

ESTUDO DE PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL VIA SÉRIES TEMPORAIS

Bruno Giardino Ferreira; Celia Mendes Carvalho Lopes
Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie
brunogiardinoferreira@gmail.com; celiagiz@mackenzie.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é realizar uma análise da produção de etanol combustível no Brasil, considerando tanto o etanol anidro, que é o etanol misturado na gasolina, quanto o etanol hidratado, que é o etanol utilizado em veículos 100% a álcool. Para tal, é feita uma análise retrospectiva do etanol no Brasil, avaliando as altas e baixas do combustível no país, o Programa Nacional do Álcool e o papel do Governo, seguido de uma análise retrospectiva do mercado automobilístico brasileiro, desde o primeiro automóvel até a criação dos motores bicombustíveis. Uma análise qualitativa destas retrospectivas é complementada por uma análise quantitativa das séries temporais da produção de etanol anidro e hidratado. Após a modelagem destas séries seremos capazes de calcular uma estimativa da produção de etanol necessária para os próximos anos. Para a modelagem via séries temporais foi considerado o modelo ARIMA, sendo feito também um estudo no ajuste do modelo.
Palavras-chave: Etanol. Prospecção. Projeção. Séries temporais. ARIMA.

1. INTRODUÇÃO

O tema etanol está sendo muito discutido ultimamente, divergindo as opiniões dos mais diversos especialistas. O etanol passou a ter importância na matriz energética brasileira a partir do Programa Nacional do Álcool. Para alguns, o programa PROÁLCOOL se encerrou na década de 1990, para outros ele ainda está em vigor, de uma forma diferente. Independente disso, o fato é que o Programa Nacional do Álcool contribuiu substancialmente para o álcool ser o que é hoje. (SANTOS, 1993).

O PROÁLCOOL é o grande responsável por o Brasil conseguir atender à crescente demanda de álcool combustível devido ao crescente mercado de veículos *flexfuel*. O programa fez crescer a estrutura de produção e distribuição de etanol no Brasil.

O Programa Nacional do Álcool foi criado em 1975, pelo Governo Federal. Era um programa estratégico para o Brasil, tendo como objetivo principal substituir o petróleo, que era responsável por grande parte das importações brasileiras, por uma fonte que pudesse ser produzida internamente. A primeira etapa consistiu em aumentar o percentual de álcool anidro misturado à gasolina, e a segunda etapa já inseriu o álcool hidratado como fonte alternativa à gasolina, e apareceram os primeiros veículos 100% a álcool (SANTOS, 1993).

Este trabalho não tem como objetivo avaliar o programa, e sim analisar o passado para poder prospectar o futuro do etanol combustível no Brasil.

A partir de 2003, os veículos bicombustíveis passaram a ter grande importância no mercado de automóveis, e as vendas cresceram ano a ano, até que em 2004 superaram as vendas dos veículos a gasolina (ANFAVEA, 2008).

O emergente mercado de veículos *flexfuel* impulsionou o mercado de etanol, que voltou à tona após o declínio do PROÁLCOOL, com o álcool anidro e, principalmente, com o álcool hidratado (GUEDES, 2002).

Outras questões em discussão são os impactos que a produção de etanol ocasiona, tanto ambientais como sociais. O próprio processo produtivo de etanol envolve poluição, como as queimadas que são utilizadas na colheita da cana, por exemplo, ou como a redução de áreas de plantação de outras culturas, que passaram a ser reduzidas para o país suprir a crescente demanda nacional e internacional do combustível (SZMRECSÁNYI, 1994).

O etanol é uma boa opção para a substituição do petróleo, resta saber se o país terá condições de suprir a demanda de combustível, que cresce exponencialmente a cada ano.

Neste trabalho, serão analisados os dados de produção de álcool no Brasil entre 1979 a 2007. Estes dados foram obtidos no site do IPEADATA (2008). Será feito um ajuste via modelo ARIMA para a série de dados de produção de álcool hidratado.

