

## Averiguação da influência de fatores econômicos sobre a oferta nacional de Gás Natural entre 2010-2015

Paulo Salgado Zenha Carneiro<sup>1</sup>  
Rui Nelson Ottoni Magno<sup>2</sup>

### RESUMO

O tema abordado no presente trabalho trata sobre a oferta de gás natural no Brasil. A justificativa para a escolha do tema está no fato da percepção de que se trata de uma atividade industrial de grande importância para o crescimento econômico de um país, contribuindo para a geração da riqueza interna. O objetivo deste trabalho foi abordar o uso do Gás Natural (GN) como fonte de energia, e sua correspondência com a economia, estabelecendo um modelo de previsão da oferta nacional de gás natural em função de variáveis de natureza econômica. Na metodologia foram selecionadas as variáveis independentes de natureza econômica produto interno bruto, preço do óleo diesel, preço do gás natural veicular com a variável objeto deste estudo, que é a oferta nacional de gás natural. O período considerado para a análise foi de 2010 até 2015. Foi realizado teste de normalidade, os testes estáticos de significância, ANOVA, teste de independência das variáveis com níveis de confiança de 95% para p-valor do teste de hipóteses para as variáveis do modelo. Buscando evidenciar a rejeição ou aceitação das hipóteses para a correlação entre as variáveis de natureza econômica ou relacionadas ao nível oferta nacional do GN. O teste de hipóteses realizado aceitou a hipótese de influência da variável PIB sobre a oferta nacional de Gás Natural, para o período considerado na análise multivariada. O resultado deste trabalho indica com base em análise estatística, a importância do gás natural na matriz energética brasileira e sua importância econômica

**PALAVRAS CHAVE:** Gás Natural; Oferta Nacional; Análise multivariada; Teste de hipóteses.

**Recebido em:** 16 de setembro, 2019.

**Aceito em:** 5 de dezembro, 2019.

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial4.0 Internacional.



<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Processos ITEC UFPA. E-mail: paulozenha@outlook.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Naturais ITEC UFPA. E-mail: ruiotoni@ufpa.br

## Verification of the influence of economic factors on the national Natural Gas supply between 2010-2015

### ABSTRACT

The theme addressed in this paper deals with the supply of natural gas in Brazil. The justification for choosing the theme is the fact that it is an industrial activity of great importance for the economic growth of a country, contributing to the generation of internal wealth. The objective of this work was to approach the use of Natural Gas (NG) as an energy source, and its correspondence with the economy, establishing a model for forecasting the national supply of natural gas according to variables of an economic nature. In the methodology, the independent variables of an economic nature were selected, gross domestic product, price of diesel oil, price of vehicular natural gas with the variable object of this study, which is the national supply of natural gas. The period considered for the analysis was from 2010 to 2015. A normality test, static significance tests, ANOVA, independence test of variables with confidence levels of 95% for p-value of the hypothesis test for the variables of the model. Seeking to show the rejection or acceptance of the hypotheses for the correlation between variables of an economic nature or related to the national level of GN supply. The hypothesis test performed accepted the hypothesis of influence of the GDP variable on the national supply of Natural Gas, for the period considered in the multivariate analysis. The result of this work indicates, based on statistical analysis, the importance of natural gas in the Brazilian energy matrix and its economic importance.

**KEYWORDS:** Natural gas. National Offer. multivariate analysis. hypothesis testing.

### INTRODUÇÃO

O Gás Natural (GN) é uma fonte de energia não renovável de extrema importância na cadeia de geração de energia. É uma fonte de energia de combustão mais limpa, que pode ser utilizada em diversos setores da indústria. O uso do GN é amplamente utilizado no mundo inteiro, principalmente na Europa. Sua exploração está associada à prospecção de petróleo, justamente pelas suas reservas estarem associadas a formação do óleo. O GN se mostra como uma energia moderna de grande versatilidade, podendo ser utilizada amplamente em diversos segmentos do mercado, nas indústrias, no comércio, nas residências e em automóveis. Por levar conforto, economia, comodidade e segurança para a sociedade, torna-se uma energia desejável para o mercado nos seus mais variados processos produtivos. É também uma das fontes de energia mais importantes da matriz brasileira, ocupando o quinto lugar dentre as fontes de consumo de energia em 2011 (PERLOTTI et al., 2016).

Conforme Santos e Spolador (2019), o Brasil passou por um conjunto de reformas econômicas visando a promoção da estabilidade econômica, com privatizações e mudanças de regulação em políticas de exploração e concessão, em diversos setores da economia. Esse viés

econômico de caráter neoliberal foi um traço marcante durante a década de 1990. Apesar desta iniciativa de medidas de abertura de mercado e estímulo a concorrência, esse período apresentou taxas de crescimento econômico relativamente baixas, e apenas no período da primeira década do século XXI, estas taxas de crescimento alcançaram um patamar um pouco mais elevado. Nesse contexto de crescimento econômico ao final da primeira década de nosso século é que se situa este estudo sobre a produção do gás natural. O objetivo geral deste trabalho é de se obter um modelo de regressão multivariada para a previsão da oferta brasileira de Gás Natural

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que o presente artigo atinja seus propósitos, é necessário que se faça uma contextualização acerca das teorias e artigos existentes cujo propósito será o de dar consistência técnica-científica a este trabalho. Neste sentido, é requerido uma abordagem aos seguintes temas: Composição e utilização do Gás Natural como matriz energética e os mecanismos de regulação do GN no Brasil.

### 1.1 O GÁS NATURAL

Antes de ser retirado da superfície terrestre, o gás natural ainda em sua fase bruta é resultante da mistura de diferentes hidrocarbonetos, sendo o metano ( $\text{CH}_4$ ) o componente de maior teor, existindo ainda quantidades consideráveis de etano ( $\text{C}_2 \text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3 \text{H}_8$ ) e butano ( $\text{C}_4 \text{H}_{10}$ ), além de outras moléculas não hidrocarbonetos como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e etc. Após ser extraído, o gás natural passa por diversos tratamentos no decorrer de sua cadeia produtiva para então chegar ao consumidor final, sendo alguns destes tratamentos realizados exclusivamente para separar essas frações de componentes do metano. Por ser composto basicamente pelo mais simples hidrocarboneto da natureza, o gás natural em sua queima libera uma menor quantidade de gases poluentes, quando comparado aos demais combustíveis derivados do petróleo (ALMEIDA; FERRARO, 2013).

