

Previsão do consumo italiano de gás natural utilizando modelos ARIMA

Jair Paulino de Sales (Universidade Regional do cariri) jairpsales@hotmail.com

Francisco de Assis Vilar Sobreira Junior (Universidade Regional do Cariri) jr2_vilar@hotmail.com

João Marcos Pereira Silva (Universidade Regional do cariri) m.joao@hotmail.com

Andersson Alves da Silva (Universidade Regional do cariri) andersson.chester@gmail.com

Resumo:

O uso do gás natural (GN) como fonte de suprimento energético foi motivado principalmente pelo choque do petróleo na década de 70. Este insumo energético é composto por misturas de hidrocarbonetos que permanecem no estado gasoso em condições atmosféricas. O GN importado para a Itália é inserido na rede de gasodutos através de pontos de entrada distribuídos por todo território nacional. O presente estudo objetivou a utilização da metodologia Box-Jenkins (método ARIMA) na previsão do consumo de GN na Itália entre os anos de 2015 e 2020 com a utilização de séries temporais. Os dados do consumo italiano de GN entre os anos de 1980 e 2014 (obtidos através do EIA) foram analisados descritivamente para estimativa de componentes sazonais e cíclicos. Realizou-se um estudo utilizando o método ARIMA para análise, modelagem e previsão da série temporal. Utilizaram-se os softwares gretl 1.10.2 e Microsoft Excel 2010 para a modelagem dos dados. O modelo ideal foi selecionado a partir dos critérios AIC, BIC, HQC e do erro padrão, levando em consideração a variância estatística dos modelos ($p < 0,05$). O modelo ARIMA (0,2,1) mostrou-se adequado para a série em estudo. Como resultado, a perceptível queda do consumo de GN indicada pela previsão, objetivo deste trabalho, foi consonante com as previsões de agências internacionais especializadas, comprovando a eficiência do modelo proposto.

Palavras chave: Box-Jenkins, ARIMA, Modelos de previsão, Gás natural.

Gas natural forecasting in Italy using ARIMA models

Abstract

The use of natural gas (NG) as an energy source was mainly due to the oil crisis in the 70s. This energy resource consists of mixtures of hydrocarbons that remain in the gaseous state in atmospheric conditions. NG imported to Italy is inserted into the pipeline network through entry points distributed throughout the country. This study aimed to use the Box-Jenkins methodology (ARIMA method) in NG consumption forecast in Italy between the years 2015 and 2020 by using time series. The data of NG Italian consumption between 1980-2014 (obtained through EIA) were analyzed descriptively to estimate seasonal and cyclic components. Was conducted a study using the ARIMA method for analysis, modeling and forecasting of time series. Were used the softwares gretl 1.10.2 and Microsoft Excel 2010 to build the models. The ideal model was selected based on the criteria AIC, BIC, HQC, standard error and the statistical variance of the models ($p < 0.05$). The model ARIMA (0,2,1) was adequate for the series. As result, the observable fall in the NG consumption indicated by forecast, objective of this work, was in line with forecasts by international specialized agencies, proving the efficiency of the proposed model.

Key-words: Box-Jenkins, ARIMA, Forecast models, Natural gas.

1. Introdução

A utilização do Gás Natural (GN) como insumo energético tornou-se uma alternativa sustentável nas últimas décadas, passando a ser adotado em larga escala nos países que apresentam baixa capacidade de geração de energia elétrica por outros meios, como no caso da Alemanha, Espanha e Itália. Em um referendo realizado na Itália em 2011 94% da população mostrou-se contra a volta da produção de energia nuclear, desde 1987 extinta no país. Sobre a produção de energia hidroelétrica, a Itália encontra-se em posição geográfica desfavorável e como não possui períodos de sol durante todo o ano a produção de energia solar é insipiente para a demanda local. A união desses fatores contribui, ainda mais, para a utilização do GN como fonte energética primária no país.

Paro (2005) define gás natural como a parcela do petróleo que se encontra em fase gasosa ou mesmo em solução nas condições de reservatório e que permanece no estado gasoso nas condições atmosféricas, sendo composto por mistura de hidrocarbonetos, podendo ser encontrado em poços petrolíferos ou reservatórios de gás. Maranhão (2004) faz uma analogia afirmando que assim como o GN é a fase gasosa do petróleo, o asfalto é a parte sólida e a gasolina e o diesel são suas frações líquidas.