2. PRODUÇÃO DE ETANOL

O gráfico 1 mostra a variação ao longo dos anos das produções de etanol anidro, hidratado e de gasolina no Brasil.

Em 1979 a produção de etanol era cerca de três vezes menor que a de gasolina, e era basicamente composta pela produção de etanol anidro. O ano de 1979 corresponde ao último ano da primeira fase do PROÁLCOOL e é por isso que ocorre uma inversão de crescimento entre as curvas da produção de etanol hidratado e anidro. O incentivo à produção de álcool como alternativa à gasolina impulsionou a produção do álcool hidratado que logo superou o anidro. Nesta fase, o percentual de álcool misturado à gasolina era de 20% (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2007).

O crescimento da série de etanol hidratado fez com que fosse necessário produzir menos gasolina, que estava com preços muito elevados desde 1973, quando ocorreu a primeira crise internacional do petróleo. Com a redução da participação da gasolina na matriz energética brasileira, ocorreu também redução da produção de etanol anidro, que basicamente é produzido para a mistura carburante. A curva de produção de etanol anidro acompanha a de gasolina, como pode ser observado no gráfico 1, ao longo de todos os anos.

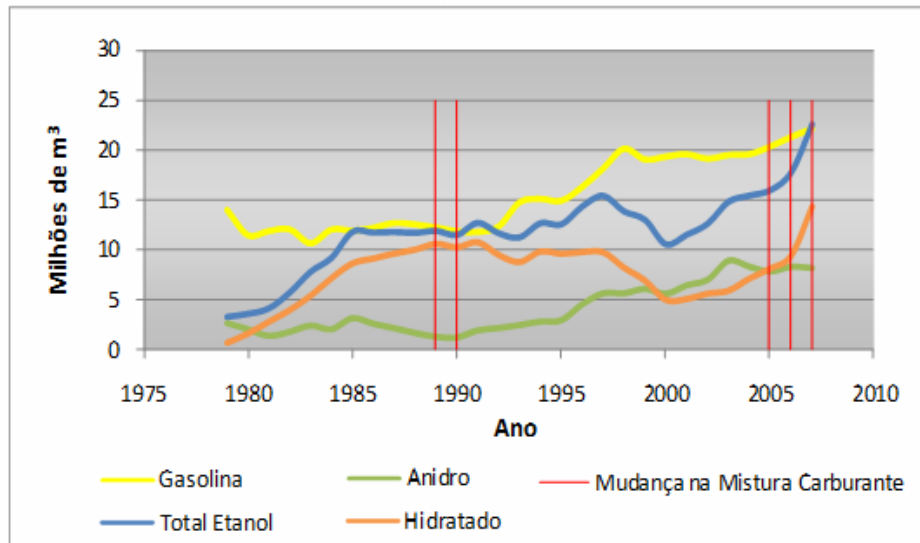


Gráfico 1 – Histórico da produção de etanol e gasolina no Brasil
 Fonte: Adaptado de IPEADATA, 2008

No período de 1979 a 1985 ocorre um grande crescimento na produção de etanol hidratado, fazendo com que a produção anual de etanol praticamente se igualasse à de gasolina. Há duas razões principais para este fato. No ano de 1980, logo no início da segunda fase do PROÁLCOOL, o mundo está passando pela segunda crise internacional do petróleo, na qual o preço do barril chegou a ser de US\$ 40,00, dez vezes maior que em 1973, quando beirava a faixa dos US\$ 4,00. O outro fator é que os primeiros veículos movidos totalmente a etanol estavam chegando ao mercado, aumentando a demanda para este tipo de combustível.

A partir de 1986 a situação do mercado internacional de petróleo começou a melhorar com a queda do preço do barril, que passou a flutuar entre US\$ 12,00 e US\$ 20,00, o que causou uma redução na taxa de crescimento da produção de etanol hidratado. O etanol anidro, por sua vez, começou a passar por uma fase de leve decréscimo. Esses fatos combinados causaram uma estagnação na produção de etanol no Brasil, que permaneceu constante até 1991, quando a produção de etanol hidratado começou a sofrer com a mudança da mistura carburante de 20% para 13%. Apesar do término da crise do petróleo, não ocorreu crescimento na produção de gasolina, devido ao grande número de automóveis em circulação e ainda em produção, que utilizam o etanol hidratado como combustível.