Na Tabela 1 é possível visualizar a composição básica do Gás Natural em diferentes regiões (porcentagens em volume)

**Tabela 1** - Composição de diferentes gases extraídos em diferentes regiões

Componentes	Bacia de Campos (BR)	Guamaré (BR)	Bahia (BR)	Bolívia
Metano (C <sub>1</sub> )	89,4	83,5	88,5	90,7
Etano (C <sub>2</sub> )	6,7	11,0	9,2	
Propano (C <sub>3</sub> )	2,2	0,4	0,4	6,1
Butano e Superiores (C <sub>4</sub> )	0,5	ND*	ND*	ND*
H <sub>2</sub> S	Traços	Traços	Traços	Traços
CO <sub>2</sub>	0,3	2,0	0,6	0,5
N <sub>2</sub>	0,8	3,2	1,2	1,4
Densidade (relativa do ar)	0,623	0,644	0,615	0,607
Poder calorífico superior (kcal/m <sup>3</sup> )	9.608	9.207	9.375	9.264

\*Não Detectado

**Fonte:** Abreu e Martinez (1999).

Paralelo ao contexto de redução da emissão de gases poluentes, o energético detém as condições necessárias, quanto as especificidades e o nível de exploração e produção, ideais para tornar a economia do Brasil de baixo carbono (MARQUES; MARCOVITCH, 2014).

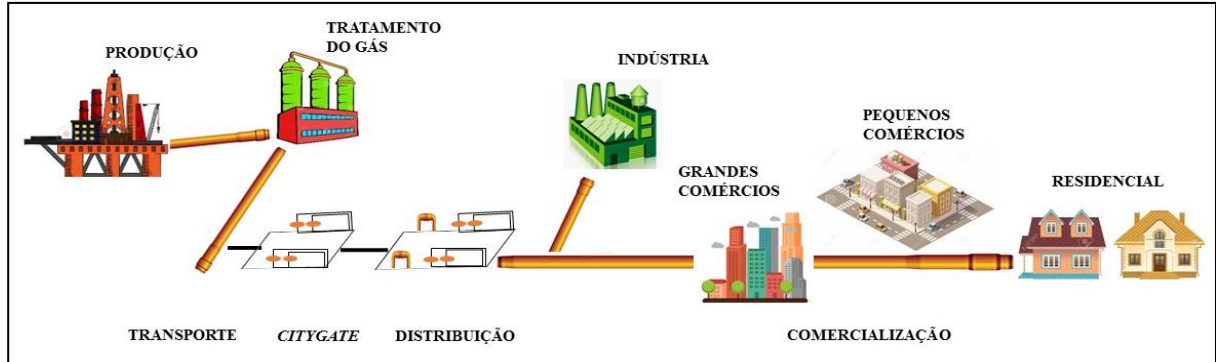
Nos últimos anos o mundo tem sofrido uma modificação em suas fontes energéticas, aos poucos elas estão tornando-se mais sustentáveis, deixando de ser baseadas em combustíveis oriundos do petróleo. No Brasil isso deve-se em parte ao Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), desenvolvido para enquadrar o uso de biodiesel na matriz energética. Esse fenômeno também está atrelado aos leilões públicos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), que tem conferido grande crescimento ao mercado de biodiesel (AMARAL; ABREU, 2017).

Conforme Gracias e Lourenço (2010), a previsão de elevação da exploração de gás natural, também gera incentivos para essa diversificação. A produção do combustível no Brasil cresceu significativos 64,49% nos últimos 10 anos. Ademais, por possuir características geradoras de benefícios ao meio ambiente e pela grande expansão de seu uso, o GN é apontado como o grande responsável por essa transição. O energético é utilizado no setor industrial, em segmento que vão desde a produção de ferro e aço a alimentos e bebidas, devido as grandes vantagens econômicas, ele tem ocupado o lugar do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e da energia elétrica no funcionamento de aparelhos nas residências e no setor comercial, é utilizado também como substituto da gasolina, álcool e diesel em veículos e na geração de energia pelas

indústrias termelétricas (ALMEIDA; FERRARO, 2013; TEIXEIRA, 2015).

A Figura 1 ilustra a cadeia de produção do Gás Natural (GN)

**Figura 1** - Extração, produção, tratamento, transporte, distribuição e comercialização do GN

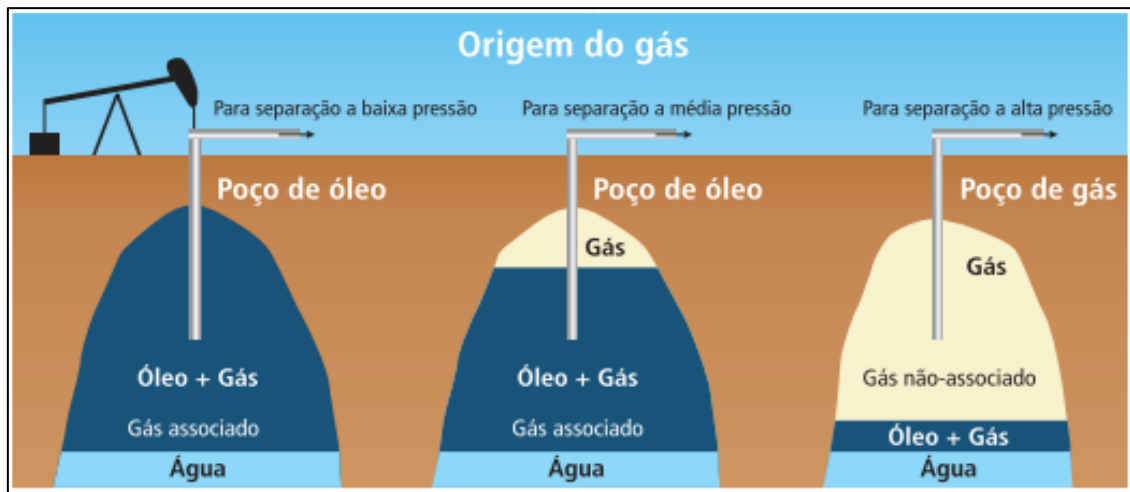


Fonte: Almeida e Ferraro (2013).

A indústria do Gás Natural possui uma cadeia produtiva no formato de uma rede, composta de quatro atividades, sendo cada uma, parte de um segmento interdependente que são interligados numa espécie de sistema, essencial para o hidrocarboneto chegar até o mercado consumidor, são elas: produção, transporte, distribuição e comercialização. O mercado de GN foi construído observando todas as particularidades técnicas e econômicas que envolvem cada parte da logística do energético (MATHIAS, 2010).

Na atividade de produção o gás natural é tratado ainda nos poços de extração, ela engloba a exploração, desenvolvimento e produção do combustível. Enquanto na atividade de transporte, o GN sai dos campos de produção, quase sempre por meio de gasodutos de alta pressão, na distribuição ele chega ao consumidor final, em sua maioria através de gasodutos que possuem uma pressão menor. O processo de troca do gás natural entre fornecedores e consumidores é inerente a atividade de comercialização (MATHIAS, 2010).