A importância do GN atribui-se a várias causas, a principal delas é a sua versatilidade. O GN é capaz de substituir praticamente todos os derivados do petróleo, podendo ser utilizado desde para a substituição do óleo combustível até para a produção de solventes e fertilizantes, servindo, também, de matéria prima fundamental na indústria petroquímica.

Outra de suas grandes vantagens é a sua capacidade de ser um combustível de queima total, sem deixar resíduos e não emitindo particulados (cinzas, nitretos, anidridos, etc.), contribuindo significativa e positivamente para preservação ambiental. Possui baixos índices de enxofre, assim contribui para evitar problemas decorrentes da corrosão (MARANHÃO, 2004).

Em um contexto histórico, o GN é utilizado desde a antiguidade, com pesquisas apontando que sua descoberta ocorreu no Irã entre os anos de 6000 e 2000 a.C., e que o mesmo já era conhecido na China desde 900 a.C., sendo, em meados de 211 a.C., que sua extração começou a ser efetuada com o intuito de sua utilização para o processo de secagem das pedras de sal (FERREIRA, 2006 *apud* FIOREZE, 2013).

O uso do GN como fonte de suprimento energético foi motivado principalmente pelo choque do petróleo nos anos de 1973 e 1979, duas décadas após o ocorrido o número de reservas mundiais de GN passaram de 63,2 para 139,7 trilhões de metros cúbicos (1975 a 1995) (FIOREZE, 2013). Hoje, na Itália, compreende 40,4% das fontes de energia primária.

O GN importado para Itália é inserido na rede nacional através de pontos de entrada distribuídos no território nacional. Os principais fornecedores são Argélia, Rússia, Países Baixos e Noruega. A rede de distribuição atinge as cidades desde planícies aos vales, assim praticamente todas as casas italianas recebem o gás diretamente. O seu sistema de transporte é articulado em dois níveis: a distribuição primária que resguarda o transporte sobre escala nacional através de grandes tubulações; e a distribuição secundária que leva o produto a disposição do cliente final.

Diante do exposto, e considerando a significativa importância do GN para o desenvolvimento italiano, o presente estudo objetiva a utilização da metodologia Box-Jenkins (método ARIMA) na previsão do consumo de GN na Itália nos próximos anos, de forma a auxiliar na gestão energética do país.

2. Material e métodos

Os dados (obtidos através da *Autorità per l'energia elettrica il gas ed il sistema idrico* e da *Energy Information Administration – EIA*, ambas responsáveis pela divulgação de dados como consumo, produção e dependência energética) referentes ao consumo italiano de GN entre os anos de 1980 e 2014 foram analisados descritivamente para estimativa de componentes sazonais e cíclicos. Realizou-se um estudo utilizando o método ARIMA para análise, modelagem e previsão da série temporal. Utilizaram-se os softwares gretl 1.10.2 e Microsoft Excel 2010 para a modelagem dos dados estatísticos, seguindo metodologia descrita por Murteira, Muller e Turkman (1993).

Para a escolha do modelo ideal analisou-se um conjunto de observações na tentativa de explicar as interações existentes entre a variável e seus valores passados. Nesta análise verificou-se a variância estatística dos modelos ($p < 0,05$), os critérios de informação de Akaike (AIC), Bayesiano (BIC) e de Hannan-Quinn (HQC). Após escolha do modelo realizou-se a previsão do consumo energético de GN na Itália para o período 2015-2020.

3. Metodologia Box - Jenkins

A metodologia Box-Jenkins, modelo ARIMA (p, d, q), toma por base o ajuste nos valores em observação, possuindo como objetivo a redução da diferença entre os valores observados e os propostos para próximo de zero, sendo capaz de descrever séries estacionárias e não estacionárias.

Considera-se uma série temporal como um conjunto de observações quantitativas registradas em um intervalo de instantes sucessivos, sendo descrita por Z_t , no qual $t = \{1, 2, \dots, n\}$.