No período de 1980 até 1995 a curva de produção de etanol hidratado teve praticamente o mesmo comportamento da curva total de produção de etanol.

Em 1993, a produção de etanol hidratado começou a sofrer com o término do PROÁLCOOL. O fim do incentivo e subsídios do governo, a redução do preço do petróleo e a criação dos motores mais econômicos de mil cilindradas elevaram a demanda de gasolina no mercado interno brasileiro e reduziram a de etanol hidratado. A produção de etanol anidro voltou a crescer, acompanhando a gasolina.

Após uma redução nos anos de 1993 e 1994, a produção de etanol hidratado passou por um período de estagnação até 1997, abastecendo os veículos fabricados na era PROÁLCOOL. A partir de 1997, a curva de produção do etanol hidratado passou a ser descendente, com a demanda cada vez menor para este tipo de combustível. O etanol anidro por sua vez continuava a crescer, junto com a produção de gasolina. Em 1999, o anidro superou o hidratado, após 20 anos em desvantagem. Essa forte queda na produção de etanol hidratado reduziu substancialmente a produção total de etanol no Brasil.

A produção de etanol hidratado somente retomou crescimento significativo em 2003, quando foram lançados os primeiros automóveis bicombustíveis no mercado. A diferença de preço entre gasolina e etanol fez com que os consumidores procurassem por este tipo de motor, com o objetivo de reduzir gastos com combustível.

Os automóveis *flexfuel* passaram a dominar o mercado e, em 2005, a produção de etanol hidratado superou novamente a de anidro. A curva de crescimento do etanol hidratado é extremamente acentuada, tanto que em 2007 a produção total de etanol, que em 2000 era metade da gasolina, já passou a ser maior.

3. ANÁLISE QUANTITATIVA

Segundo Ehlers (2007, p. 1):

Uma série temporal é uma coleção de observações feitas sequencialmente ao longo do tempo. A característica mais importante deste tipo de dado é que as observações vizinhas são dependentes e estamos interessados em analisar e modelar esta dependência. Enquanto em modelos de regressão, por exemplo, a ordem das observações é irrelevante, para a análise, em séries temporais a ordem dos dados é crucial.

Morettin e Toloi (2006) sugerem que uma maneira tradicional de se analisar uma série temporal é por meio da sua decomposição nas componentes de tendência, sazonalidade, ciclo e componente aleatória, definidas a seguir:

- Tendência (T_t onde $t = 0, 1, 2, \dots, n$): é o comportamento regular e contínuo a longo prazo que a série apresenta, podendo ser crescente, decrescente ou constante.
- Sazonalidade (S_t onde $t = 0, 1, 2, \dots, n$): corresponde às oscilações crescentes ou decrescentes que sempre ocorrem no período determinado.
- Ciclo (C_t onde $t = 0, 1, 2, \dots, n$): corresponde às oscilações periódicas que se repetem ao longo do tempo.
- Componente Aleatória (a_t , onde $t = 0, 1, 2, \dots, n$): corresponde às ocorrências aleatórias existentes nas séries que não podem ser previstas.

Assim, uma série temporal Z_t pode ser representada matematicamente pela equação $Z_t = T_t + S_t + C_t + a_t$.

3.1 Modelos de Séries Temporais

Para modelar a série da produção de etanol hidratado no Brasil, vamos apresentar três modelos, sendo eles: auto-regressivo (AR), médias móveis (MA) e auto-regressivo integrado de médias móveis (ARIMA), que são apresentados a seguir.