A Figura 2 ilustra os principais tipos de Poços de GN e sua respectiva formação

**Figura 2** - Classificação do gás natural quanto a sua origem

Fonte: VIEIRA et al. (2005).

## 1.2 REGULAMENTAÇÃO DO SETOR DE GÁS NO BRASIL

Durante alguns anos a indústria de gás no Brasil foi caracterizada por um monopólio, em virtude de somente a Petrobras atuar em todas as atividades da cadeia produtiva do energético. Com o crescimento do setor e popularização dos modelos econômicos integrados de outros países, surgiu a necessidade de modificações na regulamentação do gás natural. A partir de então as emendas constitucionais nº5 e nº9 de 1995 criaram respectivamente as seguintes regulações: autonomia para que de maneira direta ou sob concessão os estados explorem localmente o GN, e autorização para a inserção de empresas de cunho privado na cadeia produtiva do gás natural e derivados de petróleo. Em 6 de agosto de 1997 o setor vivenciou seu grande marco, com a promulgação da lei nº 9.478 de 1997, a Agência Nacional do Petróleo (CAMACHO, 2005).

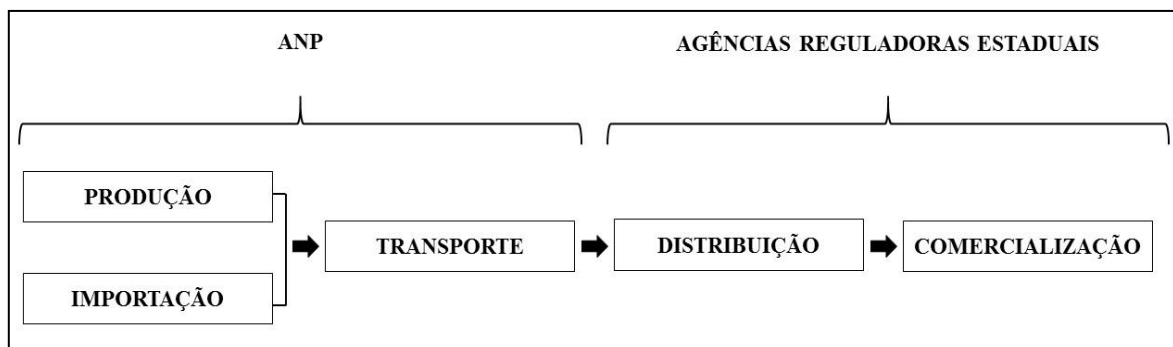
Desta forma o art. 7º da lei nº 9.478, institui a ANP como uma agência de representatividade nacional, com regência autárquica própria e pertencente à Administração Federal Indireta, visando regular e fiscalizar a indústria do petróleo (PONTES, 2013). Em 2005 com a criação da Lei 11.097, a agência recebeu em sua nomenclatura mais dois energéticos, uma vez que estes estão incluídos em sua esfera de regulação, passando a chamar-se Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustível (TEIXEIRA, 2015).

Todas as atividades inerentes a exploração de gás são regulamentadas pela ANP, sendo ela a detentora das definições do objeto contratual, podendo ainda estabelecer outro tipo de contrato que não a concessão de autorização. A ANP também é responsável pelo direito de ceder permissão aos processos de importação e exportação do gás natural, sendo este direito

cedido apenas as empresas com sede no território brasileiro e estabelecidas sob as leis do país (ARAGÃO, 2011). A Figura 3 ilustra como é o fluxo da cadeia de Gás Natural e sua respectiva regulação pelos órgãos responsáveis em cada etapa da cadeia de produção.

A Figura 3 demonstra a regulação da cadeia de produção do GN

**Figura 3 -** Regulamentação da cadeia produtiva de gás natural.



Fonte: Camacho (2005).

Parte da cadeia produtiva do gás natural é regulamentada pela União, representada pela Figura da ANP e parte pelas agências estaduais de distribuição. A administração da atividade de exploração, produção e importação é de competência da ANP e totalmente pertencente a União. A comercialização da *commodity* pode ser feita por qualquer agente, descartando permissão da ANP, porém é necessário considerar as determinações de preço, que podem ser baseadas no preço máximo do gás natural nacional, do gás importado e no preço do gás destinado ao Programa Prioritário de Termelétricas (PPT). A Lei do Petróleo estabelece livre utilização da infraestrutura para o transporte de gás, exigindo somente autorização da ANP, para o exercício da atividade. Já a distribuição do gás é de total domínio dos Estados, podendo ainda os grandes consumidores finais comprá-lo diretamente do produtor, quando previsto na legislação da agência estadual de distribuição (CAMACHO, 2005).

## 2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa adotada neste trabalho foi classificada da seguinte maneira: quanto aos métodos de pesquisa, esta é qualificada como dedutiva, visto que se baseia em hipóteses a serem testadas, para se chegar a um resultado.

Quanto à natureza da pesquisa, é aplicada e o método de abordagem é tanto qualitativo, uma vez que busca analisar a realidade e as variáveis que influenciam nas características diagnosticadas, com fenômenos que interpretem a realidade, quanto quantitativa, por serem



coletados dados de um período passado para correlacionar e promover uma projeção futura.

Quanto ao propósito da pesquisa, foi exploratória, por objetivar a máxima familiarização com o problema, de modo explícito e que construísse hipóteses, além de ser descritiva, pois visa descrever as características de uma amostragem, através de dados, com a finalidade de fazer a relação entre variáveis, para que houvesse a caracterização do objeto de pesquisa, foram utilizados como instrumentos de pesquisa o Relatório Histórico de Preços de Combustíveis, publicado no site da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o resultado trimestral do PIB fornecido pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), com base no balanço de Contas Nacionais produzido a partir de pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE) e do Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural publicado pelo Ministério de Minas e Energia do Governo Brasileiro (MME).

Além da relação de dependência das variáveis independentes com a variável dependente, a pesquisa se propõe também a estudar as possíveis elasticidades entre as variáveis independentes e a variável dependente selecionada.

