

PRODUÇÃO E IMPORTAÇÃO DO GÁS NATURAL NO BRASIL E APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS.

FERNANDES, Widna Shirley da Silveira (Engenharia de Produção – UNIBRASIL)
MIYAMOTO, Lidianeyumi (Engenharia de Produção – UNIBRASIL)
SZPAK, Leticia Lima do Nascimento Barcelar (Engenharia de Produção – UNIBRASIL)

Resumo: *Mundialmente o uso do gás natural está em crescimento no setor industrial. Segundo projeções da Agência Internacional de Energia (AIE) sua participação deverá crescer de 21% em 2015 para 25% em 2035, assim há uma grande possibilidade de ampliação do gás natural na matriz energética nos próximos anos. Essa ampliação irá produzir um aumento da capacidade de abastecimento de energia elétrica. Sua utilização nas usinas termelétricas trouxe vantagens financeiras e ambientais. Ou seja, o gás natural é uma fonte de energia segura, versátil e econômica, sua queima produz baixa emissão de poluentes, graças a uma combustão mais limpa e eficiente. A utilização de gás natural na indústria vem proporcionando benefícios significativos para o meio ambiente, além de diminuir o custo operacional com manutenção de máquinas, transporte e armazenamento de combustível, o gás natural proporciona a otimização do uso de matérias-primas e consequentemente melhora nos processos de produção. Existem modelos matemáticos capaz de possibilitar uma previsão do consumo e importação de gás natural do Brasil, vamos conhecer dois modelos matemáticos, o modelo logístico (supõe que o crescimento de uma população deverá haver um limite máximo, ou seja, a população deverá se estabilizar) e o modelo exponencial (consiste num modelo simples em que este descreve o crescimento populacional), assim poderemos analisar a possibilidade da evolução da produção e importação do gás natural no Brasil nos próximos anos. Desta forma vamos apresentar resultados obtidos através do modelo matemático Malthus que é o modelo exponencial, que prever a produção e importação do gás natural no Brasil, usaremos equações diferenciais resolvidas através do método de separar variáveis.*

Palavras-chave: *calculo diferencial, equação diferencial, gás natural.*

O gás natural consiste em um combustível fóssil, encontrado na natureza. Este geralmente se localiza em reservatórios profundos no subsolo (pode estar associado ou não ao petróleo). Ele é resultado da degradação da matéria orgânica. É possível fazer sua retirada, somente através de perfurações. Mundialmente o uso do gás natural está obtendo um significativo crescimento no setor industrial. O que proporcionou aumento do uso no setor de transporte e na geração de energia elétrica.

Além das vantagens financeiras, há a vantagem no quesito ambiente. Por estar no estado gasoso, não é necessário ser atomizado para queimar, o que resulta numa combustão limpa. Já que este possui redução na emissão de poluentes, com um melhor rendimento térmico. Trazendo redução financeira com a manutenção e uma qualidade maior de vida para a população.

O Brasil está entre os 50 principais países produtores de gás natural, segundo dados do indexmundi*, referente a produção dos países entre 2011 e 2013, representando 0,5% da produção mundial. Relacionamos os dados dos últimos anos e pudemos verificar que o país importa cerca de 40% de gás, em relação ao que produz. O consumo médio de gás natural cresceu 11,6% em 2014, em comparação ao ano anterior, segundo dados da 94ª edição do Boletim Mensal da Indústria do Gás Natural, produzido pela Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis do Ministério de Minas e Energia (MME).

Nosso objetivo é mostrar a evolução do Brasil na produção e importação do gás até o ano de 2020, Para isso será necessário a realização cálculos. Analisamos dois modelos matemáticos: O modelo malthusiano e o modelo verhulstiano, onde o primeiro nos diz que a taxa segundo a qual a população de um país cresce em um determinado instante é proporcional à população total do país naquele instante enquanto o de Verhulst apresenta a equação de crescimento logístico onde a população cresce até um limite máximo sustentável, ou seja, ela tende a se estabilizar.

Esses resultados mostrarão que o estudo da dinâmica populacional pode ser utilizado no estudo da produção e importação do gás natural no Brasil.

Utilizamos dados abaixo, do boletim da ANP* para que pudéssemos fazer a provisão nos próximos anos:

Tabela 1: Produção e importação do gás natural no Brasil

Ano	Produção	Importação
1999	11.898	400
2000	13.283	2.211
2001	13.998	4.608
2002	15.568	5.269
2003	15.792	5.947

2004	16.971	8.086
2005	17.699	8.998
2006	17.706	9.789
2007	18.152	10.334
2008	21.593	11.348
2009	21.142	8.543
2010	22.938	12.647
2011	24.072	10.481
2012	25.832	13.079

Fonte: ANP, 2015.

Dos modelos propostos, utilizamos o modelo de Malthus, devido a restrição do modelo de Verhulst, que estabiliza a população, o que nos faz pensar em uma das questões econômicas: a escassez, que nos diz que temos recursos limitados, para necessidades infinitas, então, podemos pressupor que a produção de gás natural será feita apenas enquanto o recurso nos estiver disponível, e que este, sendo limitado, um dia deixará de ser produzido e necessitaremos de outras opções que o substitua. Enquanto isso, o contra do modelo de Malthus é sua utilização no crescimento de pequenas populações em um curto intervalo de tempo, no caso analisado neste trabalho, essa teoria é a melhor entre as propostas, porém, não é ideal. Ela pode ser mais bem empregada em casos como, por exemplo, em crescimento de bactérias, pois não levam em conta muitos fatores que podem influenciar a população tanto em seu crescimento quanto em seu declínio. As resoluções vão ser apresentadas através de equações diferenciais resolvidas através do método de separar variáveis.

