

**CENÁRIOS DA OFERTA E DEMANDA DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL
NACIONAL: análise prospectiva por meio da aplicação da metodologia de Box-
Jenkins**

Cleidinaldo Jesus Barbosa¹

RESUMO

O presente estudo pretende prever cenários futuros para a oferta e demanda do álcool etílico anidro combustível (AEAC) e do álcool etílico hidratado combustível (AEHC) nacionais, considerando-se um horizonte temporal até o ano de 2012, ano pelo qual os países desenvolvidos ratificaram, por meio do Protocolo de Kyoto, o compromisso de reduzirem as emissões dos gases que provocam o acirramento do efeito estufa. A metodologia de *Box-Jenkins* constituiu a estrutura empírica utilizada. Suas ferramentas (correlogramas da série, dos resíduos e, a comparação do modelo identificado, com outros modelos), permitiram observar, com base no comportamento das séries temporais no período de 1980 a 2005, que o Brasil registrará no ano de 2012, um excesso de oferta de 1.975 (10^3 m^3) e de 367 (10^3 m^3), respectivamente, AEHC e AEAC.

Palavras-Chave: Cenários; Álcool etílico anidro combustível; álcool etílico hidratado combustível; *Box-Jenkins*.

ABSTRACT

The present study intends to foresee future sceneries for the offer and demand of the ethyl alcohol hydrous fuel (EAHF) and of the ethyl alcohol anhydrous fuel (EAAF) national, being considered a temporary horizon until the year of 2012, year for which the developed countries ratified, through the Protocol of Kyoto, the commitment of they reduce the emissions of the gases that provoke the growth of the greenhouse effect. The methodology of *Box-Jenkins* constituted the used empiric structure. Their tools (correlograms of the series, of the residues and, the comparison of the identified model, with other models), they allowed to observe, with base in the behavior of the temporary series in the period from 1980 to 2005, that Brazil will register in the year of 2012, an excess of offer of 1.975 (10^3 m^3) and of 367 (10^3 m^3), respectively, EAHF and EAAF.

Key-words: Sceneries; ethyl alcohol hydrous fuel; ethyl alcohol anhydrous fuel; *Box-Jenkins*.

¹ Mestre em Agronegócios (UFG); Economista e Professor de Economia (UFG e ALFA). (cleidinaldobarbosa@gmail.com).

1. INTRODUÇÃO

Tanto as nações desenvolvidas quanto as em desenvolvimento vivem momentos de grande complexidade e instabilidades, conseqüência, em parte, da projetada finitude dos recursos naturais e, especialmente, o previsto fim da era dos combustíveis fósseis, além da crescente alteração climática, resultado, em parte, do acirramento do efeito estufa, sobretudo devido à queima de combustíveis fósseis², o qual pode conduzir a um colapso ambiental.

Apresentam-se como necessárias e urgentes profundas alterações na matriz energética mundial, que no mundo moderno desenvolveu-se com base nos combustíveis fósseis, em especial o petróleo. A década de 1970 promovera uma crise nesta conhecida “era dos combustíveis fósseis” diante da constatação da instabilidade do mercado mundial de petróleo, por meio do primeiro e segundo choques em, 1973 e 1979, respectivamente.

Os Estados Unidos lançaram-se na década de 1980 à produção de álcool combustível a partir do milho, com o intuito de atender a dois objetivos estratégicos nacionais: estabilização do preço do milho e redução da dependência dos combustíveis fósseis. Na década seguinte, outros países desenvolvidos passaram a cogitar a possibilidade da implementação de programas de biocombustíveis com finalidades comuns tais como a redução dos impactos ambientais, mitigação dos gases causadores do efeito estufa (principalmente o CO²) e a diversificação da matriz energética em meio a constantes instabilidades no mercado mundial do petróleo (FIGUEIRA, 2005).

Conforme indicado na Tabela 1.2, o dióxido de carbono (CO²) é considerado o grande vilão da intensificação do efeito estufa, suas emissões têm atingido níveis preocupantes. Em 1992, esse gás foi responsável por 55% do acirramento do efeito estufa e, em segundo lugar, com 20% de contribuição, vêm os clorofluorcarbonos.

² As alterações na concentração de CO² na atmosfera estão associadas com incrementos das atividades industriais, que promovem uma elevação na queima de petróleo e derivados, ou aos efeitos do El Niño, quando verifica-se uma liberação de carbono, por decomposição de árvores, superior à mitigação de CO² do ar, realizada pelo processo de fotossíntese. Porém não se pode atribuir, a esse fenômeno, a elevação da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, visto que esse não vem ocorrendo nos últimos anos (MAPA, 2006).