## 2.1 PESQUISA E COMPILAÇÃO DE DADOS

Haja vista a abordagem econométrica desta pesquisa, o segundo passo para a construção do modelo, se baseou na pesquisa e compilação de dados que tomaram por amostra o período compreendido entre os anos de 2010 e 2015. Para se obter os resultados pretendidos, foram selecionadas seis variáveis apresentadas na Tabela 2

**Tabela 2 - Variáveis Testadas.**

Variáveis Testadas	
OFERTA NACIONAL GÁS NATURAL	Em milhões de metros cúbicos ao dia, com base na produção nacional, reinjeção, Queima e Perda, Consumo nas unidades de exploração e produção (E&P), absorção nas UPGN's (unidades de processamento de Gás Natural) (Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural, publicado pelo Ministério de Minas e Energia do BRASIL. (BRASIL, 2019).
RIQUEZA INTERNA GERADA	Produto Interno Bruto (PIB) nominal em valores correntes (R\$). As informações sobre as séries do Sistema de Contas Nacionais (IBGE, 2019) - que precisou de adaptação dos dados, visto que o referido indicador é publicado em período trimestral e o estudo foi desenvolvido através de informações mensais (IPEA, 2019).
CONSUMO DE GÁS NATURAL DOS SEGMENTOS INDÚSTRIA E VEICULAR	Em milhões de metros cúbicos ao dia, com base no total dos setores da Indústria e Automotivo respectivamente do Balanço de Gás Natural (BRASIL, 2019).
PREÇO MINIMO REVENDA DO DIESEL COMUM	Preço mínimo, em R\$ por litro, de revenda nas distribuidoras conforme relatório da defesa de concorrência da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP, 2019).
PREÇO MINIMO REVENDA DO	Preço mínimo, em R\$ por metro cúbico, de revenda nas distribuidoras



GÁS NATURAL VEICULAR	conforme relatório da defesa de concorrência da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP, 2019).
CONSUMO DE OLEO DIESEL COMUM	Consumo de óleo diesel comum, em metros cúbicos (m <sup>3</sup> ) /mês, conforme dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP, 2019).

Fonte: ANP; IPEA (2019).

A escolha pelas variáveis selecionadas foi em razão de sua natureza econômica, características de bens substitutos e complementares, nível de atividade econômica e a relação com a indústria do gás natural no Brasil.

## 2.2 APLICAÇÃO DE TESTES E ANÁLISE

A partir da junção dos elementos citados anteriormente na Tabela 2, foi possível realizar os testes pretendidos no programa GNU PSPP (2019), versão 1.2.0, *Statistical Analysis Software*, de uso não comercial com código livre, disponível na *Free Software Foundation*, para fins de aplicação em análise estatística dos dados. É importante destacar que essa ferramenta serve para análise estatística de dados, de modo a ler os dados, analisar de acordo com os comandos fornecidos e gravar os resultados em um arquivo de listagem, ao padrão saída ou para uma janela da exibição gráfica, realizando operações estatísticas com diversas aplicações tanto descritivas como inferenciais.

Para atender ao objetivo proposto foi utilizado, como método de análise, a regressão linear múltipla. Este método estatístico consiste em correlacionar três ou mais variáveis independentes com uma ou mais variáveis dependentes. O objetivo da regressão linear múltipla é determinar uma equação matemática que estabeleça possíveis valores a variável dependente, cujo surgimento desses valores é dado a partir da correlação com as variáveis independentes (STEVENSON, 1981).

O modelo obtido pela regressão linear múltipla, está representado na equação 1:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 \dots + b_kx_k \quad (1)$$

Onde:

$y$  = variável dependente

$a$  = intercepto da variável dependente  $y$ , ou erro padrão da regressão;

$b_1 \dots b_k$  = coeficientes linearizados (regressores) das variáveis independentes ou explicativas;

$x_1 \dots x_k$  = variáveis independentes ou explicativas

$k$  = número de variáveis independentes ou explicativas.

Sendo que: Quando  $a = 0$ , os coeficientes da regressão estarão padronizados (normalizados).

É muito comum a utilização de *software* específico na obtenção da equação de regressão multivariada, devido ao grau de complexidade dos cálculos necessários e a quantidade de variáveis utilizadas, é utilizado neste trabalho o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MMQO), que por sua vez requer a aplicabilidade de hipóteses sobre o componente aleatório de erro do modelo, para validar a significância do resultado. É um teste que busca definir uma reta sobre um conjunto de pontos, enquanto o teste paramétrico de análise da variância busca verificar se há transformação sobre a variável dependente, e caso haja, identificar de que forma as variáveis independentes produzem essa transformação (MARTINS, 2002).

Os testes foram aplicados sobre as variáveis selecionadas, de modo a gerar uma modelagem econométrica dos dados. Tomaram-se por base a oferta nacional de Gás Natural como variável dependente e as demais, representadas pelo consumo de Gás Natural dos segmentos industrial e veicular, a riqueza interna gerada pelo PIB (Produto Interno Bruto), o preço mínimo de revenda do óleo diesel, o preço mínimo de revenda do Gás Natural Veicular (GNV) e o consumo de óleo diesel como variáveis independentes do modelo. Os testes aplicados por intermédio do *software* pelo qual se desenvolveu o estudo de caso foram os citados na Tabela 3

**Tabela 3 - Testes Estatísticos.**

Testes Estatísticos	
Coeficiente da correlação de <i>Pearson</i>	Analisa a intensidade e a direção da relação linear entre variáveis contínuas.
Regressão multivariada	Técnicas estatísticas para construir modelos que descrevem de maneira razoável relações entre várias variáveis explicativas de um determinado processo.
Teste T	Testa a diferença entre as médias das variáveis.
Teste de significância (p-valor)	Examina a discrepância de uma hipótese estatística em relação aos dados analisados, empregando a medida de evidência (p-valor).
Intervalos de confiança	Intervalo estimado de um parâmetro de interesse de uma população.
Teste F (ANOVA)	A análise de variância (ANOVA) examina as diferenças observadas nas médias dos grupos das variáveis selecionadas (baseado em suas variâncias esperadas) com a diferença entre as variâncias não explicadas, ou o nível de resíduos da regressão.
Teste de normalidade de <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	Observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados e a função de distribuição empírica.

**Fonte:** Larson e Faber (2002), ESTATCAMP (2019).

Por conseguinte, deu-se a interpretação dos resultados obtidos no estudo de caso.

FOCO: Rev. Foco | Guarulhos, SP | v.13 | e4756 | 1-22 | 2020.

apresentando-se um modelo econométrico, com a exposição dos valores matemáticos. Por meio da análise estatística se alcançou as respostas às hipóteses  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$  e  $H_5$  testadas, sendo essas pertinentes para a análise da correlação das cinco variáveis independentes, a saber:  $X_1$  (riqueza interna gerada),  $X_2$  (preço mínimo de revenda do óleo diesel),  $X_3$  (preço mínimo de revenda do GNV),  $X_4$  (consumo de GN segmento indústria e veicular) e  $X_5$  (consumo de óleo diesel), com a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN).

Para a validação do modelo de regressão linear múltipla é necessário a aplicação do teste de resíduos. Esse teste é essencial para definir a adequação do modelo estatístico ao parâmetro de normalidade dos resíduos. Os erros padronizados devem ter maior importância que os resíduos normais. É substancialmente importante inferir os resíduos contra variáveis que não estejam inseridas no modelo, mas que possam exercer certa influência sobre o resultado esperado, pois os gráficos resultantes da análise de resíduos devem indicar se o modelo pode ser ajustado com a adição dessas variáveis plotadas contra os resíduos não padronizados (MONTGOMER; RUNGER, 2015). Todavia a determinação mais exata, para as estimativas de regressão, está na quantidade de dispersão da população estabelecida, pois ambas mantêm uma relação inversamente proporcional, quanto maior for a dispersão, menor será a precisão das estimativas (STEVENSON, 1981).

