mercado de distribuição de combustíveis

A maioria dos derivados de petróleo produzidos no Brasil apresentam caráter energético e são combustíveis para meios de transporte e geração de energia, principalmente GLP, óleo diesel e gasolina. Dessa forma, o presente trabalho irá desenvolver apenas a análise da distribuição desses produtos, uma vez que seu objetivo é analisar o impacto de investimentos no setor de petróleo no crescimento econômico.

Após a etapa de refino, os derivados resultantes dos processos químicos são distribuídos para os pontos de revenda do produto (CBIE, 2019). Essa etapa é denominada como distribuição e, segundo a Lei do Petróleo de 1997, sua definição é “atividade de comercialização por atacado com a rede varejista ou com grandes consumidores de combustíveis, lubrificantes, asfaltos e gás liquefeito envasado, exercida por empresas especializadas, na forma das leis e regulamentos aplicáveis”. (BRASIL, 1997)

Atualmente, o Brasil apresenta 295 bases de distribuição¹¹ de combustíveis derivados do petróleo e biocombustíveis (ANP, 2020), 177 bases de distribuição de GLP (ANP, 2020) e 12 bases de distribuição de combustível aeroviário. (ANP, 2020).

No ano de 2019, foram comercializados 9,5 milhões de m³ de combustíveis derivados do petróleo. Desses, 49% equivalem a Diesel tipo B, 31% equivalem a gasolina tipo C¹², 18% equivalem a etanol hidratado, 1% equivale a óleo combustível. (ANP, 2020).

Para a análise de mercado desse segmento, será utilizada também a medida de *Concentration Ratio 4* (CR4), o qual mensura a participação das 4 maiores firmas (CADE, 2016). Ademais Shepherd (1999), apresenta os conceitos de *loose oligopoly* (“oligopólio frouxo”) e *tight oligopoly* (“oligopólio rígido”). O primeiro ocorre quando o CR4 está entre os valores de 25% e 60% (SYS, C. 2009) de forma que existe um ponto de equilíbrio entre a situação de competição e conluio (TIMM L. 2016). Já o segundo, ocorre quando

¹¹ As bases de distribuição são divididas em dois grupos: Primária e Secundária. As bases de distribuições primárias se caracterizam pelo bombeamento direto dos combustíveis advindos da Petrobras via oleodutos. Já as bases de distribuição secundária recebem os combustíveis por caminhões-tanque advindos das bases primárias. (Royal FIC, 2018)

¹² A gasolina tipo C equivale a gasolina tipo A com teor de 27% de etanol anidro (ANP, 2020)

o CR4 é superior a 60% (SYS, C. 2009) e apresenta um cenário de conluio efetivo. (TIMM, L. 2016)

Quanto à estrutura desse mercado, segundo dados da ANP, três empresas combinadas equivalem a mais do que 60% do *market share*, (Petrobras Distribuidora 27,93%, Ipiranga 19,48% e Raízen 19,05%) [ANP, 2020] assim, o mercado pode ser classificado como um oligopólio frouxo. Além disso, a partir dos dados disponibilizados, o HHI do mercado é de 1561,88 pontos e, pelos parâmetros adotados pelo CADE, o mercado é considerado moderadamente concentrado.

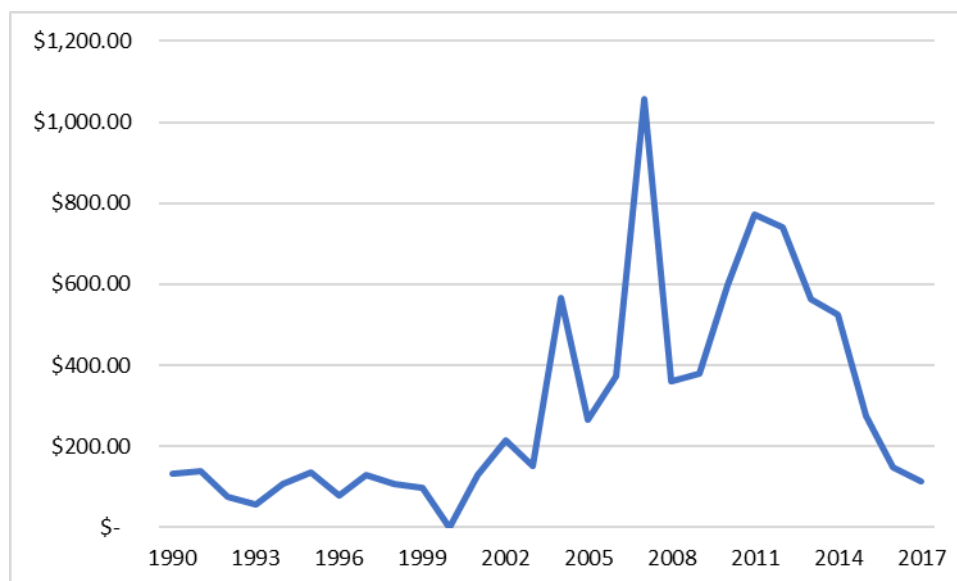
Sobre o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), conhecido popularmente como “gás de cozinha”, a ANP destaca que foram vendidas 7,29 milhões de toneladas do produto. Nesse mercado, existem 19 empresas autorizadas a operar no setor e existem 177 bases de distribuição. (ANP, 2020)

Quanto à concorrência no mercado de gás, tem-se que quatro empresas apresentam 75% de toda participação do mercado (Liquigás¹³ 21,16%, Nacional Gás Butano 19,13%, Supergasbras 18,05%, Ultragaz 16,70%) de modo que o presente oligopólio possa ser considerado rígido. Já o HHI no setor equivale a 1562,5 pontos, superando o valor de 1500 utilizado como limiar para um mercado moderadamente concentrado. (ANP, 2020).

O gráfico 6 apresenta os investimentos da Petrobras no setor de distribuição.

¹³ A Liquigás é a subsidiária da Petrobras voltada para a distribuição e comercialização de GLP (Liquigás, 2020)

Gráfico 6 – Investimentos nominais realizados pela Petrobras no setor de distribuição de combustíveis (em milhões de US\$, corrigidos pelo CPI de 2019)



Fonte: Petrobras. Elaboração própria (2020)

A partir do gráfico 6 nota-se que os investimentos no setor de distribuição seguem o mesmo ciclo de investimentos que os setores de produção e de refino. Ou seja, os investimentos estavam em patamares mais baixos na década de 90 devido à baixa dos preços internacionais de combustível. No entanto, nos anos 2000 com a descoberta do Pré-sal, houve maiores investimentos no setor de petróleo como um todo. Porém, com a deterioração fiscal da empresa e a crise econômica, os investimentos voltaram a cair.

3. A relação entre investimentos, crescimento econômico e produtividade

3.1 Revisão teórica básica

A partir da análise do mercado nacional de petróleo, é necessário observar como investimentos nesse setor impactam no crescimento econômico no país. Assim, primeiramente são analisados os modelos de Solow, AK, Cass-Koopmans e de externalidades de Romer para identificar o impacto de investimentos em geral sobre o crescimento econômico de longo prazo e, em seguida, são analisados os modelos de Barro e Rioja que incorporam o governo e o setor de infraestrutura.

Em 1956, Robert Solow apresentou o modelo neoclássico de crescimento econômico. Nesse modelo, o produto é dado por uma função Cobb-Douglas com duas

variáveis, capital (K) e trabalho (L); e uma variável exógena que indica a produtividade da economia (A). A equação é demonstrada abaixo.

$$Y = F(K, L) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (1)$$

Onde α é um parâmetro entre 0 e 1, ou seja, a função apresenta retornos constantes de escala. (JONES, C. 2000). Ao realizar a análise voltada pela ótica per capita considerando que todas as pessoas da economia sejam consideradas trabalhadores, a equação é alterada para:

$$\frac{Y}{AL} = \frac{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}}{AL} \Rightarrow \frac{Y}{AL} = \frac{K^\alpha}{(AL)^\alpha} \Rightarrow \tilde{y} = \tilde{k}^\alpha \quad (2)$$

Onde y é a renda per capita e k é a razão capital trabalho. Dessa forma, a equação agora apresenta retornos decrescentes de escala de modo que é necessário um aumento cada vez maior no capital em relação ao trabalhador para gerar um aumento na renda per capita. (JONES, C. 2000)

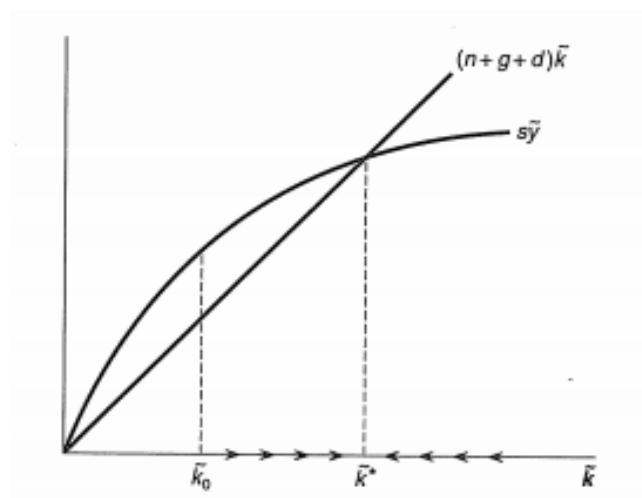
A outra equação importante no modelo de Solow é a de acumulação de capital em termos de trabalhador, ou seja, indica os elementos que impactam na variação de capital per capita, a qual é dada por:

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k} \quad (3)$$

Onde $\dot{\tilde{k}}$ é a taxa de variação da razão capital-trabalho em relação ao tempo, $s\tilde{y}$ é o investimento dado por trabalhador (sendo s , a proporção de renda poupada e y a renda do trabalhador), n é a taxa de crescimento populacional, d a depreciação do capital e g a taxa de progresso tecnológico da economia. (JONES, C. 2000)

A partir das equações é possível formular o Diagrama de Solow para observar o funcionamento do crescimento econômico ao longo do tempo.