Segundo Werner (2003) o modelo auto-regressivo (AR) descreve o histórico de valores Z_t a partir dos seus valores passados regredidos e do erro ε_t , conforme a equação $Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \Phi_2 Z_{t-2} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$. Neste caso, $Z_t = Z_{t-1} - \mu$ e a variável Φ_i é o parâmetro que relaciona Z_t com Z_{t-i} em que μ é a média aritmética da série no intervalo em análise. Modelos auto-regressivos são utilizados em séries em que uma observação exerce grande influência na(s) observação(ões) posterior(es) e deve ser aplicado preferencialmente em séries de caráter estacionário (MCQUARRIE e TSAI, 1998).

Segundo Werner (2003) no modelo de médias móveis (*moving average*, MA) a série Z_t resulta do erro do período atual ε_t agregado com o erro do período anterior ε_{t-1} e o modelo de médias móveis resulta na equação $Z_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$. Note que $Z_t = Z_{t-1} - \mu$ e variável θ_i é o parâmetro que relaciona Z_t com ε_{t-i} e que μ é a média aritmética da série no intervalo em análise. Na análise de séries temporais, o cálculo de médias móveis tenta reduzir as flutuações aleatórias da série, diminuindo a sensibilidade da série em relação às oscilações do objeto estudado. As aplicações mais comuns de médias móveis são em modelos financeiros, ajudando a identificar tendências no comportamento de ações, por exemplo (MCQUARRIE e TSAI, 1998).

O modelo ARIMA é composto pelos modelos auto-regressivo (AR), integrado (I) e médias móveis (MA). O fator I nada mais é que o processo de diferenciação, na tentativa de tornar a série estacionária. A modelagem ARIMA é indicada a séries que apresentam tanto fatores auto-regressivos, como de médias-móveis e não são estacionárias (MCQUARRIE e TSAI, 1998). O modelo é formado pelos parâmetros (p,d,q), sendo p a ordem no modelo auto-regressivo, d a ordem de integração (diferenciação) e q a ordem do modelo de médias móveis (WERNER, 2003). Desta forma a expressão geral do modelo ARIMA (p,d,q) pode ser descrita conforme a equação $w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$ em que $w_t = \Delta Z_t$.

3.2 Critérios de Ajuste

Serão ajustados vários modelos na tentativa de encontrar o que melhor se ajusta às séries e o modelo de melhor ajuste será escolhido após a verificação de dois critérios: Erro Quadrático Médio (EQM) e Critério de Akaike (AIC, *Akaike Information Criterion*).

O EQM é uma ferramenta utilizada para calcular a diferença entre uma série de valores estimados e uma série de valores reais (BURNHAM e ANDERSON, 1998). Consiste em somar os quadrados das diferenças entre o observado e o real, e tirar a raiz quadrada da soma. Quanto menor for o EQM, mais próximo do real são os valores estimados.

Segundo Burnham e Anderson (1998), o AIC é uma medida de ajuste de um modelo de estimativa estatística. Fundamenta-se no conceito de entropia oferecendo uma medida relativa da informação perdida quando um determinado modelo é usado para descrever a realidade e pode ser dito para descrever o equilíbrio entre polarização e variância na construção do modelo, ou então da precisão e complexidade do modelo. O cálculo geral do AIC pode ser descrito conforme a equação $AIC = 2k - 2\ln(L)$ em que k é a quantidade de parâmetros estimados no modelo e L , o valor maximizado da função de verossimilhança para o modelo estimado

3.3 Análise da série de etanol hidratado

A análise quantitativa dos dados terá foco na produção de etanol hidratado. Será ajustado um modelo ARIMA com o auxílio do software estatístico MINITAB 14.

O gráfico 2 apresenta a série de produção do etanol hidratado que possui algumas características de tendências, indicando que a série é não estacionária. O gráfico 3 apresenta a série da 1ª diferença, ou seja, a série dos dados após o cálculo da 1ª diferença, buscando a estacionariedade.