Os resíduos de um modelo de regressão, é definido conforme equação 2:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad (2)$$

Onde:

$e_i$  = resíduo da regressão

$y_i$  = valor observado da variável dependente

$\hat{y}_i$  = valor estimado pela regressão da variável dependente

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para responder ao problema da pesquisa, acerca da hipótese da influência das variáveis econômicas na oferta nacional de GN, foi realizada uma análise multivariada utilizando o MMQO. A escolha por tal método se deu pelo objetivo de se realizar uma regressão linear

multivariada. Através do modelo econométrico foi possível obter uma função de previsão da oferta nacional de GN com base nas variáveis explicativas selecionadas.

A análise das variáveis, a construção do modelo, os testes estatísticos de significância da regressão, a validação do modelo através de seus pressupostos básicos, estão descritos no tópico da análise da regressão multivariada. No tópico seguinte, o estudo das elasticidades, foi realizada uma análise da elasticidade cruzada entre os energéticos GN e GNV, e entre o GN e óleo diesel comum, através do estudo de suas respectivas correlações entre as variações nos preços destes combustíveis.

#### 4.1 ANÁLISE DA REGRESSÃO MULTIVARIADA

Para os experimentos necessários ao estudo pretendido, testou-se os dados compilados no programa GNU PSPP *Statistical Analysis Software* (PFAFF *et al.*, 2019), correspondente ao período entre 2010 e 2015. Sendo a variável dependente  $Y_0$  concernente a oferta nacional de Gás Natural (GN), e as outras variáveis independentes  $X_1, X_2, X_3, X_4$  e  $X_5$  respectivamente, a riqueza interna gerada (PIB), o consumo de Gás Natural dos segmentos industrial e veicular, o preço mínimo de revenda do óleo diesel, o preço mínimo de revenda do Gás Natural Veicular (GNV) e o consumo de óleo diesel, em modelo de regressão linear múltipla, como sugere Larson e Farber (2002) para este tipo de caso.

Na Tabela 4 se encontram os dados das variáveis selecionadas para o período de janeiro de 2010 até dezembro de 2015, resultando em 72 observações como base para análise estatística dos resultados.

Tabela 4 – Variáveis selecionadas para análise multivariada.

ANO	RIQUEZA INTERNA GERADA ( $X_1$ )	PREÇO MINIMO REVENDA DO DIESEL COMUM ( $X_2$ )	PREÇO MINIMO REVENDA DO GÁS NATURAL VEICULAR ( $X_3$ )	OFERTA NACIONAL DE GÁS NATURAL ( $Y_0$ )	CONSUMO GÁS NATURAL SEGMENTOS INDUSTRIAL E VEICULAR ( $X_4$ )	CONSUMO OLEO DIESEL ( $X_5$ )
	R\$	RS/litro	R\$/m <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /dia	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /dia	m <sup>3</sup> /mês
jan/10	886397	1,699	1,198	23,74	37,5	3.405.853,86
fev/10	886397	1,500	1,170	24,9	40,10	3.114.700,90
mar/10	886397	1,449	1,197	23,24	38,66	3.220.401,58
abr/10	944145	1,690	1,119	25,54	38,49	3.305.774,44
mai/10	944145	1,650	1,259	26,14	40,01	3.358.404,77
jun/10	944145	1,599	1,259	27,22	40,58	3.499.557,44
jul/10	997935	1,699	1,159	28,03	43,48	3.853.179,07

ago/10	997935	1,448	1,299	28,11	41,88	3.449.787,92
set/10	997935	1,648	1,299	29,85	41,98	3.453.878,93
out/10	1057370	1,699	1,299	31,81	44,00	3.413.798,62
nov/10	1057370	1,580	1,299	33,69	42,63	3.659.643,21
dez/10	1057370	1,699	1,097	33,71	41,42	3.694.282,58
jan/11	1016530	1,690	1,099	31,85	41,89	3.423.376,95
fev/11	1016530	1,449	1,099	30,55	43,44	3.272.774,27
mar/11	1016530	1,699	1,049	30,08	44,65	3.820.352,65
abr/11	1086712	1,020	1,099	32,52	43,89	3.487.752,40
mai/11	1086712	1,699	1,099	33,35	42,89	3.680.443,09
jun/11	1086712	1,730	1,099	34,82	36,73	3.601.106,07
jul/11	1112334	1,699	1,099	34,44	33,34	3.725.666,65
ago/11	1112334	1,729	1,099	34,23	36,59	3.682.113,30
set/11	1112334	1,749	1,099	34,6	44,54	3.545.415,47
out/11	1160806	1,699	1,099	34,71	45,98	3.951.871,14
nov/11	1160806	1,749	1,099	35,77	43,23	3.478.962,67
dez/11	1160806	1,749	1,099	39,1	45,18	3.718.478,83
jan/12	1129478	1,700	1,189	39,37	46,32	3.589.974,44
fev/12	1129478	1,669	1,009	37,08	47,86	3.586.241,69
mar/12	1129478	1,680	1,199	35,23	47,22	3.765.603,89
abr/12	1183130	1,680	1,189	36,41	46,32	3.639.881,80
mai/12	1183130	1,739	1,190	36,71	46,38	3.851.406,06
jun/12	1183130	1,729	1,190	41,02	47,1	3.868.280,70
jul/12	1230448	1,739	1,290	39,53	47,49	3.863.871,62
ago/12	1230448	1,797	1,279	40,66	48,11	3.890.240,90
set/12	1230448	1,790	1,349	40,36	48,43	3.935.916,13
out/12	1271703	1,799	1,349	41,15	48,12	3.726.888,11
nov/12	1271703	1,800	1,319	44,21	48,24	3.844.060,89
dez/12	1271703	1,869	1,359	43,94	44,11	3.941.637,98
jan/13	1241600	1,869	1,379	42,78	43,56	4.121.916,89
fev/13	1241600	1,949	1,399	45,2	43,84	3.662.052,33
mar/13	1241600	1,949	1,399	45,4	44,22	4.263.752,74
abr/13	1322567	1,899	1,399	43,51	46,75	4.114.047,78
mai/13	1322567	1,969	1,379	44,18	47,07	4.316.592,39
jun/13	1322567	1,949	1,350	46,87	47,63	3.969.110,74
jul/13	1354127	1,969	1,379	45,3	47,59	4.313.743,48
ago/13	1354127	1,989	1,399	44,16	46,92	4.421.951,97
set/13	1354127	1,989	1,399	45,31	46,86	3.968.271,64
out/13	1413324	1,949	1,389	39,41	47,27	4.051.871,34
nov/13	1413324	1,989	1,389	43,84	48,56	4.178.499,96
dez/13	1413324	2,036	1,349	46,08	46,31	4.157.375,04
jan/14	1386074	2,099	1,339	42,48	45,84	3.918.412,73
fev/14	1386074	2,149	1,399	45,75	48,28	3.587.513,64