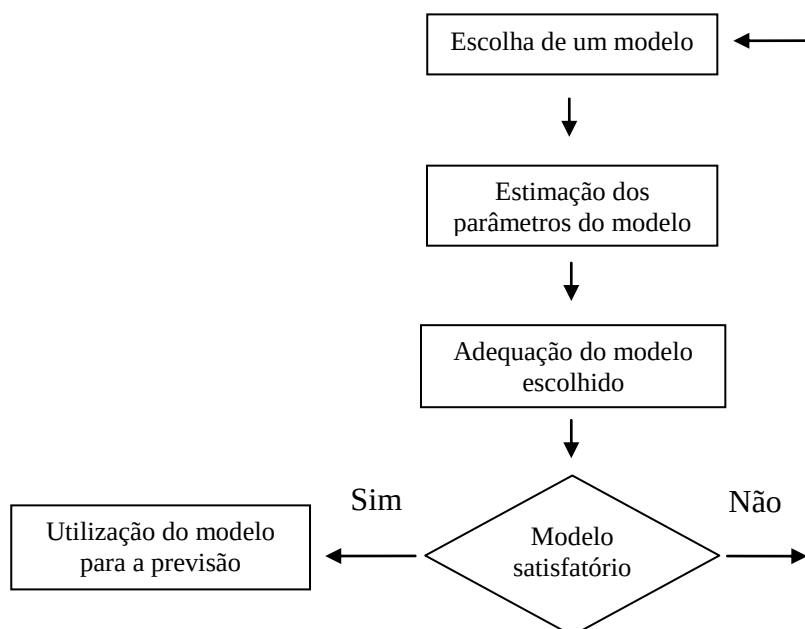
Para realizar uma previsão com a utilização de modelos ARIMA (p, d, q) faz-se necessária a identificação da ordem de AR(p), I(d) e MA(q), respectivamente grau auto regressivo, grau de diferenciação, grau das médias móveis. Como procedimento metodológico básico, o primeiro parâmetro a ser observado é o grau de diferenciação I(d), necessário para que os dados de Z_t sejam estabilizados.

Z_t será considerada estacionária quando seu teste de correlograma apresentar corte abrupto para um valor de autocorrelação. Para que isso seja possível faz-se necessário diferenciar a série I(d) vezes. As ordens dos parâmetros AR(p) e MA(q) são identificadas a partir da verificação das funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) da série Z_t (RIBEIRO; PAULA, 2000; PINTO et al., 2008). De acordo com Gomes (1989), $p, d, q \leq 2$, visto que a maioria das séries se torna estacionária após segunda diferenciação.

Desta forma um modelo ARIMA (1,0,0) indicaria a ausência dos componentes I(d) e MA(q), logo poderia ser denominado simplesmente de AR (1). Caso o modelo fosse ARIMA (2,0,1), o mesmo não possuiria o componente I(d) e poderia ser apresentado como ARMA(2,1). Os modelos ARMA diferenciam-se do ARIMA apenas pela ausência de diferenciações, ou seja, as séries estudadas já precisam ser estacionárias. Já o modelo SARIMA acresce ao ARIMA o fator de sazonalidade. Em estudos com dados reais utilizam-se os modelos e ARIMA e SARIMA com maior frequência, já que as séries utilizadas normalmente são não estacionárias (MILESKI JUNIOR, 2007).

Segundo Murteira, Muller e Turkman (1993), a metodologia de Box-Jenkins pode ser descrita em 04 etapas: Identificação; Estimação; Avaliação do diagnóstico; Previsão. A figura 01 apresenta os estágios desta metodologia.

Visto que não existem modelos perfeitos, os critérios de informação de Akaike (AIC, 1974), Bayesiano de Schwarz (BIC, 1978) e Hannan e Quinn (HQC, 1979) objetivam selecionar os melhores modelos entre aqueles que foram selecionados, funcionam como medidores qualitativos de modelos estatísticos (FIGUEREDO, 2008; TEODORO, 2015).



Fonte: Murteira, Muller e Turkman (1993), adaptado
Figura 01 – Metodologia de Box-Jenkins

4. Resultados e discussão

A série temporal foi construída a partir dos valores do consumo de GN na Itália entre os anos de 1980 e 2014 (figura 02). Todas as análises estáticas foram realizadas pelos softwares gretl 1.10.2 e Microsoft Excel 2010.