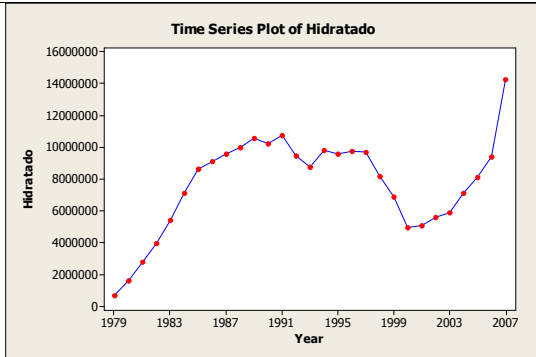


Gráfico 2 – Série de produção de etanol hidratado

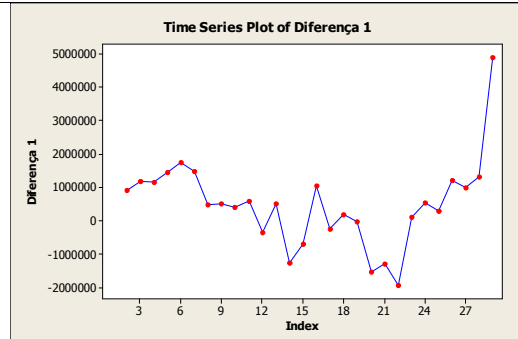


Gráfico 3 – Diferenciação de primeira ordem da série de produção de etanol hidratado

Definido que o modelo será ajustado pelas diferenças de primeira ordem, a próxima etapa é estudar as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial das diferenças para definir a ordem dos modelos auto-regressivo e de médias móveis. Os gráficos de autocorrelação e autocorrelação parcial da série diferenciada estão apresentados, respectivamente, nos gráficos 4 e 5.

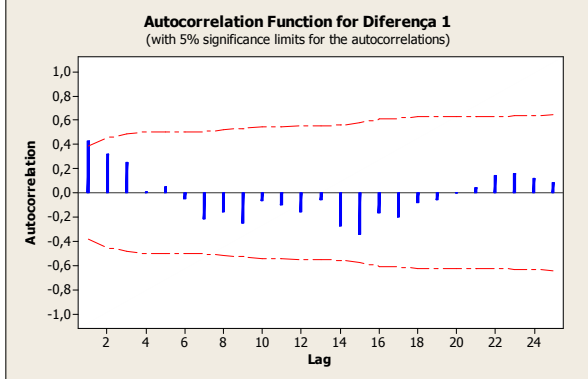


Gráfico 4 – Função de autocorrelação da diferenciação de primeira ordem da série de produção de etanol hidratado

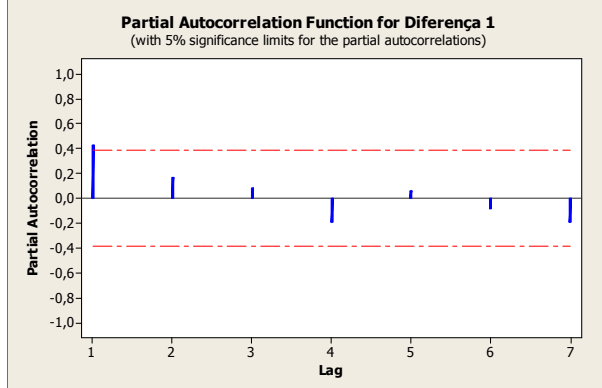


Gráfico 5 – Função de autocorrelação da diferenciação de primeira ordem da série de produção de etanol hidratado

A função de autocorrelação indica que o modelo auto-regressivo que melhor se ajusta à série diferenciada é o de primeira ordem, já que apenas o primeiro valor (LAG 1) está acima da linha de significância, ou seja, apenas o valor anterior exerce alta influência no valor seguinte. A ausência de grandes picos pode indicar que não há presença de médias móveis no modelo.

A análise de autocorrelação parcial também mostra apenas o primeiro valor acima da linha de significância, confirmando que o modelo auto-regressivo que melhor se ajusta à série é o de primeira ordem. A ausência de picos reforça a possibilidade da baixa influência de médias móveis no modelo.