mar/14	1386074	2,145	1,399	45,98	48,46	4.268.645,21
abr/14	1422374	2,12	1,399	46,91	48,9	4.189.359,10
mai/14	1422374	2,15	1,399	45,25	48,49	4.001.845,70
jun/14	1422374	2,149	1,399	47,68	47,2	4.231.068,62
jul/14	1462111	2,15	1,399	50,84	48,35	4.437.779,28
ago/14	1462111	2,15	1,399	51,96	48,81	4.198.106,33
set/14	1462111	2,19	1,399	49,1	47,6	4.089.689,99
out/14	1508394	2,19	1,379	50,78	48,17	4.296.071,00
nov/14	1508394	2,199	1,379	51,32	49,26	4.220.214,87
dez/14	1508394	2,199	1,379	51,31	48,47	4.236.350,69
jan/15	1456588	2,13	1,379	55,23	48,18	3.860.184,38
fev/15	1456588	2,199	1,379	54,98	49,87	3.522.225,25
mar/15	1456588	2,299	1,399	53,94	49,71	4.068.456,91
abr/15	1479994	2,349	1,459	50,65	49,82	3.979.112,29
mai/15	1479994	2,419	1,479	51,25	48,27	4.427.701,04
jun/15	1479994	2,45	1,399	53,73	50,56	4.254.603,69
jul/15	1508188	2,44	1,479	51,88	49,06	4.269.605,07
ago/15	1508188	2,45	1,579	53	50,38	4.317.504,72
set/15	1508188	2,48	1,599	51,6	48,80	4.470.985,30
out/15	1551016	2,51	1,769	52,02	47,76	4.411.376,96
nov/15	1551016	2,499	1,769	45,8	46,01	3.917.719,23
dez/15	1551016	2,489	1,599	51,74	42,97	3.958.134,22

Fonte: ANP (2019) e IPEA (2019).

Na Tabela 5 se apresenta o resumo da estatística da regressão múltipla

**Tabela 5** - Estatística da regressão linear múltipla.

RESUMO DOS RESULTADOS	
<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,96
R-Quadrado	0,93
R-quadrado ajustado	0,92
Erro padrão	2,43
Observações	72

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O resultado do coeficiente de correlação de Pearson (R) para a regressão linear múltipla corresponde ao valor de 0,96, conforme Stevenson (1981), esse valor indica uma forte associação entre os resultados da variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) com os resultados das variáveis independentes (explicativas), do modelo selecionado.

A interpretação do R-Quadrado ( $R^2$ ) indica que o modelo explica aproximadamente 93% a associação da variável dependente com as demais variáveis explicativas (independentes), ou seja, as variáveis  $X_1, X_2, X_3, X_4$  e  $X_5$ . O  $R^2$  ajustado (linearizado pelo modelo) sinaliza uma probabilidade de 92% de associação entre as variáveis independentes com a variável dependente do modelo.

#### 4.2 RESULTADO DO TESTE DE HIPÓTESES PARA AS VARIÁVEIS SELECIONADAS DO MODELO DE REGRESSÃO MULTIVARIADA

Não obstante, o resultado da regressão linear múltipla testou cinco hipóteses principais, levando-se em conta as variáveis envolvidas no processo, essas foram:

- $H_1$ : Existe correlação e influência entre a variável independente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) e  $X_1$  (Riqueza Interna Gerada);
- $H_2$ : Existe correlação e influência entre a variável independente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) e  $X_2$  (preço mínimo de revenda do Óleo Diesel);
- $H_3$ : Existe correlação e influência entre a variável independente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) e  $X_3$  (preço mínimo de revenda do GNV);
- $H_4$ : Existe correlação e influência entre a variável independente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) e  $X_4$  (consumo GN pelos segmentos Indústria e Veicular).
- $H_5$ : Existe correlação e influência entre a variável independente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) e  $X_5$  (consumo de óleo diesel).

Em decorrência da análise sobre o grau de validade dessas hipóteses, e para que se



configure um grau de confiança sobre os procedimentos adotados, apresenta-se a seguir os resultados alcançados após o processamento dos dados na Tabela 6

**Tabela 6 - Resultados da regressão linear multivariada.**

	Coeficientes	Erro padrão	Coeficiente padronizado	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção (Constante)	-17,23000	5,11	0,00	-3,37	0,01	-27,42	-7,03
RIQUEZA INTERNA GERADA	0,00004	0,00	0,86	8,21	0,00	0,00	0,00
PREÇO MINIMO REVENDA DO DIESEL COMUM	3,19000	2,39	0,11	1,34	0,18	-1,56	7,99
PREÇO MINIMO REVENDA DO GÁS NATURAL VEICULAR	-5,35000	3,25	-0,10	-1,64	0,10	-11,84	1,14
CONSUMO GÁS NATURAL	0,23000	0,12	0,10	1,86	0,07	-0,02	0,48
CONSUMO DE OLEO DIESEL	0,00000	0,00	0,01	0,09	0,93	0,00	0,00

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Pelo teste estatístico T, onde se busca observar a diferença entre a média das variáveis, se propôs o nível de significância de 95% em teste de distribuição bicaudal. Foi evidenciado que a variável independente  $X_1$  (Riqueza Interna Gerada) exerce influência sobre a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN). Visto que, conforme o nível de significância para 95% do intervalo de confiança, aceita-se a hipótese da variável  $X_1$  (Riqueza Interna Gerada) ter alto grau de correlação sobre a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN). Sendo assim, a hipótese  $H_1$  é validada por um valor de significância (p-valor) de 0,00 dentro da margem de erro de 5% do teste.

Enquanto isso, a hipótese  $H_2$  referente à influência entre a variável independente  $X_2$  (preço mínimo de revenda do óleo Diesel) e a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN) foi rejeitada, uma vez que segundo o nível de significância para um intervalo de confiança de 95% não se acolhe a hipótese da variável  $X_2$  (preço mínimo de revenda do Óleo Diesel) exercer influência sobre a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN). A hipótese  $H_2$  é rejeitada por um valor de significância (p-valor) de 0,18 fora da margem de erro de 5% do teste.

Também a hipótese  $H_3$  sofreu rejeição pela análise estatística, visto que, de acordo a margem de 95% do nível de confiança do intervalo, pode se inferir estatisticamente a ausência de influência da variável independente  $X_3$  (preço mínimo de revenda do GNV) sobre a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN). A hipótese  $H_3$  é rejeitada por um valor de significância (p-valor) de 0,10 fora da margem de erro de 5% do teste.