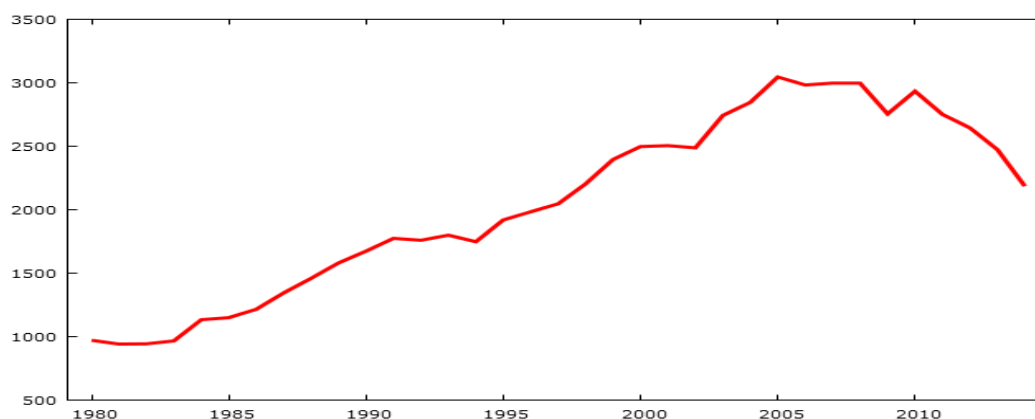


Figura 02 – Gráfico do consumo (GN em bilhões de pés cúbicos)

4.1 Identificação e estimação do modelo

A partir de análises da função de autocorrelação (FAC) da série original constatou-se que a mesma era não estacionária, sendo necessárias duas diferenciações para que se apresentasse como estacionária (figura 03 e 04).

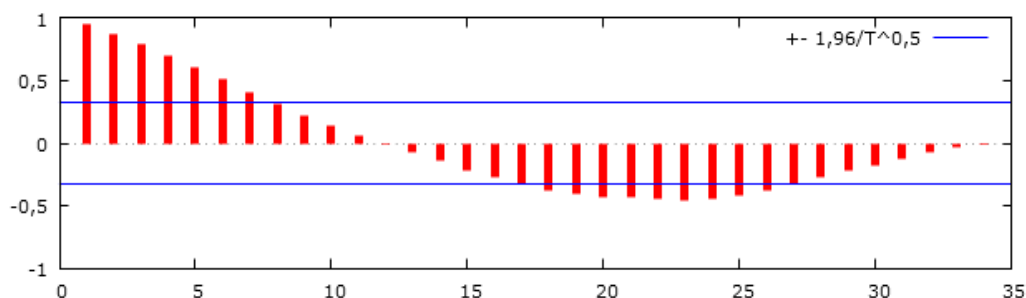


Figura 03 – Gráfico da função de autocorrelação (FAC) da série original

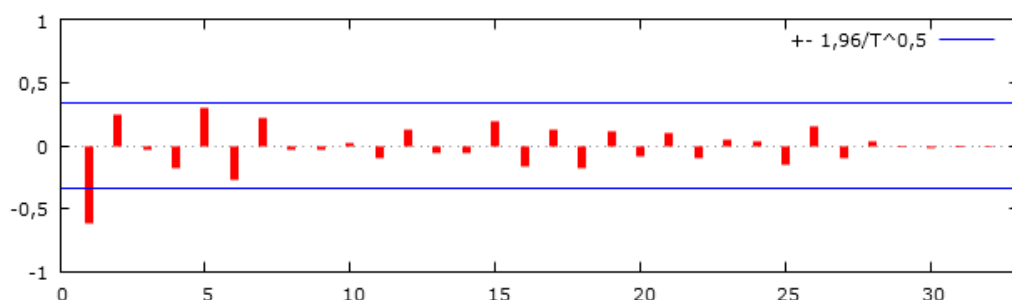


Figura 04 – Gráfico da função de autocorrelação (FAC) da segunda diferenciação

A partir da análise nas funções de autocorrelação e autocorrelação parcial da segunda diferenciação identificaram-se os possíveis valores para AR(p) e MA(q). Logo, foram testados cinco modelos com valores próximos aos selecionados. A figura 05 demonstra a comparação dos modelos entre os critérios adotados neste estudo.

Modelo	AIC	BIC	HQC	Erro Padrão
ARIMA (1,2,1)	412,31	416,80	413,81	112,99
ARIMA (1,2,0)	415,55	412,56	413,56	117,25
ARIMA (1,2,2)	414,30	420,28	416,32	112,98
ARIMA (0,2,2)	412,66	417,15	414,16	113,58
ARIMA (0,2,1)	412,40	415,39	413,40	116,75

Tabela 01 – Modelos ARIMA propostos

A tabela 01 relaciona os valores dos critérios de comparação e o erro padrão dos modelos propostos, especificados como segue: em vermelho, o menor valor de cada critério; em verde, o segundo menor valor de cada critério. O melhor modelo frente aos critérios adotados é o ARIMA (0,2,1), pois este apresenta p -valor $< 0,05$ para todos os seus coeficientes, e menor número de critérios.