A análise das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial indicou um modelo auto-regressivo de primeira ordem e a ausência de médias móveis. A análise das médias móveis, porém, não foi muito conclusiva. Deve-se então testar o modelo e comparar os erros obtidos para verificar se realmente não há a presença de médias móveis.

Os resultados acima sugerem que, considerando-se a série da 1ª diferença, o modelo a ser analisado é o modelo ARIMA (1,1,0), ou seja, AR (1), I (1) e MA (0), em que AR(1) indica a correlação entre dados sucessivos, I(1) indica que a série sendo trabalhada é a da 1ª diferença e MA(0) indica que o modelo não incorporou a parte de médias móveis.

Com o intuito de validar o modelo escolhido após as análises e certificar que este é o melhor modelo, o mesmo será submetido a alguns testes para verificar a aderência em relação à série original. Os testes aplicados foram: critério de informação de Akaike (AIC, Akaike Information Criterion), Erro Quadrático Médio (EQM) e o comportamento dos resíduos. Vamos apresentar os resultados dos modelos, buscando o que minimiza o EQM e a avaliação dos resíduos. Foram testados modelos de primeira e segunda ordens de diferenciação e auto-regressivos de primeira e segunda ordens, combinando-os com médias móveis de até terceira ordem.

Os modelos ARIMA testados foram os seguintes: 101, 102, 103, 110, 111, 120, 121, 201, 202, 210, 220, 221e 212, sendo que o primeiro algarismo representa o grau do modelo auto-regressivo, o segundo representa o grau de diferenciação e o terceiro as médias móveis. Os valores dos erros (EQM) estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparação dos modelos ARIMA em relação ao EQM e AIC.

ARIMA	EQM	AIC	Rank EQM	Rank AIC
101	1.123.037	903,6	13	12
102	1.113.426	904,03	12	13
103	927.667	898,53	1	9
110	1.063.114	861,78	7	6
111	1.048.948	863,26	6	8
120	1.069.417	830,36	11	1
121	1.067.553	832,28	9	4
201	1.039.174	899,28	4	10
202	1.006.358	901,25	2	11
210	1.048.469	863,24	5	7
212	1.039.018	831,41	3	2
220	1.063.586	832,11	8	3
221	1.068.691	832,72	10	5

O modelo que possui o menor erro quadrático médio é o (1,0,3), ou seja, AR(1), I(0) e MA(3). Esta análise sugere que o modelo anteriormente sugerido pelas autocorrelações feitas para a série da 1ª diferença, ARIMA (1,1,0) não é o melhor. Isso pode ter ocorrido em consequência do fato de a série da 1ª diferença não ser realmente estacionária, sugerindo que a modelagem da série original, sem a diferenciação, também pudesse oferecer boa aproximação.

O gráfico de resíduos também indicou que o modelo ARIMA (1,0,3) possui um bom ajuste à série, como pode ser visto no gráfico 6. Pode-se verificar que há uma boa aproximação em relação a uma distribuição normal e que há aleatoriedade na distribuição dos resíduos, sem a formação de padrões.

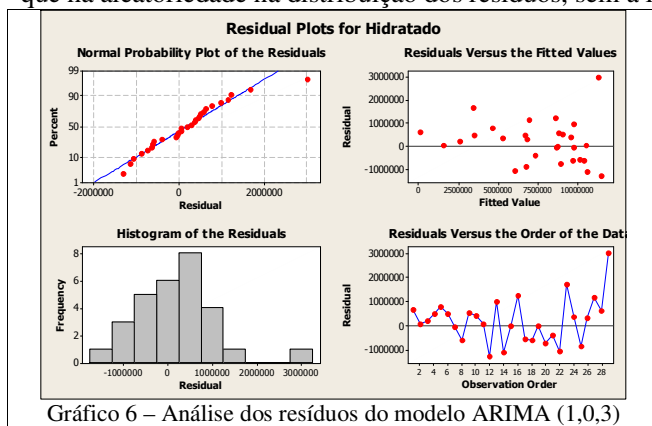


Gráfico 6 – Análise dos resíduos do modelo ARIMA (1,0,3)