No caso da hipótese  $H_4$  também deve ser rejeitada pela análise estatística, para um nível de significância de 95% de intervalo de confiança, porém o resultado do teste estatístico de hipótese para a variável  $X_4$  (Consumo GN pelos segmentos Industria e Veicular) foi o que mais se aproximou do limite do intervalo de confiança, excluindo a variável  $X_1$ , indicando que se o intervalo de confiança fosse de 90% deveríamos rejeitar a hipótese nula  $H_0$  e aceitar a hipótese alternativa  $H_4$ , sobre a influência entre a variável independente  $X_4$  (Consumo GN pelos segmentos Industria e Veicular) sobre a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN). A hipótese  $H_4$  é rejeitada por um valor de significância (p-valor) de 0,07 fora da margem de erro de 5% do teste.

Também a hipótese  $H_5$  sofreu rejeição pela análise estatística, visto que, de acordo a margem de 95% do nível de confiança do intervalo, pode se inferir estatisticamente a ausência de influência da variável independente  $X_5$  (consumo de óleo diesel) sobre a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN). A hipótese  $H_5$  é rejeitada por um valor de significância (p-valor) de 0,93 fora da margem de erro de 5% do teste.

#### 4.3 RESULTADO DO TESTE ESTATÍSTICO PARA A REGRESSÃO LINEAR MULTIVARIADA

O teste F (ANOVA) obteve um nível de significância com uma margem de erro abaixo de 5%, portanto dentro do intervalo de confiança, para o modelo de regressão linear multivariada conforme a Tabela 7. Onde o valor do F de significação de 0,00 está dentro da margem de erro de 5% do teste considerando o intervalo de 95% de confiança para o teste realizado.

**Tabela 7 - Teste ANOVA da regressão linear múltipla.**

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	5	5047,88	1009,58	170,67	0,00
Resíduo	66	390,43	5,92		
Total	71	5438,30			

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Pelo resultado do teste, deve se aceitar a hipótese alternativa ( $H_c$ ), que o modelo é significativamente estatístico para os resultados das diferenças de previsão e a variância dos resultados obtidos das variáveis independentes do modelo de regressão.

- Hipótese nula  $H_0$ : o modelo de regressão não é estatisticamente significativo;
- Hipótese alternativa  $H_c$ : o modelo de regressão é estatisticamente significativo.

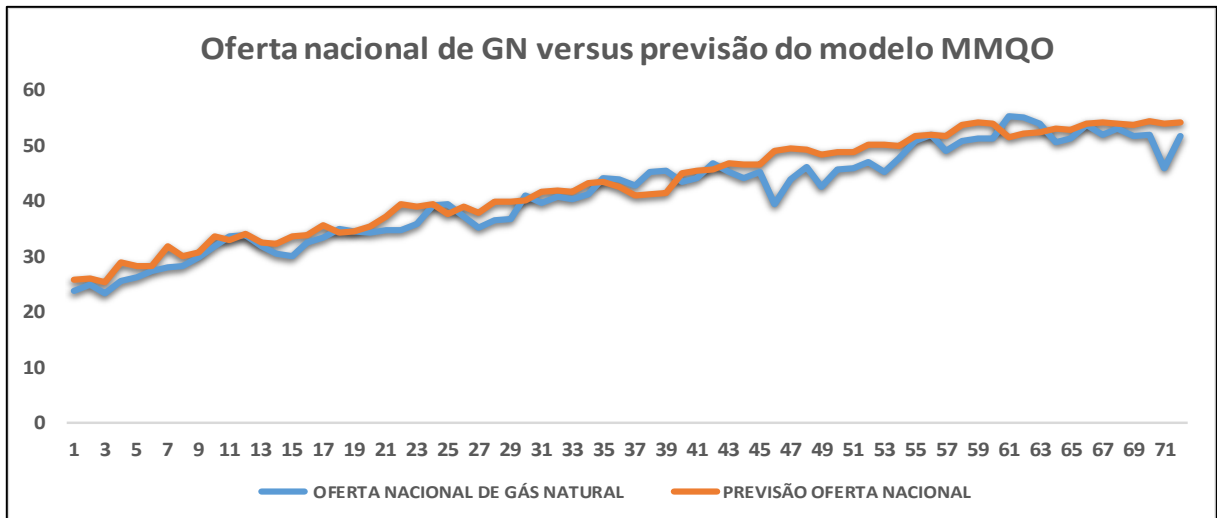
O resultado da regressão linear múltipla, para previsão da oferta nacional de GN, está expresso na equação 3

$$\hat{Y} = -17,23000 + 0,00004X_1 + 3,19000X_2 - 5,35000X_3 + 0,23000X_4 + 0,00000X_5 \quad (3)$$

Onde:

- $\hat{Y}$  é o valor estimado, pelo modelo de regressão linear múltipla, para a variável dependente  $Y_0$  (oferta nacional de GN em milhões de metros cúbicos/dia)
- -17,23000 é o coeficiente de intercepto da variável dependente ou o erro padrão da regressão
- 0,00004 é o coeficiente de regressão da variável independente  $X_1$  (Riqueza Interna Gerada);
- 3,19000 é o coeficiente de regressão da variável independente  $X_2$  (preço mínimo de revenda do óleo diesel);
- - 5,35000 é o coeficiente de regressão da variável independente  $X_3$  (preço mínimo de revenda do GNV);
- 0,23000 é o coeficiente de regressão da variável independente  $X_4$  (consumo GN segmento indústria e veicular);
- 0,00000 é o coeficiente de regressão da variável independente  $X_5$  (consumo de óleo diesel comum).

Na figura 4 pode-se observar o gráfico da oferta nacional de GN em milhões de metros cúbicos diários, no período de janeiro/2010 a dezembro/2015, *versus* a previsão do modelo de regressão linear, obtida através do MMQO para o mesmo período.

**Figura 4** – Gráfico da oferta nacional de GN versus previsão do modelo MMQO

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 4.4 RESULTADO DO TESTE DE NORMALIDADE NÃO PARAMÉTRICO DA REGRESSÃO LINEAR MULTIVARIADA

Por intermédio do teste de normalidade, evidenciou-se que a distribuição dos resíduos da regressão segue o padrão de uma distribuição normal, ou seja, existe aleatoriedade na geração dos resíduos da regressão. Segundo Porter e Gujarati (2011), o teste de normalidade *Komolgorov Smirnov* (K-S) testa a proximidade ou a diferença entre a frequência observada e a esperada dos resíduos da regressão. A hipótese do teste consiste em:

- Hipótese nula ( $H_0$ ): a distribuição dos resíduos da regressão são aleatórios, ou seja, tendem a uma distribuição normal;
- Hipótese alternativa ( $H_a$ ): distribuição dos resíduos da regressão não ocorre de forma aleatória.