Gráfico 7 – Diagrama de Solow



Fonte: Jones, C. 2000. P. 32

Assim, a dinâmica do gráfico consiste no aumento de capital de \tilde{k}_0 até \tilde{k}^* de modo que a variação do investimento se torne zero e seja alcançado o estado estacionário da economia (JONES, C. 2000). Dessa forma, no *steady-state*, a renda per capita é dada por:

$$y^* = A(t) \left(\frac{s}{n + g + d} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (4)$$

Dado que o progresso tecnológico é uma variável exógena, o modelo não explica ou fundamenta essa variável. No entanto demonstra que nesse estado, o crescimento econômico é sustentado pelo progresso tecnológico. (JONES, C. 2000)

A partir da equação acima, observa-se que o crescimento econômico é sustentado e quando $g = 0$ e $A(t) = 1$, a equação se torna a mesma do modelo sem progresso tecnológico. (JONES, C. 2000)

No entanto, no modelo de Solow, o progresso tecnológico era uma variável exógena, ou seja, o modelo não explicava sua origem ou evolução. Assim, um dos modelos que apresentaram esse fator de forma endógena foi o modelo AK.

A estrutura do modelo AK é similar ao modelo de Solow, porém, não há a adição do fator trabalho na equação. Assim, o modelo contém a constante “A” que representa o progresso técnico e a variável “K” a qual representa a acumulação de capital na economia. A importância desse modelo está na análise de como políticas podem influenciar o produto no longo prazo. (JONES, C. 2000)

$$Y = AK \quad (5)$$

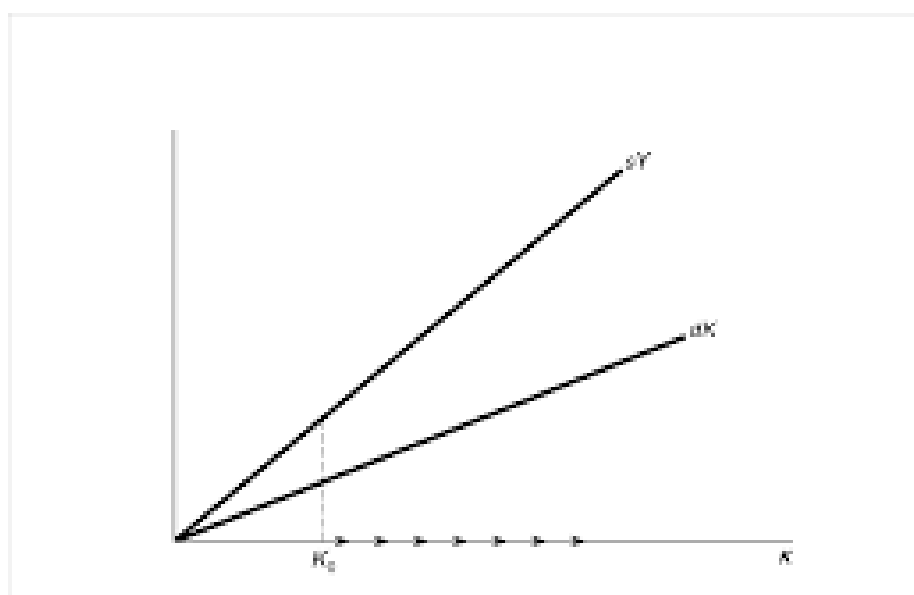
Assim, no modelo, como o a variável de capital está elevada a um coeficiente igual a unidade, essa apresenta retornos constantes de escala igual a constante de progresso técnico. Diferente do modelo de Solow, cujo coeficiente de K era menor que um, ou seja, apresentava retornos decrescentes de escala. (JONES, C. 2000)

Já a função de acumulação de capital é dada por:

$$\dot{K} = sY - dK \quad (6)$$

A partir disso, o gráfico de Solow para o modelo AK se torna:

Gráfico 8 - Diagrama de Solow para o modelo AK



Fonte: Jones, C. 2000. P. 135

Como o retorno sobre o capital é constante, toda unidade adicional de capital sempre terá o mesmo impacto na renda. Dessa forma, a taxa de crescimento da economia depende positivamente da taxa de investimento (sY), de modo que políticas econômicas que incentivem o aumento do investimento e, portanto, da acumulação de capital, resultam em maior crescimento econômico permanentemente. (JONES, C. 2000).

No entanto, um problema presente tanto no modelo de Solow como do modelo AK é que a taxa de poupança é exógena. Dessa forma, o modelo de Cass-Koopmans, busca corrigir essa limitação (ACEMOGLU, D. 2008). Primeiramente, é definida uma

função de utilidade para os consumidores no tempo $[u(c(t))]$, dessa forma, a utilidade de cada indivíduo pode ser escrita como:

$$U(0) = \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)*t} * u(c(t))dt \quad (7)$$

Onde $c(t)$ indica o consumo no momento t , ρ indica a taxa de desconto intertemporal, n é o crescimento da população. Dessa forma, segundo o modelo, $\rho - n$ indica a taxa efetiva de desconto intertemporal dado que os indivíduos se preocupam com as gerações futuras. Ademais, é necessário que $\rho > n$ para que o valor da utilidade não apresente valor infinito. (ACEMOGLU, D. 2008)

Assim, ao resolver o problema de maximização da função da equação 7 sujeita a acumulação de capital $\dot{k}(t) = f(k(t)) - (n + \delta)k(t) - c(t)$ (8), tem-se que no *steady state*, é necessário obter uma razão de capital trabalho de modo que:

$$f'(k^*) = \rho + \delta \quad (9)$$

Consequentemente, a função de consumo ótima é dada por:

$$c^* = f(k^*) - (n + \delta) * k^* \quad (10)$$

Assim, assumindo a função da razão capital trabalho como a função presente no modelo de Solow $[f(k) = A * \tilde{f}(k)]$ (15), tem-se que a poupança ótima é dada por:

$$s^* = \frac{\delta k^*}{f(k^*)} \quad (11)$$

Conforme a equação 9, nota-se que a razão capital-trabalho ótima não depende do crescimento populacional, como no modelo de Solow. Ademais, no estado estacionário, o consumo e o capital não dependem da utilidade, ou seja, a forma funcional da equação da utilidade impacta apenas na dinâmica do modelo e não no valor de longo prazo. (ACEMOGLU, D. 2008)

Em 1986, Paul Romer apresenta outro modelo com progresso tecnológico endógeno, em que a acumulação de conhecimento funcionaria de forma análoga à acumulação de capital físico. Dessa forma, o modelo expõe 3 elementos principais: externalidades geradas pelo investimento em conhecimento, retornos crescentes de escala na renda e retornos decrescentes de escala na produção de novos conhecimentos.

Em relação às externalidades, sua origem se encontra no fato de uma empresa, após descobrir uma nova tecnologia, não ser capaz de manter em segredo ou patentear a descoberta de forma perfeita. Assim, outra empresa seria capaz de ter acesso a nova tecnologia, mesmo não sendo a criadora inicial dessa.

Já sobre os retornos crescentes de escala, esses ocorrem porque o maior investimento em pesquisa e desenvolvimento apresenta efeitos marginais crescentes sobre renda. Ou seja, mesmo no estado estacionário com todas as outras variáveis constantes, não faria sentido interromper o processo de desenvolvimento de novas pesquisas.

A partir das condições iniciais apresentadas, Romer apresenta o modelo com horizonte de tempo infinito. Em seu resultado, observa que a economia apresentaria um equilíbrio sub-ótimo quando não apresentado qualquer tipo de intervenção pelo governo. Em relação ao ótimo social, nota-se que cada firma irá analisar apenas o retorno do investimento privado e ignorar o retorno social. Dessa forma, na situação de equilíbrio competitivo, o consumo é muito alto, enquanto a parcela de renda destinada a pesquisa é muito baixa. Ou seja, qualquer intervenção do governo que transfira recursos de consumo para pesquisa levará a aumentos de Pareto¹⁴. (ROMER, P. 1986)

A partir dos modelos apresentados, foi demonstrado o impacto de investimentos para o crescimento econômico. Porém, a Petrobras não pode ser observada como uma firma maximizadora de lucro comum. Conforme observado na seção anterior, em muitos momentos a estatal manteve os preços de combustíveis abaixo do preço internacional, ou seja, ao invés de maximizar o lucro, buscou maximizar o bem-estar da população. Dessa forma, atuou como uma extensão do governo para o setor de petróleo. Assim, faz-se fulcral analisar o impacto do governo e do setor de infraestrutura sob crescimento econômico no longo prazo.

Em 1990, Robert Barro apresentou modelo de crescimento endógeno, o qual incorpora o papel do setor público. Nesse modelo, o autor optou por utilizar a função de produção apresentada no modelo AK, em valores per capita, de modo que o capital apresenta retornos constantes de escala. No entanto, a partir da incorporação da utilidade do consumo, o economista define que a economia é produtiva o suficiente para manter

¹⁴ Se refere ao aumento de utilidade de um indivíduo, sem piorar a de outro

crescimento positivo no estado estacionário, porém não ao ponto de ter crescimento ilimitado de utilidade. (BARRO, R. 1990)

Ao incorporar a quantidade de serviços públicos ofertados pelo governo (g), a nova equação de produção se torna:

$$y = \Phi(k, g) = k \cdot \phi\left(\frac{k}{g}\right) \quad (12)$$

Onde, a função Φ satisfaz a condição de produto marginal positivo, porém decrescente. Assim, ao assumir que a função ϕ é uma Cobb-Douglas tem-se:

$$\frac{y}{k} = \phi\left(\frac{k}{g}\right) = A \cdot \left(\frac{k}{g}\right)^\alpha \quad (13)$$

Onde α é um valor positivo entre 0 e 1. Dessa forma, ao assumir que o governo apresenta um orçamento equilibrado ($g = T$) e o imposto cobrado é uma parte da renda dos consumidores, a equação da variação da quantidade consumida (γ) pode ser escrita como:

$$\gamma = \frac{1}{\sigma} \cdot \left[(1 - \tau) \cdot \phi\left(\frac{k}{g}\right) \cdot (1 - \eta) - \rho \right] \quad (14)$$

Sendo σ a elasticidade da utilidade em relação ao consumo, τ a proporção da renda equivalente ao imposto, η a elasticidade da renda em relação a quantidade de bens ofertados pelo governo e ρ está relacionada a preferência intertemporal do consumidor. (BARRO, R. 1990)

A partir dessa fórmula, Barro chega à conclusão de que, para países grandes, um aumento nos impostos acarreta em redução da quantidade consumida. No entanto, para países pequenos, o aumento dos impostos eleva os investimentos na economia de modo que impacta positivamente no consumo. (BARRO, R. 1990)

A justificativa dessa distinção está nas externalidades geradas pelos impostos e gastos governamentais, as quais levam a uma alocação não Pareto-ótima das decisões de poupança. (BARRO, R. 1990)

Ainda com relação a participação do governo no crescimento econômico, Rioja (1999) apresenta um modelo de equilíbrio geral que analisa o gasto do governo com infraestrutura. Esse modelo contém 3 agentes: Governo, Firms e Consumidores. Assim,

o modelo assume que existem vários consumidores e três fatores de produção: capital privado, infraestrutura pública e trabalho.