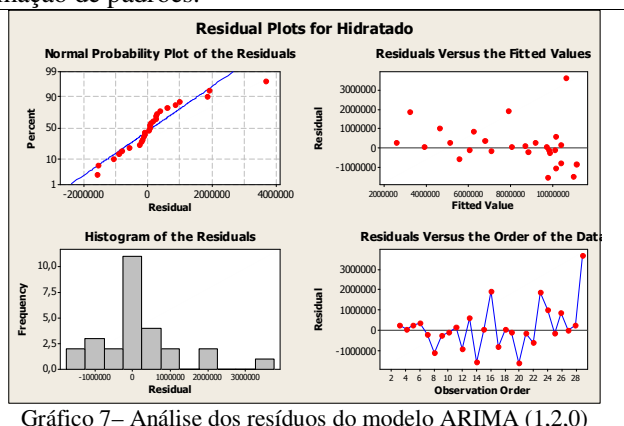


Gráfico 7 – Análise dos resíduos do modelo ARIMA (1,2,0)

Mas, o modelo que apresenta menor AIC é o ARIMA (1,2,0), sugerindo que a diferenciação de segunda ordem ofereça melhores condições de ajuste à série. O gráfico de resíduos do modelo ARIMA (1,2,0) pode ser visto no gráfico 7.

Da mesma forma que no modelo ARIMA (1,0,3), pode-se verificar que há uma boa aproximação em relação a uma distribuição normal, apesar dos pontos estarem um pouco mais distantes da reta em relação ao modelo (1,0,3) e que há aleatoriedade na distribuição dos resíduos, sem a formação de padrões.

Um fato interessante é que o modelo ARIMA (1,0,3), que obteve menor EQM, teve um dos piores resultados para o teste AIC (Rank 9), enquanto o modelo ARIMA (1,2,0) obteve o melhor resultado para o critério de informação de Akaike e o terceiro pior resultado para o erro quadrático médio. Já o modelo sugerido pela análise de auto-correlação e auto-correlação parcial, ARIMA (1,1,0) obteve resultados ruins para ambos os testes (Rank 6 para o EQM e Rank 8 para o AIC).

Para ajudar na escolha do modelo, pode-se plotar os dados ajustados pelos modelos selecionados, ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,2,0) e ARIMA (1,0,3) com a série real de produção de etanol hidratado para verificar como está a aderência entre as curvas ao longo dos anos.

O gráfico 8 compara as séries ajustadas à série real de produção de etanol hidratado no Brasil. A curva do modelo ajustado ARIMA (1,0,3) parece oferecer um ajuste ligeiramente melhor. Apresenta, em poucos momentos, pontos com grandes diferenças em relação à série original, como em 1989 e 2001. De uma maneira geral a aproximação entre as curvas se revelou satisfatória.

As análises de autocorrelação e autocorrelação parcial sugeriram o modelo ARIMA (1,1,0) como o mais adequado. Já o teste do erro quadrático médio sugere que o modelo com melhor ajuste é o ARIMA (1,0,3) e o critério de informação de Akaike sugere o modelo ARIMA (1,2,0). Plotar os dados ajustados versus dados reais

também não ajudou a eliminar ou eleger um modelo como mais adequado. A verdade é que os testes apontaram três modelos como bons modelos, mas não conseguiram distinguir qual deles é o mais adequado.