Tabela 1.2 – Gases responsáveis pelo efeito estufa.

Composto	Fórmula	Concentração em 1992	Taxa anual de crescimento	Contribuição ao efeito estufa
Dióxido de Carbono	CO ²	355 ppm	0,40%	55%
Metano	CH ⁴	1,72 ppm	1,00%	15%
Clorofluor-carbonos	CFC ₁₃ /CF ₂ C ₁₂	0,20 ppbv/0,32 ppbv	7,0%/7,0%	20%
Óxido de nitrogênio	NOX	311 ppbv	0,25%	10%

ppm = partes por milhão;

Fonte: RIBEIRO (1997).

Os níveis de CO² aumentaram mais de 2 ppm nos biênios 2001/2002 e 2002/2003, ao passo que, nos anos precedentes esse aumento havia sido de 1,5 ppm, nível que já se apresentava elevado (MAPA, 2006). O setor de transportes, criado e desenvolvido com base na utilização intensiva de combustíveis fósseis, é considerado o grande responsável pelas emissões de CO². Segundo BROWN (2003), a frota mundial de veículos movidos a combustível fóssil (gasolina) atinge aproximadamente 532 milhões de unidades, sendo responsáveis por mais de 6 bilhões de toneladas de dióxido de carbono absorvidas pela atmosfera terrestre.

O Protocolo de Kyoto, engendrado no ano de 1997 na cidade de Kyoto no Japão, por meio da deliberação de 154 países signatários das Nações Unidas, representa uma tentativa no sentido da estabilização dos gases causadores do efeito estufa. Estabeleceu-se neste documento que os países do Anexo I devem comprometer a reduzir seus níveis de emissões de gases causadores do efeito estufa em 5,2% abaixo dos níveis registrados nesses países no ano de 1990. Determinou-se que o período de 2008 a 2012 representará o primeiro período de cumprimento das determinações do protocolo (MCT, 2007). Segundo FIGUEIRA (2005), para atingir as metas estabelecidas pelo protocolo, no período acima citado, a União Européia deverá reduzir aproximadamente 8% seus níveis de emissões, os Estados Unidos, se ratificarem o Protocolo, deverão reduzir 7% seus lançamentos e o Japão aproximadamente 6%.

O Protocolo, em linhas gerais, está influenciando a alteração da matriz energética mundial para uma estrutura mais “limpa”, baseada em menor utilização de combustíveis fósseis. Seguindo orientações deste documento, diversos países

desenvolvidos tais como, o Japão³, a Austrália e a União Européia estão estudando a adoção de álcool à gasolina (FIGUEIRA, 2005).

O Brasil, em sintonia com os problemas ambientais globais e estando à frente do resto do mundo em termos tecnológicos, produtivos e de consumo de combustíveis, cuja fonte é renovável e mais limpa, o álcool combustível, tem acompanhado as alterações na matriz energética em curso no mundo com o intuito de aproveitar futuras oportunidades de negócios. O setor sucroalcooleiro brasileiro apresenta notável competitividade internacional, garantindo ao Brasil uma posição de destaque no mercado internacional de açúcar e álcool automotivo sendo o maior produtor e exportador de AEAC. Apreende-se a partir da Tabela 1.3 que o litro de álcool combustível, produzido por meio da cana-de-açúcar, custa 135% menos que o litro de álcool combustível produzido nos Estados Unidos, por meio do milho.

Tabela 1.3 – Custo de produção comparativo com outros países.

Países	Matéria-Prima	US\$/Litro (Datagro)	US\$/Litro (UNICA)
Brasil (*)	Cana	0,20	
Centro-Sul	Cana		0,15
Norte-Nordeste	Cana		0,18
EUA	Milho	0,47	0,33
UE	Beterraba e trigo	0,97	0,55
Tailândia	Cana	0,29	
Austrália	Cana	0,32	

(*) Cotação: US\$ = R\$ 2,90.

Fonte: VIEIRA (2007).

Delineia-se um quadro, a médio e longo prazos, de uma demanda interna crescente por AEHC, reflexo do aquecimento do mercado doméstico dos carros *flex-fuel*. Conforme apresentado pela Tabela 1.4, internacionalmente, o Brasil tem supremacia no comércio internacional de AEAC e, assume posição monopolista na produção de AEHC. Essa conjuntura gera inseguranças aos demandadores potenciais que analisam os riscos referentes ao estabelecimento de um mercado internacional de álcool combustível.