Assim, a partir das hipóteses citadas, é gerado o equilíbrio do modelo e conclui-se que o aumento de investimentos no setor de infraestrutura pública (como estradas e saneamento) incentivam o aumento do investimento privado dado que esses investimentos realizados pelo governo elevam a produtividade total dos fatores. No entanto, a partir do momento que se utiliza demais dessa infraestrutura, esses incentivos tendem a diminuir. (RIOJA, F. 1999)

Portanto, essa seção demonstrou – por meio da análise de alguns textos seminais da literatura de crescimento - que o papel dos investimentos, da acumulação de capital físico, de mais pesquisa e desenvolvimento e de mais infraestrutura pública são relevantes para o nível de crescimento econômico de um país e sua produtividade.

3.2 Revisão empírica de literatura

A partir da subseção anterior, nota-se que investimentos e investimentos específicos no setor de infraestrutura apresentam impacto relevante na produtividade de um país. Dessa forma, a presente subseção busca mensurar essa relação de maneira quantitativa para o Brasil e para o exterior.

Aschauer (1989), utilizando dados anuais dos Estados Unidos no período de 1949 a 1985, estimou a elasticidade entre o aumento de investimentos públicos em *core infrastructure* (rodovias, aeroportos, instalações elétricas e de combustíveis, entre outros) e produtividade. Assim, o resultado foi estatisticamente significativo e com coeficiente de 0,24. Ou seja, um aumento de 1% nos investimentos desse setor eleva em 24% a produtividade da economia. (ASCHAUER, D. 1989)

No entanto, o resultado encontrado por Aschauer foi muito alto, de modo a torná-lo implausível e não robusto ao utilizar técnicas econométricas mais sofisticadas (CALDERÓN, C. SERVÉN, L. 2004). Assim, Calderón e Servén utilizam a metodologia de dados em painel para estimar o impacto da infraestrutura sobre o crescimento e desigualdade econômica. Para isso, foram utilizadas base de dados de 120 países no período de 1960 a 2000 sobre investimentos no setor de infraestrutura de telecomunicações, energia e transporte. (CALDERÓN, C. SERVÉN, L. 2004)

Para medir quantitativamente infraestrutura, os autores desenvolveram índices os quais agregam várias dimensões da infraestrutura e também a qualidade dessa. Assim, o índice de estoque de infraestrutura é apresentado na equação 15. (CALDERÓN, C. SERVÉN, L. 2004)

$$Pl(z)_{it} = 0,6159 * \ln\left(\frac{Z_1}{L}\right)_{it} + 0,6075 * \ln\left(\frac{Z_2}{L}\right)_{it} + 0,5015 * \ln\left(\frac{Z_3}{A}\right)_{it} \quad (15)$$

Onde $Pl(z)_{it}$ é o índice que indica valor de estoque de infraestrutura, $\frac{Z_1}{L}$ é o número de linhas telefônicas por mil trabalhadores, $\frac{Z_2}{L}$ é a capacidade de geração de energia por mil trabalhadores, $\frac{Z_3}{A}$ representa a malha rodoviária sobre a área total do país. (CALDERÓN, C. SERVÉN, L. 2004)

Já o índice de qualidade da infraestrutura é apresentado na equação 16.

$$Pl(qz)_{it} = 0,5923 * (Q_1)_{it} + 0,5814 * (Q_2)_{it} + 0,5578 * (Q_3)_{it} \quad (16)$$

Onde $Pl(qz)_{it}$ representa o primeiro principal componente de qualidade da infraestrutura, Q_1 o tempo médio de instalação de linhas telefônicas, Q_2 é o valor relativo de perda de energia na distribuição e transmissão sob o total gerado, Q_3 é a participação de estradas pavimentadas sob o total de estradas no país. (CALDERÓN, C. SERVÉN, L. 2004)

Com a definição dos índices acima, os autores passam a estimar a relação entre infraestrutura e crescimento econômico no longo prazo (crescimento do PIB per capita). Assim, além dos índices de estoque de infraestrutura e de qualidade, são adicionadas as variáveis de capital humano, profundidade financeira, dívida pública, abertura comercial, governança, inflação, choque dos termos de troca e taxa real de câmbio. Na estimação pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) agrupado o valor dos coeficientes para os índices de estoque e qualidade de infraestrutura foram de 0,0095 e 0,0023 respectivamente. Ao controlar as observações por país, os valores se tornam 0,0191 e 0,0031, enquanto ao fixar por período de tempo os parâmetros passam a ser 0,0083 e 0,0012. (CALDERÓN, C. SERVÉN, L. 2004).

Já Ferreira e Malliagos (1997), analisam a elasticidade-renda dos investimentos em infraestrutura para o Brasil de 1960 a 1994. Para essa estimação utilizam a seguinte equação:

$$\ln Y_t = \phi \ln G_t \quad (14)$$

Onde Y_t é o PIB e G_t é o capital de infraestrutura (são considerados investimentos nos setores de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, telecomunicações, energia elétrica). Assim, ao utilizar o método de cointegração, os autores chegam ao resultado que o aumento de 1% no capital de infraestrutura acarreta em um aumento entre 0,55% a 0,61% no produto de longo prazo. (FERREIRA, P. MALLIAGROS, T. 1997)

Conforme observado, os valores encontrados superam a relação entre investimentos no setor de infraestrutura de outros países. Assim, os autores justificam esse acréscimo devido a uma escassez de infraestrutura no Brasil levando a uma não linearidade da elasticidade renda. Outra justificativa está relacionada a utilização do método de primeiras diferenças, não permitindo a inclusão da estrutura estocástica das séries temporais. (FERREIRA, P. MALLIAGROS, T. 1997)

Para análise de setores de forma separada, Silva e Triches (2014) calcularam a elasticidade-renda de longo prazo para os setores de comunicação, transporte, energia e recursos naturais; para isso, utilizaram dados de 1980 a 2005 dos gastos públicos realizados pelo Governo Federal, em que as variáveis foram utilizadas em formato de percentual do PIB. Assim, transporte apresentou elasticidade de 10%, comunicação apresentou elasticidade de 17%, energia e recursos naturais apresentaram elasticidade de -7% em relação ao produto (SILVA, S. TRICHES, D. 2004).

Em relação ao sinal positivo das duas primeiras elasticidades, os autores afirmam que está de acordo com a literatura uma vez que tanto comunicação quanto transporte estão relacionados a infraestrutura a qual gera externalidades positivas para a economia. Já quanto ao sinal negativo da elasticidade de energia e recursos naturais, a justificativa dos autores está na limitação da base de dados uma vez que esses investimentos apresentaram valor decrescente durante todo período analisado (SILVA, S. TRICHES, D. 2014)

A partir dos resultados dos modelos anteriores, será estimado nessa monografia um modelo para o impacto de investimentos no setor de petróleo no PIB do Brasil, uma vez que nos modelos anteriores esse setor não foi diretamente abordado.

4. Métodos, Procedimentos e Resultados

4.1 Descrição dos dados

Conforme observado na seção 2, a Petrobras ainda mantém grande poder de mercado no setor petrolífero. Assim, dado seu *market share* e o grande HHI nos setores em que atua, pode-se considerar que os investimentos realizados pela empresa são uma *proxy* eficiente para mensurar os investimentos totais no setor. Dessa forma, será analisada a relação entre os investimentos realizados pela Petrobras e o produto per capita na economia brasileira. Para tal, serão utilizadas duas variáveis: Investimentos em valores reais realizados pela Petrobras e PIB per capita real.

A primeira se trata dos investimentos realizados pela Petrobras em US\$ milhões corrigidos pelo *Consumer Price Index* (CPI) dos Estados Unidos. Assim, a observação temporal tem início em 1962 até o ano de 2018. Já o PIB per capita real, se trata do PIB nominal em dólares obtido no Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central (SGS-BACEN), corrigido pelo CPI dos Estados Unidos, dividido pela população residente calculada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obtida no IPEA-DATA (2020). O período temporal dessa variável é o mesmo da anterior.

Primeiramente, é necessário observar a relação causal entre essas duas variáveis, ou seja, se a variação de investimento causa a variação no PIB ou o contrário. Para isso, será realizado o teste de causalidade de Granger, o qual será explicado na próxima seção. Ademais, para tentar mensurar o efeito, será realizada estimação por Mínimos Quadrados Generalizado Factível, com o objetivo de obter a magnitude do efeito gerado e corrigindo a heterocedasticidade presente no modelo por acima.