Na tabela 8 é apresentado o resultado do teste de normalidade *Komolgorov Smirnov*, para os resíduos da regressão multivariada.

**Tabela 8** - Teste de normalidade K-S.

	Teste resíduos	
N	<b>72</b>	
Parâmetros Curva N	Média	0,00
	Desvio padrão	2,34
	Extremos absolutos	
	Absoluto	0,13
	Positivo	0,13
	Negativo	-0,11

<i>Kolmogorov-Smirnov Z</i>	1,10
p-valor (bicaudal)	0,161

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Onde pode se aferir que pelo resultado do teste de normalidade, considerando um intervalo de confiança de 95%, não se tem evidências estatísticas para rejeitar a hipótese de normalidade dos resíduos da regressão. O nível de significância de 0,161 apresentado pelo teste está acima da margem de erro de 5%, então rejeita-se a hipótese  $H_a$  e aceita a hipótese  $H_0$ .

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma correlação positiva e significativa entre o aumento da oferta nacional do gás natural e o crescimento econômico brasileiro, na primeira metade da segunda década do século XXI. Fato este que pode estar relacionado às últimas descobertas, em especial a camada Pré-Sal na Bacia de Santos, a partir de 2010. O gás natural apresenta uma tendência de crescimento na participação da matriz energética nacional até o ano de 2025, enquanto outros hidrocarbonetos, utilizados pela indústria, tendem a diminuir sua participação como fonte de geração de energia. Além da versatilidade do uso deste energético na indústria, o custo benefício do GN pode ser um dos fatores que corroboram esse crescimento.

O principal desafio para o desenvolvimento do mercado de gás natural no Brasil continua sendo a falta de conhecimento interno, equipamentos para desenvolver esses recursos, além de infraestrutura de transporte insuficiente para obter o produto para os mercados. Por seu lado, o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (IBP) acredita que o Brasil está, a pelo menos 10 anos, longe do desenvolvimento pleno na oferta de gás natural.

Ao que parece o Brasil possui a base de recursos para desenvolver o setor de gás natural. No entanto, o tamanho país, o conhecimento insuficiente sobre o gás existente, a ainda insipiente infraestrutura e a falta de incentivos fornecidos pelo governo podem significar que o país não alcançara a totalidade de seu desenvolvimento neste setor até 2030.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. L.; MARTINEZ, J. A. **Gás natural – o combustível do novo milênio**. Plural Comunicação. Porto Alegre, 1999.

ALMEIDA, E. F.; FERRARO, M. C. **Indústria do gás natural**: Fundamentos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: Synergia, 2013.

AMARAL, L. C.; ABREU, Y. V. de. Evolução do Mercado Brasileiro de Biodiesel sob a Ótica dos Leilões Promovidos pela ANP: 2005 a 2014. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, p. 729-750, jan. 2017.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Gás natural**. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/gas-natural>>. Acesso em: de nov. 2019.

ARAGÃO, A. S. de. **Direito do petróleo e de outras fontes de energia**. Rio de Janeiro: Lumen juris, 2011. 510 p..

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural**. 2019. Brasília, Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/publicacoes/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/>>. Acesso em 30 out. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Acompanhamento de Indústria de Gás Natural 2010-2015**. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/publicacoes/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural?\\_20\\_displayStyle=descriptive&p\\_p\\_id=20](http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/publicacoes/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural?_20_displayStyle=descriptive&p_p_id=20)>. Acesso em: 30 out. 2019.

CAMACHO, F. T. **Regulamentação da indústria de gás natural no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 131 p.

ESTATCAMP. **Inferência**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia-0>>. Acesso em: 15 out. 2019.

GRACIAS, A.C.; LOURENÇO, S. R. Aplicação de um modelo matemático na simulação da produção e importação de gás natural no Brasil até 2017. **Revista Produção**, v. 10, n. 3, p. 698-717, set. 2010.

GNU PSPP. **Statistical Analysis Software**. Version 1.2.0 2019. Disponível em: <<https://www.gnu.org/software/pspp/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=18760&t=series-historicas>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Série PIB trimestral**. 2019. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?serid=38415>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

LARSON, Ron. FARBER, Betsy. **Estatística Aplicada**. Tradução de Luciane Ferreira. 4. ed. São Paulo: Pearson Education, 2002.

MARQUES, F. M.; MARCOVITCH, J. Proposta de um modelo de geração de valor para as empresas distribuidoras de gás natural canalizado em uma economia de baixo carbono. **Revista de Administração IMED**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 98-122, jan. 2014.

MATHIAS, M. C. P. P. **A formação da indústria global de gás natural:** definição, condicionantes e desafios. 2010. Tese (Doutorado) –Programa de Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010

MONTGOMER, Douglas C.; RUNGER, George C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros.** LTC. 2015.

PFUFF, B., DARRINGTON, J., et al., GNU PSPP 0.7.9. 2012. Disponível em: <<http://www.gnu.org/software/pspp>>. Acesso em: 14 set. 2019.

PERLOTTI, E. A.; SANTOS, E. M.; COSTA, H. K. M. Concentração espacial da indústria de São Paulo: evidências sobre o papel da disponibilidade de gás natural. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 87, p. 143-164, 2016.

PONTES, Y. S. (Org.). **ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível.** São Paulo: Lex Magister, 2013. 162 p.

PORTER, D. C.; GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** Ed 5. Porto Alegre: AMGH, 2011.

SANTOS, P. F. A.; SPOLADOR, H. F. S. Produtividade Setorial e Mudança Estrutural no Brasil: Uma Análise Para o Período 1981 a 2013. **Revista Brasileira de Economia**, v. 72, n. 2, p. 217-248, 2019.

STEVENSON, W. J. **Estatística Aplicada à Administração.** São Paulo: Harbra, 1981. 495 p.

TEIXEIRA, J. P. B. **Gás Natural: O energético mais competitivo.** Ed 1. Rio de Janeiro: Pod. Editora, 2015. 100 p. Disponível em: <[http://www.bahiagas.com.br/wp-content/uploads/2017/04/livro\\_gn\\_o\\_energetico\\_mais\\_competitivo.pdf](http://www.bahiagas.com.br/wp-content/uploads/2017/04/livro_gn_o_energetico_mais_competitivo.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2019.

VIEIRA, P. L. et al. **Gás natural: benefícios ambientais no Estado da Bahia.** Salvador: Solisluna Design e Editora, 2005. Disponível em: <[http://www.bahiagas.com.br/download/livro\\_gas\\_natural.pdf](http://www.bahiagas.com.br/download/livro_gas_natural.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2019.