³ O Japão já utiliza 5% de álcool etílico anidro em sua gasolina consumida e estuda a possibilidade de elevação desse percentual (SOUZA, 2006).

Tabela 1.4 – Fluxos de comércio de etanol no mundo.

Origem	Destino
Brasil	Caribe
Brasil	Europa
Brasil	Estados Unidos
Brasil	Ásia (Índia, Coréia e Japão)
Caribe	Estados Unidos
África do Sul	Europa e Ásia
Tailândia	Japão

Fonte: VIEIRA (2007). Elaborado pelo autor.

Assim sendo, o governo brasileiro analisa possíveis meios de desmelindrar a demanda internacional e realiza esforços com o objetivo de aproveitar as oportunidades colocadas. Contudo, ainda não se delinea com clareza, um cenário de comércio internacional para o álcool como *commodity*. O Setor sucroalcooleiro não se mostra apreensivo conforme revelam os dados atuais acerca de seu projeto de expansão⁴. As expectativas de incrementos de demanda pelo produto tanto no mercado doméstico (AEAC e AEHC) quanto no internacional (AEAC), têm levado os atores nacionais deste setor, a mobilizarem vultosos recursos na ampliação e expansão do setor Sucroalcooleiro.

Embora seja possível antecipar com maior segurança os incrementos futuros na demanda doméstica, as incertezas relativas à demanda internacional podem conduzir o setor a movimentos superestimados de expansão da capacidade produtiva. Assim, torna-se oportuno o questionamento: estrutura-se uma perspectiva adequada do cenário futuro para o setor sucroalcooleiro?

2. METODOLOGIA

Intenta-se, nesta seção, expor os procedimentos econométricos adotados, em sintonia com o que reza a econometria de séries temporais, circunscritos, entretanto, ao contexto da metodologia de Box-Jenkins⁵.

⁴ Segundo O Jornal Estado de São Paulo, divulgado pelo Jornal Mundo Lusíada (2007), o Brasil vai implantar em média uma usina de álcool e açúcar por mês nos próximos seis anos. Assim sendo, hoje com 336 unidades produtivas, o Brasil deve chegar a 409 até o final da safra 2012/2013. Segundo esta fonte, o volume de investimentos para este período ultrapassará a cifra de US\$ 14,6 bilhões.

⁵ Utilizou-se o *software E-views 5.0* para a obtenção dos resultados.

2.1. Fonte de Dados

A presente pesquisa, para fins de modelagem econométrica, utiliza dados anuais de séries relativas à demanda e oferta do álcool combustível nacional, compreendendo o período entre 1980 e 2005. As variáveis selecionadas, consumo de AEHC, produção de AEHC, consumo de AEAC e produção de AEAC foram obtidas junto ao Ministério de Minas e Energia (MME), por meio do Balanço Energético Nacional (BEN, 2006).

A opção pelo período derivou-se da carência de estudos sobre o tema, especialmente considerando o período após primeira fase do Proálcool, quando houve indicações governamentais à intensificação e elevação do percentual de adição de AEAC à gasolina, assim como, o lançamento dos carros dedicados, com o início da demanda por AEHC.

2.2. Especificação do Modelo e Procedimentos Econométricos

Propõe-se a aplicação de um modelo ARIMA (1,1,0), o qual permite analisar empiricamente qual a evolução da oferta e demanda do álcool combustível nacional, com base no comportamento precedentes das respectivas séries representativas.

O modelo ARIMA(1,1,0), pode ser especificado e apresentado a partir de um ARMA (p, q), da seguinte forma:

$$Y_t = \phi + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \dots + \beta_q u_{t-q} \quad (2.1)$$

O modelo acima geralmente tem p termos auto-regressivos e q termos média móvel. A regressão de Y por meio de um modelo ARMA é realizada sob a hipótese de estacionariedade fraca. Porém, na maioria dos casos, os dados de séries temporais são não-estacionários, exigindo modelos não estacionários (STOCK & WATSON, 2004). Na presença deste caso faz-se necessários transformar a série em estacionária, assim sendo, quando se diferencia a série d vezes, para que ela se apresente como estacionária, diz que a série original é integrada de ordem d ou I(d). Assim, identificou-se que o modelo resultante que gerou Y pode é um ARIMA (1,1,0).

2.2.1. Teste de estacionariedade

Conforme GUJARATI (2000), alguns pressupostos para estimação devem ser apresentados, entre eles a condição de estabilidade. A aplicação do método de mínimos quadrados mostram-se eficazes apenas quando as séries temporais envolvidas são estacionárias, ou seja, necessita-se identificar se o processo aleatório subjacente, que

gerou a série, não varia em relação a translação temporal. Caso se confirme, é possível modela-lo por meio de uma equação com coeficientes fixos, estimados a partir dos dados precedentes.