4.2 A relação causal entre Investimentos da Petrobras e produtividade da economia brasileira

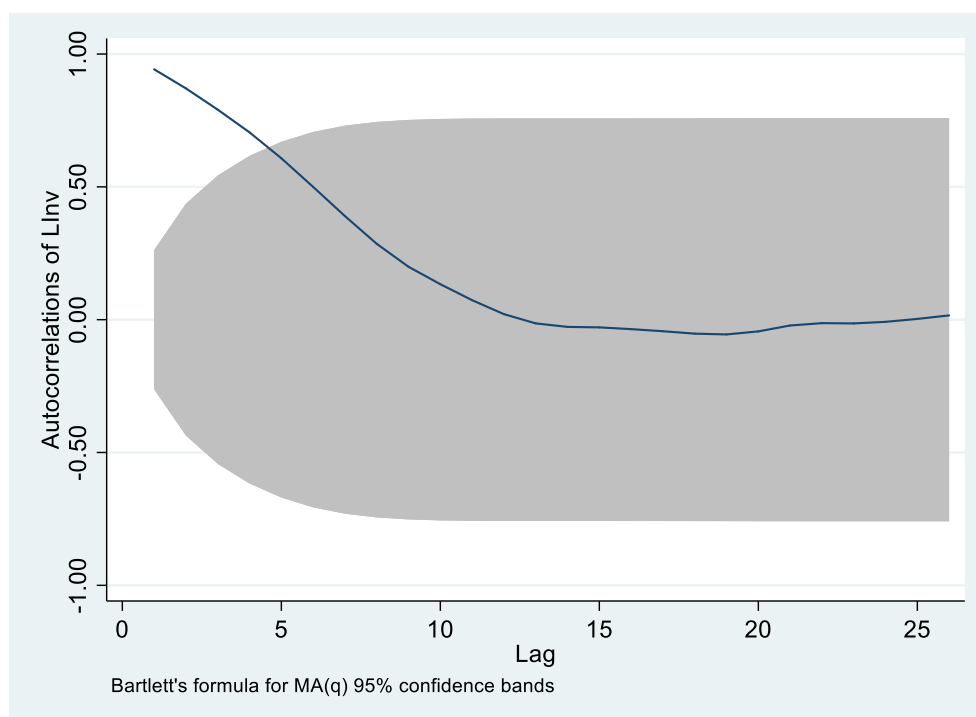
Como pôde ser observado, as variáveis relatadas são acompanhadas durante um determinado período de tempo, ou seja, se tratam de séries temporais. Assim, pode-se calcular a causalidade de Granger. Segundo Freeman (1983), esse conceito analisa se uma série X acarreta mudanças em outra variável Y. Assim, segundo Pierce (1977), se X causa, no sentido de Granger, Y, tem-se que Y será melhor explicado pelo passado de X e Y do que apenas pelo passado de Y. Ou seja, para a presente análise será observado se a variação de investimentos no setor petrolífero impacta na produtividade brasileira.

Para ser realizado, primeiramente, é necessário certificar que as variáveis são estacionárias. Segundo Wooldridge (2018), uma série é considerada estacionária se apresenta estabilidade em sua distribuição de probabilidade no decorrer do tempo. Assim, podem ser utilizados dois métodos para essa identificação: teste *Augmented Dickey-Fuller (ADF)* e o correlograma da função.

O teste Dickey-Fuller aumentado é realizado para apenas uma variável e testa a hipótese da raiz unitária, ou seja, se a variável defasada (T-1) é igual a variável no momento T. Se a hipótese nula for recusada, a série temporal é estacionária (Gujarati, 2011). Ao realizar os testes com 55 observações, os valores foram de -1,545 para os investimentos reais da Petrobras e -1,543 para o PIB real *per capita*, ambas variáveis em formato logaritmo. Assim, a hipótese nula não foi recusada, indicando que as séries não são estacionárias.

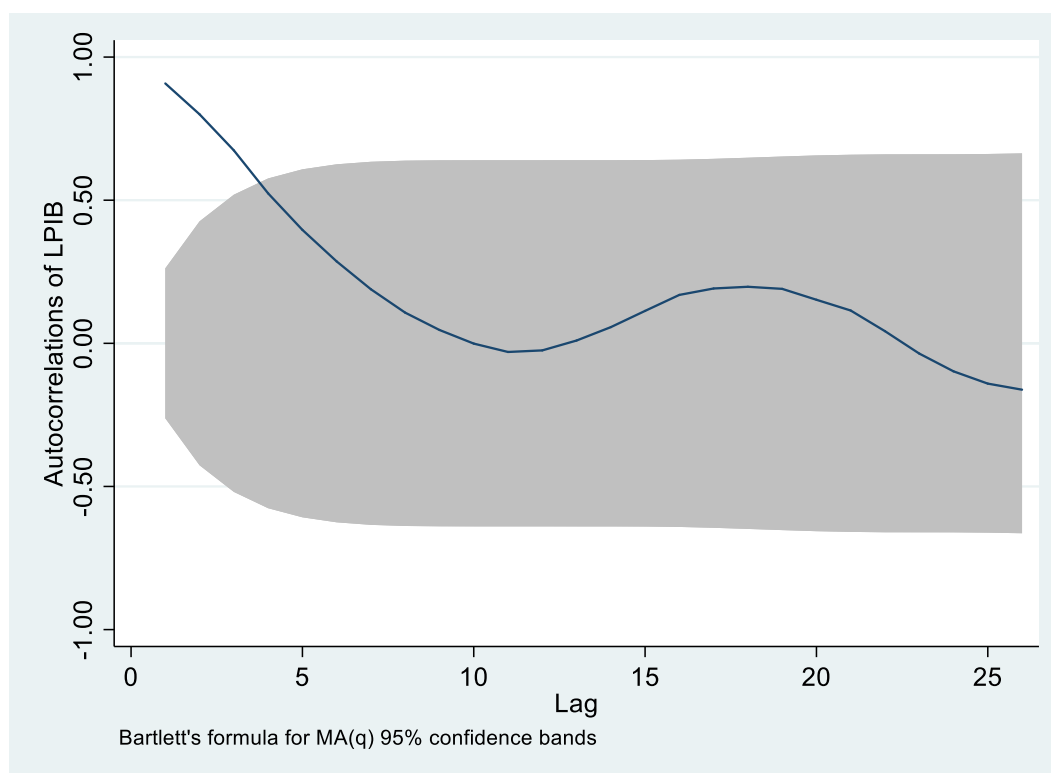
Outra forma de observar a estacionariedade é pelo correlograma. O gráfico 9 é obtido a partir da função de correlação, que se trata da razão entre a covariância com k defasagens da série temporal e a variância (Gujarati, 2011). Os gráficos 9 e 10 ilustram os correlogramas das variáveis em logaritmo.

Gráfico 9 – Autocorrelograma de Investimento Real da Petrobras em formato logarítmico



Fonte: Petrobras (2020). Elaboração própria

Gráfico 10 – Autocorrelograma de PIB per capita real em formato logarítmico



Fonte: SGS-BACEN e IBGE (2020). Elaboração Própria

Dessa forma, pelo teste de Dickey-Fuller, as variáveis não são estacionárias individualmente, ou seja, é possível que a regressão seja considerada espúria. Para certificar a qualidade da relação entre as variáveis é utilizado o teste de cointegração de Engle-Granger, o qual apresenta como resultado a estatística de -3,308 valor inferior ao intervalo crítico de 10% (-2,598) porém superior ao intervalo crítico de 5% (-3,449), ou seja, não há fortes indícios para afirmar que não há cointegração. Ao se adicionar a variável de tendência para realizar o teste novamente, nota-se que o valor do teste de Engle-Granger com 10 defasagens (-3,343) se torna próximo do valor crítico de 10% (-3,566), porém, não é suficiente para se recusar a hipótese de não existir cointegração.

Dessa forma, é necessário analisar a cointegração por outra metodologia, no caso será o *bounds test* de Pesaran, Shin e Smith (2001). Esse teste possibilita analisar a estacionariedade por defasagem de séries que apresentam raiz unitária. Ou seja, é o teste ideal para essa análise dado que as séries originais não são estacionárias. Assim, são realizados dois casos diferentes, o primeiro para 4 defasagens e outro para 10, esses

valores de defasagens são justificados pelo critério do *Akaike Information Criterion*, o qual será apresentado mais à frente.

Tabela 2 - Resultado dos testes de cointegração por níveis para PIB e investimentos no setor de petróleo

	Lags 4		Lags 10	
	Estatística F	Estatística t	Estatística F	Estatística t
Teste de Pesaran, Shin, Smith	6,446	-3,55	3,154	-2,507
Intervalo crítico de 10% para séries integradas de 1ª ordem	4,902	-2,892	4,903	-2,791
Intervalo crítico de 5% para séries integradas de 1ª ordem	5,995	-3,239	6,094	-3,174

Fonte: Petrobrás (2020), SGS-BACEN (2020) e IBGE (2020). Elaboração própria

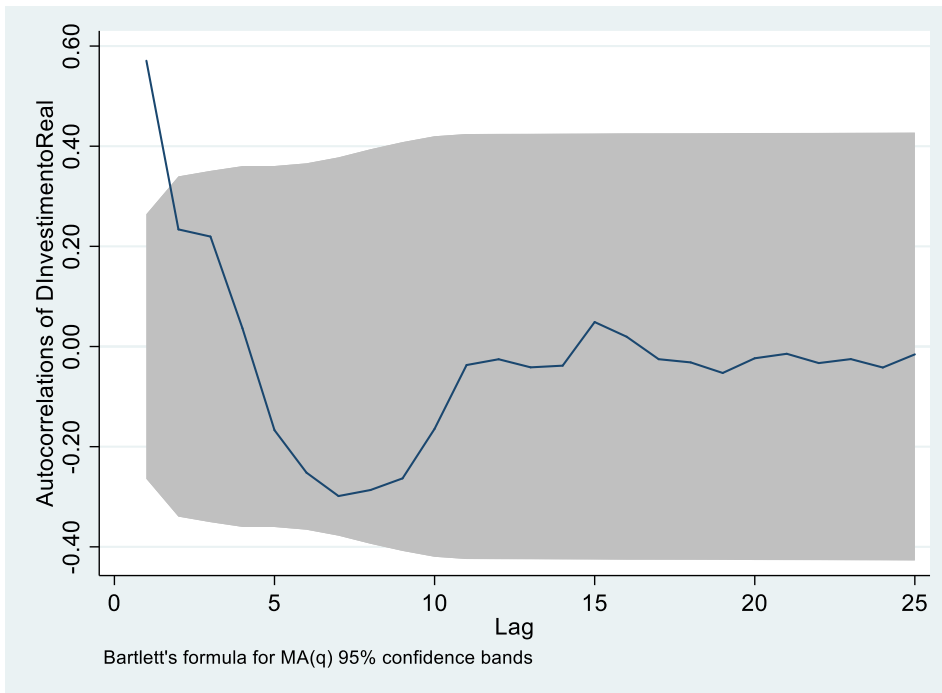
Para se recusar a hipótese nula, é necessário que os valores das estatísticas F e t, sejam mais extremos que os valores do intervalo crítico, ou seja, valores superiores em módulo. Dessa forma, nota-se que utilizando 4 defasagens existiria cointegração entre as variáveis, enquanto utilizando 10 não haveria relação de longo prazo.