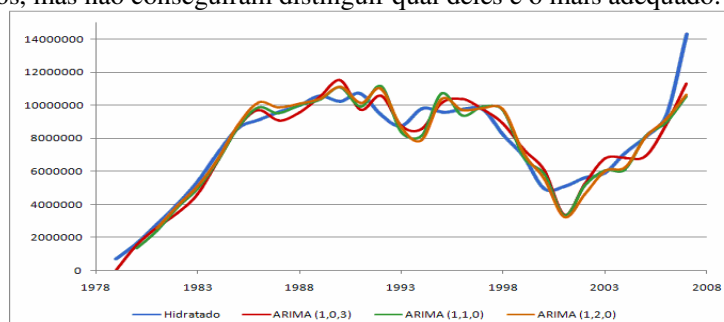


Gráfico 8 – Série de produção de etanol hidratado e modelos ajustados ARIMA (1,0,3), ARIMA(1,1,0) e ARIMA (1,2,0)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo sobre a produção de etanol no território nacional, considerando as diversas variáveis que influenciam o comportamento da produção de etanol no Brasil. O incentivo ao crescimento da produção de álcool como combustível gerou milhares de empregos, aqueceu a economia, reduziu a dependência brasileira em relação ao mercado petrolífero internacional e reduziu a emissão de gases do efeito estufa. Ainda aumentou as exportações, ajudando o país a captar divisas internacionais e equilibrar a balança comercial.

O futuro do etanol brasileiro parece promissor e vem ao encontro das novas tendências de sustentabilidade e conscientização ambiental. Seguindo essa vertente, seria um caminho natural que o governo estendesse a participação do álcool na matriz energética brasileira e não só posicionasse o etanol para o transporte individual, mas sim ampliasse a participação também para os transportes públicos.

O governo assim como as grandes empresas, necessita do auxílio de ferramentas de análise e previsão para dar suporte às suas atividades de planejamento, devido a grande complexidade e quantidade das variáveis envolvidas. Um estudo como este ajuda a reduzir as incertezas nesse cenário de tomada de decisão, levando ao tomador de decisão informações relevantes. Antes de estender o uso do etanol ao transporte público, por exemplo, seria necessário aprofundar este estudo aqui apresentado e verificar o provável crescimento na demanda anual do combustível, fazendo uma análise completa de capacidade, para assegurar que o país tem condições de atender também a esta nova demanda, sem esquecer da crescente demanda que os veículos de transporte individual agregam ano após ano.

Vale ressaltar que modelamos somente através do modelo ARIMA e que existem muitos outros modelos, mais complexos, em séries temporais que também poderiam ser ajustados. Os resultados deveriam então ser comparados entre os diversos modelos, para garantir a escolha de um modelo cujo ajuste fosse o mais indicado. Qualquer ajuste visando previsão ser feito sempre com cautela.

REFERÊNCIAS

1. ANFAVEA. Anuário Estatístico 2008. São Paulo: 2008.
2. BURNHAM, Kenneth P.; ANDERSON, David R. *Model Selection and Inference - A practical information-theoretic approach*. Ed. Springer 1998, 488p.
3. EHLERS, Ricardo S. *Análise de séries temporais*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. 116p.
4. GUEDES, Sebastião Neto Ribeiro et al. (2002) – Passado, Presente e Futuro da Agroindústria Canavieira do Brasil: uma Reflexão a partir da perspectiva do Desenvolvimento Sustentável. In Moraes et Shikida (org.). *Agroindústria Canavieira no Brasil. Evolução, Desenvolvimento e Desafios*. p 308-326 Ed. Atlas, São Paulo.
5. IPEADATA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Séries Históricas*. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?77645578>>. Acesso em 6 out 2008.
6. MCQUARRIE, Allan; TSAI, Chih-Ling. *Regression and Time Series Model Selection*. Ed. World Scientific 1998, 455p.
7. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2007). *Mistura Carburante (Álcool Anidro – Gasolina)*. Disponível em:
8. <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/SERVICOS/USINAS_DESTILARIAS/MISTURA_CARBURANTE/MISTURA_COMBUST%CDVEL_25%25.PDF> Acesso em 3 set 2008.
9. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR.
10. MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, Clélia. M. C. *Análise de séries temporais*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 535p.
11. SANTOS, Maria Helena de C. (1993) - Política e Políticas de uma energia alternativa: o caso do Proálcool, ed. Notrya, Rio de Janeiro.
12. SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. *Revista Informações Econômicas*, São Paulo, v.24, n.10, out., 1994
13. WERNER, Liane e RIBEIRO, José Luis Duarte. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. *Gest. Prod.*, abr. 2003, vol.10, no.1, p.47-67.