4.2 Avaliação do diagnóstico

O modelo proposto ARIMA (0,2,1) para a série em estudo mostrou-se adequado, pois seus resíduos apresentaram-se como normalmente distribuídos (figura 06) e não correlacionados (TEODORO, 2015). Pela análise gráfica da FAC e FACP (figura 05) constata-se que nenhum lag apresentou valores significativos, indicando independência dos erros, o que comprova a adequação do modelo à série.

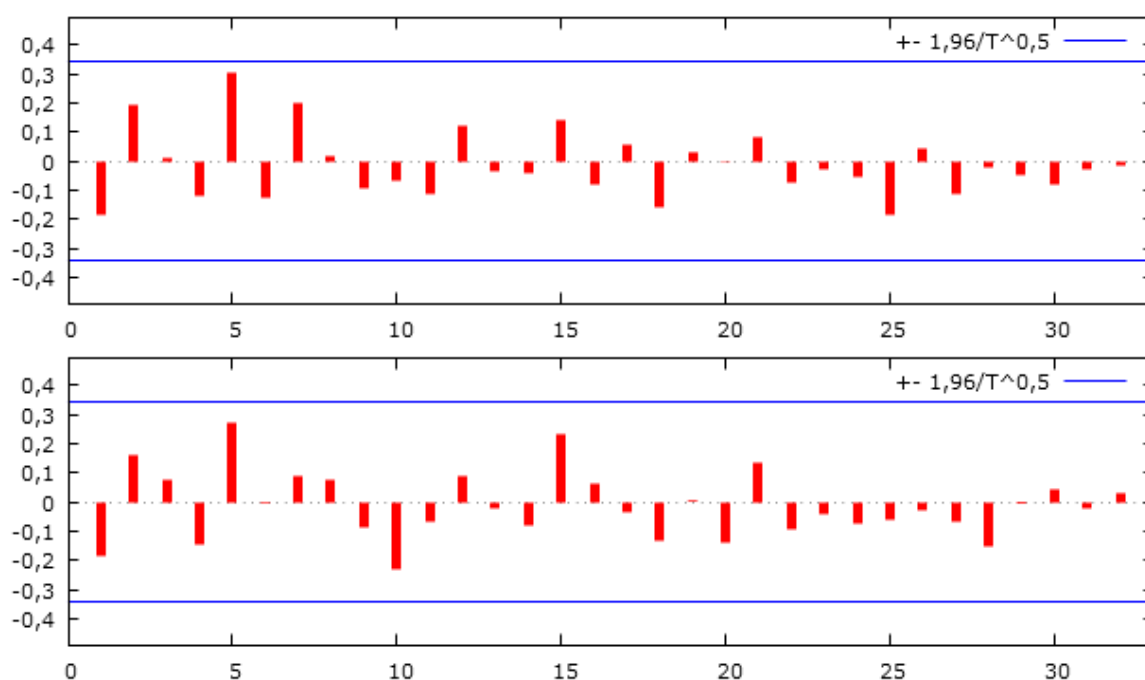


Figura 05 – Função de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) dos resíduos do modelo ARIMA (0,2,1) para as séries de dados em estudo