No entanto, como o objetivo da presente seção é verificar a causalidade entre as duas séries analisadas, é necessário que essas sejam estacionárias e, conseqüentemente cointegradas. Assim, as variáveis serão utilizadas em primeiras diferenças, ou seja, serão criadas duas novas séries temporais que consistem na subtração entre cada variável no momento T e a mesma no momento T-1.

Ao modificar as séries temporais, os testes de Dickey-Fuller Aumentado se tornam -3,756 e -5,708 para as séries de investimento real e PIB per capita, respectivamente. Assim, a hipótese nula é recusada, indicando a estacionariedade das séries.

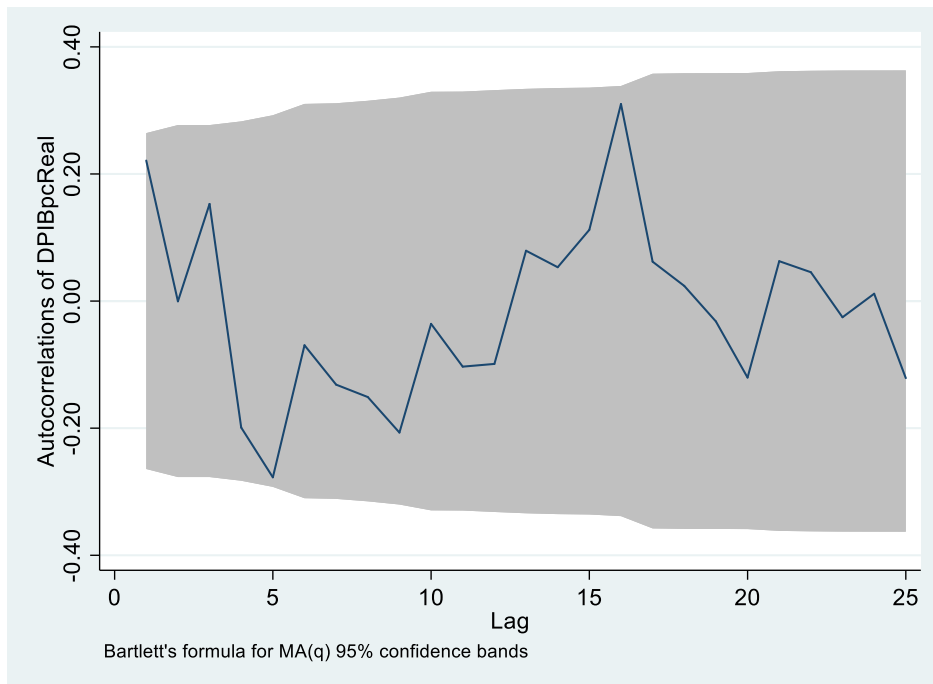
Já os gráficos 11 e 12 ilustram os correlogramas das variáveis modificadas.

Gráfico 11 – Autocorrelograma de Investimento real em primeira diferença



Fonte: Petrobras (2020). Elaboração própria

Gráfico 12 – Autocorrelograma de PIB per capita real em primeira diferença



Fonte: SGS-BACEN e IBGE (2020). Elaboração própria

Dessa forma, o problema da estacionariedade das séries foi resolvido e é possível realizar o teste da causalidade de Granger.

Em relação a cointegração, o teste de Engle-Granger se torna -6,86 valor inferior ao intervalo crítico de 1% (-4,107), ou seja, ao utilizar essa configuração das variáveis, existe cointegração entre elas.

Dada a correlação de longo prazo entre as variáveis defasadas, é possível calcular o mecanismo de correção de erro, o qual, segundo Gujarati (2011), busca corrigir os desequilíbrios de curto prazo presentes na regressão. Assim, pelo mecanismo, temos que a variação do PIB per capita depende da variação do investimento no setor de petróleo e um termo de erro de desequilíbrio. Ao mensurar o coeficiente desse termo, observa-se que esse apresenta valor de -0,19 e é significativo no intervalo de confiança de 10%.

Com a correção das séries, é possível utilizá-las para determinar a relação de causalidade entre elas. Para efetuar isso, é necessário definir quantas defasagens serão realizadas. Dessa forma, será utilizado o método de Akaike, o *Akaike Information Criterion* (AIC). No entanto, o teste será realizado para 2 cenários diferentes: médio prazo (1 a 5 anos) e longo prazo (5 a 10 anos). As tabelas 3 e 4 ilustram os valores decorrentes dos testes.

Tabela 3 - Akaike Information Criterion das variáveis PIB e Investimento real, ambas em primeiras diferenças (DPIB e DInv), com até 5 defasagens

Lag	AIC
0	36,235
1	25,969
2	35,7977
3	35,8197
4	35,7825
5	35,686*

Tabela 4 - Akaike Information Criterion das variáveis DPIB e DInv com até 10 defasagens

Lag	AIC
0	36,4515
1	36,2034
2	36,0487
3	36,0876
4	36,0627
5	35,9762
6	36,0257
7	36,1826
8	36,0051
9	35,844
10	35,8126*

Dessa forma, os resultados indicam a utilização de 5 defasagens para um modelo de médio prazo e 10 defasagens para um modelo de longo prazo, dado que o AIC é o menor entre as defasagens analisadas.

Ao realizar o teste da causalidade do Granger com os *lags* anteriores, tem-se os resultados das tabelas 5 e 6:

Tabela 5 – Causalidade de Granger com 5 defasagens

Causalidade de Granger	Estatística F	Defasagens	P-valor
DPIB causa DInv	2,575	5	0,0419
Dinv causa DPIB	4,2648	5	0,0034

Tabela 6 – Causalidade de Granger com 10 defasagens

Causalidade de Granger	Estatística F	Defasagens	P-valor
DPIB causa DInv	1,4968	10	0,201
Dinv causa DPIB	3,3863	10	0,0069

No médio prazo, pelos valores dos testes apresentados, temos que tanto a variação de PIB per capita (DPIB) impacta no investimento no setor de petróleo (DInv), como o contrário, uma vez que ambos p-valores foram inferiores a 5%. Isso pode ser explicado

pois quanto maior renda mais recursos estão disponíveis para a realização de investimentos na economia, incluindo o setor petrolífero, uma vez que o investimento é função da renda. Ademais, como investimento é um componente importante no cálculo do Produto Interno Bruto, o aumento de investimentos também eleva a renda per capita real, por definição.

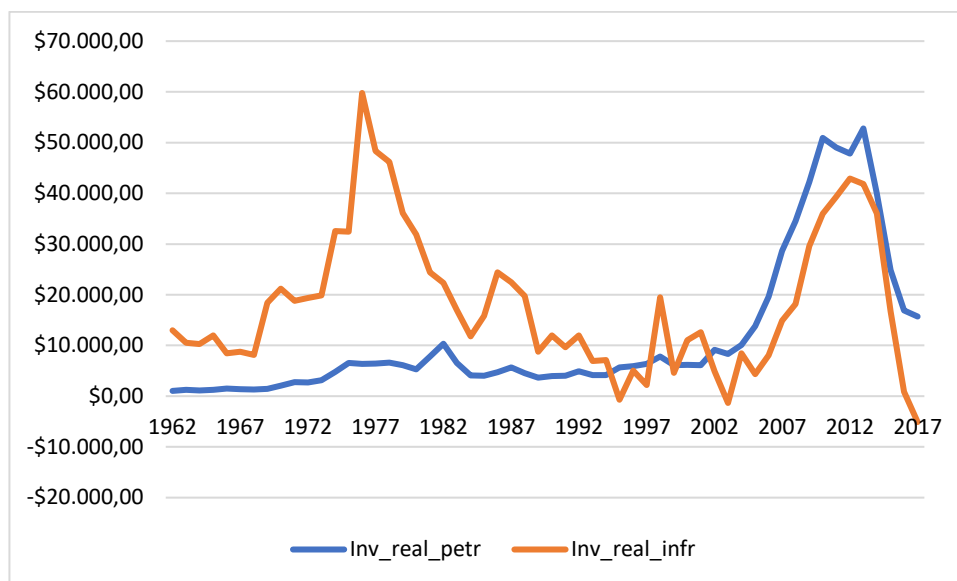
No entanto, no longo prazo, tem-se que apenas a variação do investimento causa mudanças no PIB. Isso parece sugerir, em consonância com os artigos analisados na revisão de literatura teórica e empírica, que os efeitos de investimentos em infraestrutura na economia geram efeitos duradouros sobre o produto. Ou seja, os investimentos realizados no período T ainda causam flutuações no produto per capita da economia mesmo após 10 anos, o que parece intuitivo quando se trata do setor de infraestrutura, uma vez que são investimentos elevados e de grande prazo de maturação. Assim, a seção subsequente tentará mensurar esse efeito de longo prazo na economia brasileira.

4.3 A relação entre investimentos no setor de petróleo e de infraestrutura no longo prazo

Nesta seção será analisada a relação entre os investimentos no setor de petróleo e investimentos no setor de infraestrutura em geral. Para isso, será utilizada a série já explicada de investimentos no setor de petróleo e a série de estoque de infraestrutura presente na base de dados do IPEADATA (2020). No entanto, como o trabalho busca analisar o investimento, é necessário realizar a taxa de variação do estoque de capital, em seguida a série é convertida em dólar americano e, logo após, corrigida para valores reais a partir do CPI dos Estados Unidos.

Assim, a partir dessas alterações na série, é possível ilustrar o gráfico das duas variáveis no mesmo período.

Gráfico 13 - Evolução dos investimentos reais nos setores de petróleo e de infraestrutura (em milhões de dólares)



Fonte: Petrobras (2020) e IPEA-DATA¹⁵ (2021). Elaboração própria

Conforme observado pelo gráfico 13, o setor de petróleo se manteve mais estável em termos de investimento que o setor de infraestrutura em geral, isso porque o momento mais necessário para gerar investimentos no setor petrolífero foi com a descoberta do Pré-Sal. Enquanto para o setor de infraestrutura se destaca o período da década de 1970 onde 25% dos investimentos totais realizados pelo governo eram para o setor de infraestrutura (CBIC, 2015).