Aplicando então o modelo malthusiano, que propõe que se $P(t)$ é a população total no instante t , então:

$$\frac{dP}{dt} = k \cdot P \quad (1)$$

Onde k é uma constante de proporcionalidade (nesse caso $k > 0$).

$$\int \frac{dP}{dt} = \int k \cdot P$$

$$\int dP/P = \int k \cdot dt$$

$$\ln P = k.t + c$$

$$e^{\ln P} = e^{kt+c}$$

$$P = e^{kt} + e^c$$

$$P0 = e^{k0}.e^c$$

$$P0 = e^c(2)$$

Sabendo-se que certa população cresce segundo o modelo malthusiano e $P(0) = P0$, então:

$$P = P0.e^{kt} \quad (3)$$

Verificamos então com os dados, que a taxa de crescimento da produção, é, em média 5,8%, enquanto a de importação é de aproximadamente 19,8%.

Aplicando o modelo de Malthus, obtivemos a provisão até 2020 de produção e importação do gás natural no Brasil, conforme a tabela completa abaixo:

Tabela 2: Previsão de produção e importação do gás natural no Brasil (Modelo Malthus)

Ano	Produção	Importação
2013	27.429	15.975
2014	29.126	19.512
2015	30.926	23.831
2016	32.839	29.108
2017	34.870	35.552
2018	37.026	43.424
2019	39.315	53.038
2020	41.746	64.781

Como podemos observar o crescimento segundo a aplicação da teoria malthusiana obtivemos o crescimento previsto, a teoria ser melhor e eficiente aplicável para pequenos intervalos de tempo. A partir dos resultados foi possível fazer uma previsão

para os próximos anos da produção e importação do gás natural no Brasil, assim podemos antecipar e programar a necessidade de demanda futura.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer em especial a nossa família, amigos e amados, que nos ajudaram e entenderam nesta difícil caminhada com muitos desafios, a faculdade UNIBRASIL por nos proporcionar esta incrível experiência e aos professores pela sabedoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuário estatístico 213. Disponível em:<http://www.anp.gov.br/?pg=66833#Se__o_2> Acesso em: 10 nov. 2015.

Consumo de gás natural no País cresceu 11,4% em 2014. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/04/consumo-de-gas-natural-cresceu-11-6-em-2014-no-pais>> Acesso em: 10 nov. 2105.

Gás natural produção mundo. Disponível em:<<http://www.indexmundi.com/map/?v=136&l=pt>> Acesso em 10 nov. 2105.

Gás Natural – Produção. Disponível em:<<http://dados.gov.br/dataset/gas-natural-producao>> Acesso em: 10 nov. 2015.

Oliveira, Renata. Z. G. Tavoni, Robson. Os modelos de crescimento populacional de Malthus e Verhulst - uma motivação ao para o ensino de logaritmos e exponenciais. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/revistacqd/v2n2/v2n2_art9.pdf> Acesso em 10 nov. 2015.

Portal Brasil com informações da ANP. Disponível em<<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/03/producao-total-de-petroleo-e-gas-natural-no-brasil-no-mes-alcancou-aproximadamente-3-077-milhoes-de-barris-de-oleo-equivalente-boe-por-dia-sendo-2-469-milhoes-de-barris-diarios-de-petroleo-e-96-6-milhoes-de-metros-cubicos-de-gas-natural>> Acesso em: 10 nov. 2105.

PRODUCTION AND NATURAL GAZ IMPORT IN BRAZIL AND APPLICATION DIFFERENTIAL EQUATIONS .

FERNANDES, Widna Shirley da Silveira (Production Engineering–UNIBRASIL)
MIYAMOTO, Lidianeyumi (Production Engineering– UNIBRASIL)
SZPAK, Leticia Lima do Nascimento Barcelar (Production Engineering – UNIBRASIL)

Abstract: *Worldwide use of natural gas is on the rise in the industrial sector. According to projections from the International Energy Agency (IEA) its share is expected to grow 21% in 2015 to 25% in 2035, so there is a great possibility of expansion of natural gas in the energy mix in the coming years. This expansion will produce an increase in electricity supply capacity. Their use in thermoelectric plants brought financial and environmental advantages. Natural gas is a safe source of energy, versatile and economic, its burning produces low emissions, thanks to a cleaner and more efficient combustion. The use of natural gas in the industry has provided significant benefits for the environment, and reduce operating costs with maintenance of machinery, transport and storage of fuel, natural gas provides the optimal use of raw materials and consequently improvement in processes Of production. There are mathematical models capable of providing a forecast of consumption and natural gas imports from Brazil, we know two mathematical models, the logistic model (assumes that the growth of a population should be an upper limit, the population will be stabilized) and the exponential model (consists of a simple model that describes this population growth) so we can examine the possibility of developments in production and import of natural gas in Brazil in the coming years. Thus we present results obtained by the mathematical model that Malthus is the exponential model, which provide for the production and import of natural gas in Brazil, we use differential equations solved by the method of separating variables.*

Keywords: *differential calculus, differential equation, natural gas.*