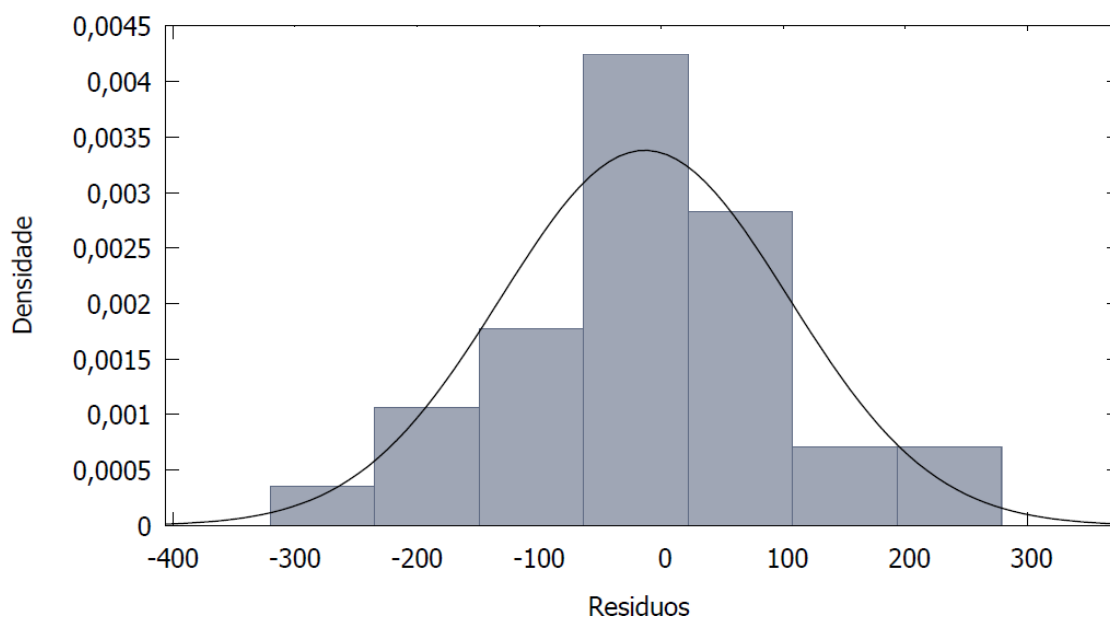


Figura 06 – Gráfico da distribuição normal dos resíduos do modelo ARIMA (0,2,1) para as séries de dados em estudo

4.1 Previsão

A tabela 02 contém os valores previstos para o período 2015-2020 e a figura 07 o respectivo gráfico para o modelo escolhido.

Período	Consumo (bilhões de pés cúbicos)	Erro padrão	Intervalo (95%)	
			Superior	Inferior
2015	2022,34	116,75	1793,53	2251,16
2016	1858,69	194,62	1477,23	2240,15
2017	1695,03	257,29	1155,47	2234,60
2018	1531,72	361,09	823,65	2239,11
2019	1367,72	452,46	480,91	2254,53
2020	1204,07	549,39	127,28	2280,85

Tabela 02 - Valores previstos para o período 2015-2020

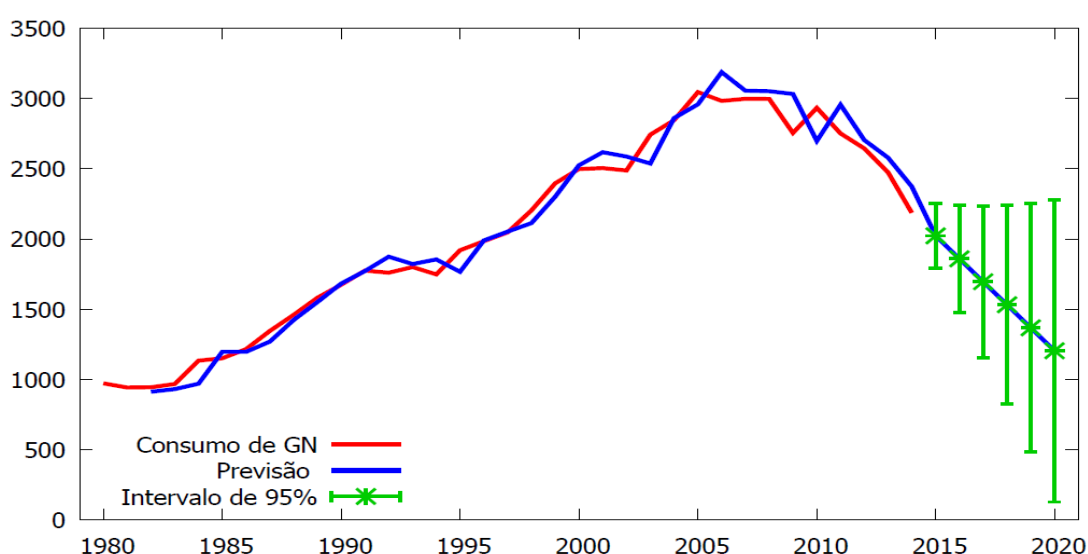


Figura 07 - Valores previstos para o período 2015-2020 em bilhões de pés cúbicos

De acordo com dados da EIA (2013), a produção de GN na Europa apresentará queda entre os anos de 2015 e 2030, dados que convergem com os resultados aqui apresentados. A crise entre a Rússia e a Ucrânia prejudicou a distribuição do GN em, praticamente, toda a Europa, sendo os países com alto índice de dependência energética os mais prejudicados.