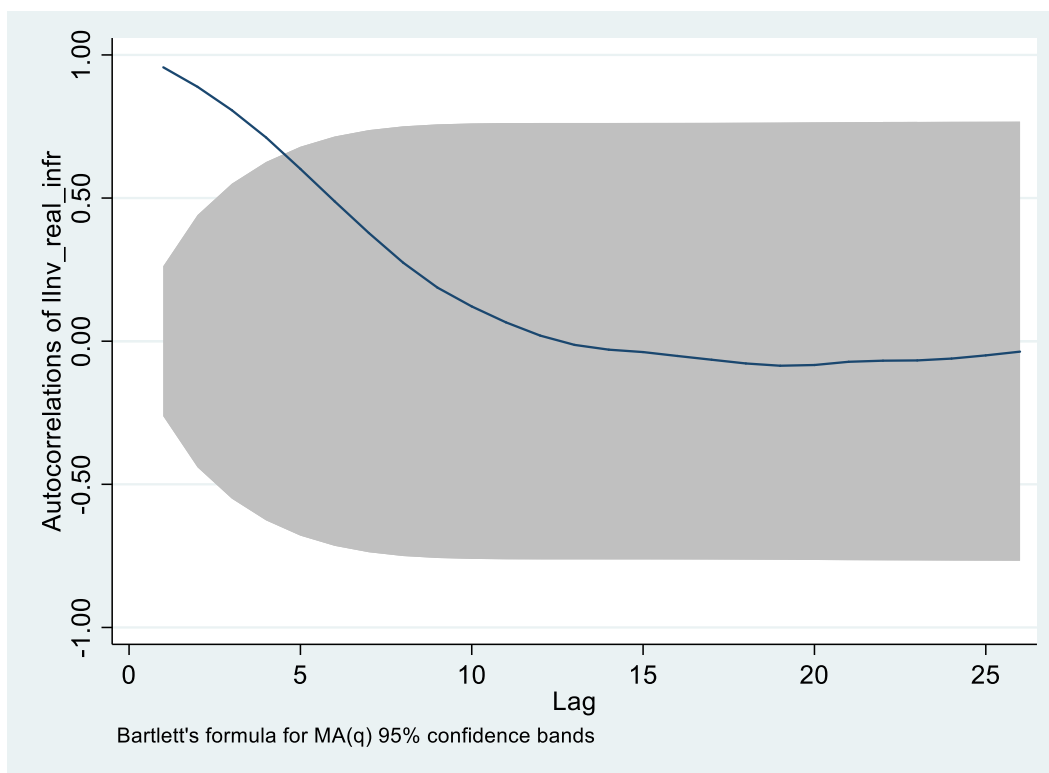
Assim, para testar se há relação entre as duas séries no longo prazo, é necessário realizar o teste de cointegração. No entanto, primeiramente, é necessário identificar se as variáveis são estacionárias ou não. Assim, as séries serão utilizadas em formato logaritmo e, conforme observado os resultados para o investimento em petróleo estão presentes na seção 4.2 dessa monografia, onde demonstramos que não se pode recusar a hipótese de existência de raiz unitária.

Para a série de Investimentos em infraestrutura, nota-se que essa apresenta valores negativos, ou seja, não se pode aplicar logaritmo. Dessa forma, a série é modificada ao somar o valor de 5.104 de modo que o seu menor valor (-5.103,37) se torne positivo e, assim, seja possível aplicar o logaritmo.

¹⁵ Estoque líquido de capital fixo - construção não residencial - infraestrutura (preços 2010)

A partir dessa modificação é possível aplicar o teste de Dickey-Fuller para a presença de raiz unitária e o resultado foi de -1,094 valor superior ao intervalo crítico de 10% (-2,598), ou seja, a hipótese de existência de raiz unitária não pode ser recusada. Ademais, é apresentado o autocorrelograma da série.

Gráfico 14 - Autocorrelograma de investimentos no setor de infraestrutura em formato logarítmico



Fonte: IPEA-DATA (2021). Elaboração própria

Como as duas séries não rejeitam a hipótese de existência de raiz unitária, pode-se utilizar o teste de Engle-Granger para verificar se o resíduo da regressão apresenta raiz unitária e, conseqüentemente, analisar a cointegração das séries. Assim, o teste apresentou valor de -2,596, valor maior que o intervalo crítico de 10% (-3,122), ou seja, os erros não são estacionários.

Para essa cointegração também é realizado o teste de Pesaran, Shin e Smith para cointegração por níveis, utilizando 4 e 10 defasagens. Os resultados dos testes são ilustrados na tabela 7.

Tabela 7 - Resultado do teste de cointegração por níveis entre investimentos no setor de petróleo e investimentos em infraestrutura

	Lags 4		Lags 10	
	Estatística F	Estatística t	Estatística F	Estatística t
Teste de Pesaran, Shin, Smith	1,31	0,195	0,812	0,051
Intervalo crítico de 10% para séries integradas de 1ª ordem	4,902	-2,892	4,903	-2,791
Intervalo crítico de 5% séries integradas de 1ª ordem	5,995	-3,239	6,094	-3,174

Fonte: Petrobras (2020) e IPEA-DATA (2021). Elaboração própria

Assim, o resultado indica que não há cointegração tanto de curto prazo quanto de longo prazo entre investimentos no setor de petróleo e investimentos no setor de infraestrutura em geral, ou seja, a correlação entre as variáveis seria tecnicamente espúria.

Diferente da relação entre PIB e investimentos de petróleo, onde buscava-se analisar a relação causal entre as séries, na análise entre investimentos no setor de infraestrutura e no setor de petróleo busca-se analisar apenas se há relação de longo prazo entre as variáveis. Portanto, não é necessário analisar a causalidade de Granger e utilizar as variáveis em formato de primeiras diferenças.

4.4 O efeito de investimentos no setor petrolero sob o PIB real per capita

A partir dos resultados apresentados nas seções anteriores, tem-se que os resultados de cointegração sugerem relação de curto prazo (4 defasagens) para investimentos no setor de petróleo e PIB real per capita, ambos em formato logaritmo. Porém, para o longo prazo (10 defasagens) serão utilizadas as variáveis em formato de primeiras diferenças.

4.4.1 Modelo de curto prazo

Para mensurar os efeitos gerados pelo investimento no setor de petróleo no produto per capita brasileiro no curto prazo, será realizado um modelo de Mínimos Quadrados Ordinário (MQO) com as duas variáveis já abordadas em formato logaritmo. Ou seja, o logaritmo natural de PIB real per capita no momento T como variável dependente e o logaritmo natural de investimento real realizado pela Petrobras no momento T-4 como variável explicativa. Ou seja, o modelo é baseado no apresentado por

Ferreira e Malliagos (1997) e mensura o impacto de investimentos no setor de infraestrutura no setor de petróleo sobre o PIB do país.

Assim, tem-se como resultado da regressão por MQO:

$$\ln(\widehat{PIB}_t) = 5,685823 + 0,3480176 * \ln(Investimento_{t-4})$$

(16,6) (8,91)

$$n = 52 \quad R^2 = 0,6137 \quad \overline{R^2} = 0,6060 \quad F(1, 46) = 79,43$$

Assim, a variável de log investimento tem valor positivo e significativa a 95%. Ou seja, a elasticidade-renda em relação a investimentos no setor de petróleo é de 34% aproximadamente.

Em relação a heterocedasticidade, serão utilizados os testes de White e Breusch-Pagan, os quais utilizam como hipótese nula a existência de homoscedasticidade do modelo. Assim, ao realizar os testes, foram obtidos p-valores de 0,1385 e 0,653, respectivamente. Dessa forma, a um intervalo de confiança de 95%, o teste de White e o teste de Breusch-Pagan indicam a ausência de heterocedasticidade.

No entanto, é necessário realizar testes para garantir a robustez da relação. O teste de Ramsey, *Regression Specification Error Test* (RESET), o qual apresenta como hipótese nula a não existência de variáveis omitidas no modelo ou se o modelo está mal especificado (SAPRA, S. 2015), apresentou p-valor de 0,0013 de modo a recusar a hipótese nula, ou seja, indica a existência de pelo menos um dos problemas citados anteriormente.

Uma das justificativas para esse problema é evidenciado pelo resultado da causalidade de Granger, onde no curto prazo existe um efeito *feedback* entre as variáveis de PIB per capita real e investimentos no setor de petróleo, de modo que ambas impactam na variação da outra. Ou seja, a variável de investimentos com 4 defasagens apresenta tanto variações do investimento como variações da produtividade. Essa justificativa também pode ser aplicada para o alto valor do R².

4.4.2 Modelo de longo prazo

Conforme observado, as variáveis de PIB real per capita e Investimento real no setor de petróleo, ambas em formato logaritmo, não apresentam fortes indícios de

cointegração. Dessa forma, a relação entre essas variáveis no longo prazo poderia ser espúria.

No entanto, ao utilizar as variáveis em formato de primeira diferença, essas passam a ser estacionárias e cointegradas. Dessa forma é possível realizar a regressão por MQO.

$$\widehat{DPIB}_t = 203,5914 - 0,079459 DInvestimento_Petróleo_{t-10}$$

$$(1,82) \qquad \qquad \qquad (-0,83)$$

$$n = 45 \quad R^2 = 0,0158 \quad F(1, 46) = 0,69$$

Os resultados do modelo indicam que a variável explicativa e a constante não são significantes no impacto do PIB per capita. Dessa forma, o R2 também é muito baixo.

A principal justificativa para essa ausência de significância é a configuração de primeiras diferenças, a qual retira a tendência das variáveis, ou seja, ao utilizar essa forma funcional, a relação de longo prazo das variáveis é retirada (ESTACHE A. FAY, M. 2007). Dessa forma, a metodologia de primeiras diferenças foi utilizada apenas para indicar a causalidade existente entre as variáveis, não sendo possível indicar a magnitude dessa relação.

Porém, para fins de complementariedade, será realizada a mesma regressão, porém com as variáveis em formato logaritmo. No entanto, como destacado na seção 4.2 as séries não apresentam fortes indícios de cointegração.

Assim, ao realizar a regressão tem-se:

$$\ln(\widehat{PIB}_t) = 7,008149 + 0,2132648 * \ln(Investimento_{t-10})$$

$$(11,46) \qquad \qquad \qquad (2,95)$$

$$n = 46 \quad R^2 = 0,1647 \quad \overline{R^2} = 0,1457 \quad F(1, 46) = 8,68$$

Assim, a variável de log investimento tem valor positivo e significativa a 95%. Ou seja, a elasticidade-renda em relação a investimentos no setor de petróleo é de 21% aproximadamente.

Com a resolução do problema de *feedback* curto prazo, o novo teste de Ramsey apresenta p-valor de 0,3416, de modo a aceitar a hipótese de existência de problemas de mal especificação do modelo ou ausência de variável.

No entanto, em relação a heterocedasticidade, tem-se que no novo modelo, o teste de White e o teste de Breusch-Pagan apresentam valores conflitantes, sendo que no primeiro indica a existência do problema, enquanto o segundo, não.

Essa contradição ocorre porque o teste de Breusch-Pagan indica apenas heterocedasticidade no formato linear. Já o teste de White, por utilizar a forma quadrática, indica outro valor. Dessa forma, é necessário mensurar a forma funcional da heterocedasticidade e, para isso, será utilizado o método de Mínimos Quadrados Generalizados Factível. (WOOLDRIDGE, J. 2018)

Dessa forma, será refeito o modelo utilizando o método de Mínimos Quadrados Generalizados Factível (MQGF). Esse método permite estimar a função de heterocedasticidade a partir dos resíduos da regressão por MQO. Assim, logo após é realizada a regressão entre o logaritmo dos resíduos ao quadrado sobre as variáveis explicativas, gerando a estimação dos valores ajustados. Em sequência, utiliza-se o método de Mínimos Quadrados Ponderados (MQP), com o peso dos valores estimados ajustados sobre a regressão original. (WOOLDRIDGE, J. 2018, P.313).

Ao realizar o MQP corrigindo os valores dos coeficientes e dos erros-padrão, tem-se:

$$\ln(\widehat{PIB}_t) = 7,297861 + 0,1783079 \ln(Investimento_{t-10})$$

(11,46) (2,95)

$$n = 46 \quad R^2 = 0,1438 \quad F(1, 46) = 8,76 \quad \sum pesos = 1.073,081$$

Assim, a nova regressão mantém a significância das variáveis e retira a heterocedasticidade presente no modelo por MQO. Ao realizar novamente o RESET tem-se que a hipótese nula não é recusada em um intervalo de confiança de 95%, indicando que o modelo está bem especificado e não apresenta variáveis omitidas.

5. Conclusão

Pelo exposto, observa-se que mesmo com o processo de aumentar a concorrência nos setores de infraestrutura na década de 90 e, especificamente, com a crise financeira da Petrobras decorrente do controle de preços de combustíveis e a aparente corrupção na empresa apontada por fases da Operação Lava Jato nos governos Lula e Dilma, a estatal ainda apresenta grande poder de mercado em todas as partes da cadeia produtiva de petróleo.

Isso é reforçado pelos valores do HHI para os mercados de produção (8.701), de movimentação aquaviário (9.986), de movimentação terrestre (10.000), movimentação dutoviária (10.000) e de refino (9.681); onde 10.000 é caracterizado um monopólio pleno. Já em relação ao mercado de distribuição de combustíveis, esse pode ser caracterizado como um oligopólio rígido dado que o CR4 do setor apresenta valor superior a 60% (patamar definido por Shepherd para essa classificação). Ademais, o HHI do setor é superior ao *threshold* de 1.500 definido pelo CADE como um mercado moderadamente concentrado.

Assim, devido a essas concentrações de mercado é possível definir os investimentos da Petrobras como *proxy* para investimentos totais no setor de petróleo do país. Dessarte, é realizada uma análise de modelos teóricos sobre a relação de investimentos e crescimento econômico no longo prazo e modelos quantitativos para estimar o impacto de longo prazo de investimentos em infraestrutura sobre crescimento econômico.

Foi, então, estimado um modelo para mensurar a elasticidade-renda de investimentos no setor de petróleo e foi apresentado valor aproximado de 18% no longo prazo, porém, conforme observado nos resultados dos testes de cointegração, essa relação é espúria. Contudo, esse valor acompanha as literaturas internacionais e nacionais sobre investimento no setor de infraestrutura. Ou seja, isso pode indicar que o resultado do teste advém de uma base dados muito pequena (42 observações após retirar as defasagens). Assim, com o desenvolvimento de dados acerca de investimentos no setor de petróleo, será possível estimar a elasticidade-renda de longo prazo dos investimentos no setor de petróleo, sem que o resultado seja espúrio.

Ademais, o modelo apresenta a limitação de não distinguir qual parte da cadeia produtiva (produção, refino, transporte e distribuição) apresenta maiores retornos. No

entanto, é eficiente em sinalizar os retornos gerados pelo investimento na cadeia produtiva da *commodity*.

Além disso, conforme observado na seção 2, existem esforços para a redução da participação da Petrobras nos mercados em que atua. Assim, após a concretização da venda de ativos e entrada de novas empresas no setor, será possível elaborar um estudo para analisar se o aumento de competição no setor traz maiores eficiências ou a grande participação da estatal gera ganhos de escala que justificam sua manutenção.

REFERÊNCIAS

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Ministério de Minas e Energia (MME). Rio de Janeiro, 2020.

ACEMOGLU, D. **Introduction to Modern Economic Growth**. Princeton University Press. 2008

ASCHAUER, D. **Is Public Expenditure Productive?** Journal of Monetary Economics 23 P. 177-200. 1989

Banco Central do Brasil. **PIB em US\$ milhões correntes**. Código: 7324. Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS). Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTeLaLocalizarSeries>>. Acesso em: 04 de dez. de 2020

BARRO, R. **Government spending in a simple model of endogeneous growth**. Journal of Political Economy 98(S5): 103-125. 1990

Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural – dezembro de 2019. Superintendência de Desenvolvimento e Produção – ANP. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/publicacoes/boletins-anp/producao/2019-12-boletim.pdf>>. Acesso em 30 de jun. de 2020

BRANDÃO, R. Conclusão de programa de desinvestimentos da Petrobras pode demorar mais, diz UBS. **Valor Investe**, 18 de mar. de 2020. Disponível em: <<https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/empresas/noticia/2020/03/18/ubs-concluso-de-programa-de-desinvestimentos-da-petrobras-pode-demorar-mais.ghtml>>. Acesso em: 28 de jul. de 2020

BRASIL. Constituição (1891). **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil**. Rio de Janeiro, 1891

BRASIL. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da União de 07 de ago. de 1997, p. 16925

BRASIL. **Lei nº 12.276, de 30 de junho de 2010**. Autoriza a União a ceder onerosamente à Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS o exercício das atividades de pesquisa e lavra de petróleo, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos de que trata o inciso I do art. 177 da Constituição Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 30 de jun. de 2010, p. 1 (edição extra)

BRASIL. **Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre a exploração e a produção de petróleo, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos, sob o regime de partilha de produção, em áreas do pré-sal e em áreas estratégicas; cria o Fundo Social - FS e dispõe sobre sua estrutura e fontes de recursos; altera dispositivos da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. Diário Oficial da União de 23/12/2020, p.1

CADE. **Guia de Análise de Atos de Concentração Horizontal**. Brasília, julho de 2016. Disponível em: <http://www.cade.gov.br/acesso-a-informacao/publicacoes-institucionais/guias_do_Cade/guia-para-analise-de-atos-de-concentracao-horizontal.pdf>. Acesso em: 11 de ago. de 2020

CALDERÓN, C. SERVÉN, L. **The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution**. Policy Research Working Paper; No.3400. World Bank, Washington, D.C. 2004

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Investimento em Infraestrutura e Recuperação Econômica**. CBIC. Mai. 2015. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Investimento_Em_Infraestrutura_e_Recuperacao_da_Economia_2015.pdf>. Acesso em: 07 de abr. de 2021

CENTRO BRASILEIRO DE INFRA ESTRUTURA (CBIE). **Como é feita a distribuição de combustíveis?**. CBIE, 25 de jan. de 2020. Disponível em:

<<https://cbie.com.br/artigos/como-e-feita-a-distribuicao-de-combustiveis/>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020

DAMÁZIO, E. WATHIER, K., GIRALDI, R. **Política de preços de combustíveis gera segurança, diz Temer**. Agência Brasil. 2018

Descrição de instalações de Transporte. Logum (2015). Disponível em: <http://www.logum.com.br/MANAGER/php_upload/uploads/Instalacoes_Atualizado__Atualizado.pdf>. Acesso em: 22 de jul. de 2020

DIAS, J. QUAGLINO, M. **A questão do petróleo no Brasil: Uma história da Petrobras**. Fundação Getúlio Vargas (FGV). Rio de Janeiro. 1993

Dutos e Terminais. Transpetro. Disponível em: <<http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/nossas-atividades/dutos-e-terminais.htm>>. Acesso em: 22 de jul. de 2020

ESTACHE, A. FAY. **Current Debates on Infrastructure Policy**. Policy Research Working Paper; n°. 4410. Banco Mundial, Washington. 2007. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7651/wps4410.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 de abr. de 2021

FARINA, E. RODRIGUES, L. SOUSA, E., **A Política de Petróleo e a Indústria de Etanol no Brasil**. Interesse Nacional. Edição: julho/setembro 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luciano_Rodrigues2/publication/322353927_A_Politica_de_Petroleo_e_a_Industria_de_Etanol_no_Brasil/links/5a556eff0f7e9bf2a5351375/A-Politica-de-Petroleo-e-a-Industria-de-Etanol-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 14 de nov. de 2020

Fase de Exploração. ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/fase-de-exploracao>>. Acesso em: 15 de jul. de 2020

FERREIRA, P. MALLIAGROS, T. **O Impacto da Infra-Estrutura Sobre o Crescimento da Produtividade do Setor Privado e do Produto Brasileiro**. Ensaios Econômicos n° 315. FGV, EPGE. Rio de Janeiro. 1997

FGV DPOC. Conselho Nacional de Petróleo. In: **Era Vargas: dos Anos 20 a 1945**. Disponível em: <<https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos37-45/EstadoEconomia/ConselhoPetroleo>>. Acesso em: 01 de nov. de 2020

FREEMAN, J. **Granger Causality and the Times Series Analysis of Political Relationships**. American Journal of Political Science. 1983.