A Itália apresenta 86% de dependência energética internacional e 40,4% da sua matriz energética é composta pelo GN (ENERDATA, 2011), logo se configura como um país altamente vulnerável a escassez de tal fonte de energia. A crise na Líbia também se apresenta como risco potencial no fornecimento de GN para a Itália.

5. Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo a previsão do consumo italiano de GN entre os anos de 2015 e 2020 a partir da utilização da metodologia Box-Jenkins (ARIMA). O modelo proposto, ARIMA (0,2,1), mostrou-se eficiente para o problema referido.

A perceptível queda do consumo de GN indicada pela previsão é consonante com previsões de agências internacionais especializadas (EIA, ENERDATA), comprovando a eficiência do modelo proposto.

A utilização de modelos de previsão a partir de séries temporais vem sendo amplamente divulgada por inúmeras áreas de estudo, seja para a gestão epidemiológica, com a predição de casos de doenças, seja para a gestão empresarial, com a previsão de vendas de um produto.

Esta característica interdisciplinar torna a utilização de modelos de previsão uma ótima ferramenta de auxílio em processos de tomadas de decisões. A complexidade matemática dos modelos torna-se insignificante devido ao avanço tecnológico, sobretudo da informática, já que modelos podem ser resolvidos muito mais rapidamente.

Como sugestão para pesquisas futuras, propõe-se a utilização de outras metodologias de previsão para séries temporais, como os modelos de Holt-Winters aditivo e/ou multiplicativo, e modelos de suavização exponencial.

Referências

EIA - U.S. Energy Information Administration. *International Energy Outlook 2013: with Projections to 2040.*, 2013.

ENERDATA. Ministero dello Sviluppo Economico. Disponível em: <<http://www.sviluppoeconomico.gov.it/>>. Acesso em: 14 mar 2014.

FERREIRA, R.S. *Desenvolvimento de materiais poliméricos uretânicos para purificação de gás natural: remoção de mercúrio e compostos à base de enxofre.* Dissertação (Mestrado em Química) UFPR, Curitiba, 2006.

FIGUEREDO, C. J. *Previsões de séries temporais utilizando a metodologia Box-Jenkins e Redes Neurais para inicialização de Planejamento e Controle da Produção.* 176 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

FIGUEREDE, M. et al. *Gás natural: potencialidades de utilização no Brasil.* Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 10., n.10., p. 2251-2265, 2013.

GOMES, F.C. *Os modelos Arima e a abordagem de Box-Jenkins uma aplicação na previsão do IBOVESPA a curtíssimo prazo.* Rev. adm. empres., v. 29, n. 2, p. 63-70, June 1989.

MARANHÃO, R. *A importância do gás natural.* Rio de Janeiro. IE-UFRJ, IFES nº 1.367, 2004.

MILESKE JUNIOR, A. *Análise de métodos de previsão de demanda baseados em séries temporais em uma empresa do setor de perfumes e cosméticos.* 100 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.

MURTEIRA, B.J.F.; MULLER, D.A.; TURKMAN, K.F. *Análise de Sucessões Cronológicas:* McGraw-Hill, 1993.

PARO, A.C. *Estudo da contribuição do gás natural no setor elétrico – uma análise de cenários de sua expansão nos setores de geração termelétrica, cogeração e residencial.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade de São Paulo, 2005.

PINTO, P.A.L.A. et al. *Aplicação do modelo ARIMA à previsão do preço das commodities agrícolas brasileiras.* Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco - AC, 2008.

RIBEIRO, L. C.; PAULA, A.V. *Previsão de população através dos modelos arima de Box e Jenkins: um exercício para Brasil.* Anais do Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2000.

SATO, R. C. *Gerenciamento de doenças utilizando séries temporais com o modelo ARIMA.* Einstein, v. 11, n. 1, p. 128-131, 2013.



V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Ponta Grossa, PR, Brasil, 02 a 04 de Dezembro de 2015

TEODORO, V.A. Modelos de séries temporais para temperatura em painéis de cimento-madeira. 96 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.