Gasolina. ANP. Publicado em: 30 de set. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural/producao-centrais-de-materias-primas-petroquimicas-cpq/gasolina>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020.

GeoANP - Mapa de dados georreferenciados. ANP. Disponível em: <<http://geo.anp.gov.br/home>>. Acesso em: 15 de jun. de 2020.

IEA. **Brazil**. Disponível em: <<https://www.iea.org/countries/brazil#analysis>>. Acesso em: 30 de jun. de 2020.

GUJARATI, D. PORTER, D. **Econometria Básica**. 5ª edição. AMGH Editora Ltda. 2011.

IPEA-DATA. **Departamento de População e Indicadores Sociais. Estimativa da População Residente no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 04 de dez. de 2020

IPEA-DATA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Estoque líquido de capital fixo - construção não residencial - infraestrutura (preços 2010)**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 14 de abr. de 2020

JONES, C. **Introdução a Teoria do Crescimento Econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2000

MACHADO, J. **Petróleo e Estado no Brasil nos anos 2000: uma leitura a partir do Nacionalismo dos Recursos**. 2019. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas - Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

MATTOS, C. Licitações da ANP, Petrobras e a “maldição do vencedor”. In: SALGADO, L. MOTTA, R. **Marcos regulatórios no Brasil: Incentivo ao investimento e governança regulatória**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2008. p. 65 – 97

MENDES, A. et. al. **Mercado de refino de Petróleo no Brasil**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Rio de Janeiro. Vol. 4 n° 48 p. 44-48. 2018

MILANI, E. ARAÚJO, L. Recursos Minerais Energéticos: Petróleo. In: BIZZI, L. et.al. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Brasília, 2003. Cap. X. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/capX_a.pdf>. Acesso em: 14 de nov. de 2020

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proalcool no contexto da estratégia energética do Brasil. **Revista de Economia Política**, vol 11 n 2, p. 123 -.138, abril - junho 1991.

O Armazenamento de combustível nas bases de distribuição. Royalfic. Disponível em: <<https://www.royalfic.com.br/o-armazenamento-de-combustivel-nas-bases-de-distribuicao/>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020.

Oleodutos de Transporte e Transferência. ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/armazenamento-e-movimentacao-de-produtos-liquidos/oleodutos-de-transporte-e-transferencia>>. Acesso em: 22 de jul. 2020

OLIVEIRA, G. **Indicadores de Concorrência**. Documento de Trabalho nº 002/2017. Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE). 2017. Disponível em: <<http://www.cade.gov.br/aceso-a-informacao/publicacoes-institucionais/dee-publicacoes-anexos/documento-de-trabalho-02-2017>>. Acesso em: 11 de ago. de 2020.

Painel Dinâmico do Mercado Brasileiro de Combustíveis de Aviação. ANP. Publicado em: 16 de abr. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/component/content/article/298-distribuicao-e-revenda/5734-painel-dinamico-do-mercado-brasileiro-de-combustiveis-de-aviacao>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020

Painel Dinâmico do Mercado Brasileiro de Combustíveis Líquidos. ANP. Publicado em 20 de abr. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/component/content/article/298-distribuicao-e-revenda/5743-painel-dinamico-do-mercado-brasileiro-de-combustiveis-liquidos>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020

Painel Dinâmico do Mercado Brasileiro de GLP. ANP. Publicado em: 25 de mar. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/distribuicao-e-revenda/paineis-dinamicos-abastecimento/298-distribuicao-e-revenda/5693-painel-dinamico-do-mercado-brasileiro-de-glp>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020

PETROBRAS. Investimento Nominal. Relação com Investidores. Disponível em: <<https://www.investidorpetrobras.com.br/visao-geral/investimentos/>>. Acesso em: 04 de dez. de 2020

PRATES, H., et. al. Mercado de Refino de Petróleo no Brasil. BNDES, Rio de Janeiro, 2018.

Produção. ANP. Publicado em: 14 de set. de 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/fase-de-producao/producao>>. Acesso em 15 de jul. de 2020

Produção de derivados de petróleo e processamento de gás natural. ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natutal>>. Acesso em: 27 de jul. de 2020

Programa Exploratório Mínimo. ANP. Publicado em: 14 de set. de 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/fase-de-exploracao/programa-exploratorio-minimo>>. Acesso em: 15 de jul. de 2020

Quem Somos? – Sobre a Liquigás. Liquigás. Disponível em: <https://www.liquigas.com.br/wps/portal/!ut/p/z1/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8zivf0MjIw83I0MDFzcyjAyMgoICLAM9XAz9vcz1w_Sj9KOKS_TDCSMAk0b4ACOBkD9UYUFOTmVepmOyoCAN8HQZ4!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>. Acesso em: 11 de ago. de 2020.

RAVAGANI, A. Petrobras: Moody's critica decisão de Bolsonaro de trocar CEO da estatal. **Valor Econômico**, São Paulo, 22 de fev. de 2021. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2021/02/22/petrobras-moodys-critica-decisao-de-bolsonaro-de-trocar-ceo-da-estatal.ghtml>>. Acesso em: 17 de mar. de 2021.

Refino de petróleo. ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natutal/refino-petroleo>>. Acesso em: 27 de jul. de 2020.

RIBEIRO, C. NOVAES, H. **Da "Lei do Petróleo" ao leilão de Libra: Petrobras de FHC a Dilma.** Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política. 2014.

RICCOMINI, C., SANT'ANNA, L., TASSINARI, G. **Pré-sal: geologia e exploração.** Revista USP, (95), 33-42. 2012

RIOJA, F. **Productiveness and welfare implications of public infrastructure: a dynamic two-sector general equilibrium analysis.** Journal of Development Economics Vol. 58 P. 387–404. 1999

Rodadas de Licitações de Petróleo e Gás Natural. ANP. Publicado em: 13 de dez. de 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/conteudo-do-menu-superior/31-dados-abertos/5541-rodadas-de-licitacoes-de-petroleo-e-gas-natural>>. Acesso em: 30 de jun. de 2020

ROMER, P. **Increasing Returns and Long-Run Growth.** Journal of Political Economy Vol. 94, No. 5: 1002-1037. 1986.

SAPRA, S. **A regression error specification test (RESET) for generalized linear models.** Economics Bulletin. 2005.

SASIKUMAR, et.al. **PIPES: A heuristic search model for pipeline schedule generation.** National Centre for Software Technology. Mumbai, 1997.

SCHUTTE, G. **Panorama Pré-Sal: Desafios e Oportunidades.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, novembro de 2012.

SHUSH, M. Bolsonaro indica general Silva e Luna para substituir Castello Branco na Petrobras. **Valor Econômico**, São Paulo, 19 de fev. de 2021. Disponível em: <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2021/02/19/bolsonaro-indica-general-silva-e-luna-para-substituir-castello-branco-na-petrobras.ghtml>>. Acesso em: 17 de mar. de 2021

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha Energética Brasileira.** Ed.: maio de 2018. Ministério de Minas e Energia (MME). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2019+v3.pdf/92ed2633-e412-d064-6ae1-eefac950168b>>. Acesso em: 30 de jun. de 2020

SILVA, S. TRICHES, D. **Uma Nota Sobre Efeitos de Gastos Públicos Federais Sobre o Crescimento da Economia Brasileira**. Revista Brasileira de Economia vol.68 no.4 Rio de Janeiro. 2014

SYS, C. **Is the container liner shipping industry an oligopoly?** Elsevier. Ghent, 2009

Tabela 1.1 - Reservas provadas de petróleo, segundo Regiões Geográficas, Países e Blocos Econômicos – 2010-2019. In: **Anuário Estatístico 2020**. ANP. Publicado em: 29 de jun. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020>>. Acesso em: 01 de nov. de 2020.

Tabela 2.12 - Produção de petróleo e gás natural, por operador – 2019. In: **Anuário Estatístico 2020**. ANP. Publicado em: 29 de jun. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020>>. Acesso em: 12 de ago. de 2020.

Tabela 2.26 - Capacidade de refino – 31/12/2019. In: **Anuário Estatístico 2020**. ANP. Publicado em: 29 de jun. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020>>. Acesso em: 27 de jul. de 2020.

Tabela 2.34 - Produção de derivados de petróleo energéticos e não energéticos – 2010-2019. In: **Anuário Estatístico 2020**. ANP. Publicado em: 29 de jun. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020>>. Acesso em: 27 de jul. de 2020.

Tabela 2.46 - Capacidade de armazenamento de petróleo, seus derivados e etanol, segundo terminais – 31/12/2019. In: **Anuário Estatístico 2020**. ANP. Publicado em: 29 de jun. de 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020>>. Acesso em: 22 de jul. de 2020.

Terminais de Petróleo e Combustíveis Líquidos. ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/armazenamento-e-movimentacao-de-produtos-liquidos/terminais-de-petroleo-e-combustiveis-liquidos>>. Acesso em: 20 de jul. de 2020

TIMM, L. **Regulação, Concentração de mercado e Participação externa: O caso das concessões rodoviárias brasileiras**. 2016. Monografia – Graduação em Ciências Econômicas - Departamento de Economia da Universidade de Brasília. Brasília.

TRANSPETRO. **Lei de criação da Transpetro.** Disponível em: <<http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/instrumentos-de-governanca/lei-de-criacao-da-transpetro.htm>>. Acesso em: 20 de jul. de 2020

WOOLDRIDGE, J. **Introdução a Econometria.** 6ª edição. Cengage Learning. 2018

WORKMAN, D. Crude Oil Exports by Country. **Worldexports.** 2020. Disponível em: <<http://www.worldstopexports.com/worlds-top-oil-exports-country/>>. Acesso em: 30 de jun. de 2020

WORKMAN, D. Crude Oil Imports by Country. **Worldexports.** 2020. Disponível em: <<http://www.worldstopexports.com/crude-oil-imports-by-country/>>. Acesso em: 30 de jun. de 2020