Quando uma série temporal apresenta média e variância dependente de translações temporais, revela-se não-estacionária. Esta condição de uma série implica, em síntese, que há inclinação nos dados e estes não permanecem em torno de uma linha temporal horizontal e/ou a varia;ao dos dados não permanece essencialmente constante ao longo do tempo. O método formal para identificar a estacionariedade das séries de tempo é feito por meio do teste de raiz unitária. Assim, utiliza-se o teste aumentado⁶ de Dickey-Fuller (ADF), conforme a equação abaixo.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.2)$$

Este teste, ao incluir um determinado número de mudanças defasadas, segundo STOCK & WATSON (2004), procura tornar o termo de erro não-correlacionado serialmente. Nesta equação, as hipóteses nula e alternativa a serem testadas são, respectivamente, $H_0: \delta = 0$ e $H_1: \delta < 0$. Se a valor da estatística ADF for maior que o valor crítico, rejeita-se a hipótese de que a série temporal seja estacionária, sendo preciso testar a presença de raiz unitária para a primeira diferença desta série. Se esta se apresentar como estacionária, então, a série é I(1).

Diante do problema da determinação do número de defasagens (*lags*) da variável dependente, o teste é conduzido por meio da observação dos resultados, para cada modelo especificado (com intercepto, com intercepto e tendência, e sem tendência e intercepto), considerando preliminarmente doze até zero defasagens. Os menores resultados obtidos, por meio dos critérios de Akaike (Akaike's Information Criteria – AIC) E Schwarz (Schwarz's Bayesian Information Criteria – SBC), definem o modelo.

2.2.2. Teste de estabilidade estrutural: o teste Chow

Diante de quebras estruturais, o teste ADF apresenta fragilidades, com indícios à não rejeição da hipótese nula de raiz unitária. Assim, diante do aparecimento de dúvidas quanto à presença ou não de alterações estruturais, por meio da realização do teste ADF, assim como, com a análise visual do comportamento das séries ao longo do período

⁶ Testando a hipótese nula de raiz unitária, a estatística ADF não segue uma distribuição norma, mesmo frente a grandes amostras. Diante desta anormalidade amostral os testes convencionais “t” Student não são válidos, em vez disso, utiliza-se um conjunto especial de valores críticos baseado na estatística ADF (STOCK & WATSON, 2004).

estudado, aplica-se o teste de Chow⁷ para a identificação de quebra estrutural nesta (KRÄTZIG & LÜTKEPOHL, 2004; GUJARATI, et al., 2000).

A amostra estudada é dividida em partes (dependendo do número de quebras a serem testadas). Seguidamente, calcula-se as regressões separadamente para cada sub-amostra. Verifica-se a existência ou não de diferenças nas equações estimadas. Identificando-se diferenças, há indicações de alteração estrutural na regressão. GUJARATI (2000) sugere os seguintes passos para a realização do teste Chow, seja:

$$\text{Regressão I - } y_t = \alpha_1 + \alpha_2 x_t + u_{1t}, \text{ com } t= 1, 2, \dots, n_1 \quad (2.3)$$

$$\text{Regressão II - } y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + u_{2t}, \text{ com } t= 1, 2, \dots, n_2 \quad (2.4)$$

Assim, combinando todas as n_1 e n_2 observações, estimasse (I + II) e obtém-se a soma dos quadrados dos resíduos (SQR), digamos S_1 , com graus de liberdade (gl) $gl = (n_1 + n_2 - K)$, em que K é o número de parâmetros estimados. Em seguida, estima-se I e II individualmente e obtenha sua SQR, digamos, S_2 e S_3 , com $gl = (n_1 - k)$ e $(n_2 - k)$, respectivamente. Soma-se as duas SQR, digamos, $S_4 = S_2 + S_3$ com $gl = (n_1 + n_2 - 2K)$. Então, obtenha-se $S_5 = S_1 - S_4$. De resto, calcula-se F por meio da equação abaixo.

$$F = \left[\frac{S_5/K}{S_4/(n_1 + n_2 - 2k)} \right] \quad (2.5)$$

Feito isto, se o F calculado exceder o valor crítico de F em nível escolhido de significância, rejeita-se a hipótese de que as regressões I e II são iguais, ou seja, rejeita-se a hipótese nula de estabilidade estrutural.

Para esta pesquisa, o principal objetivo em estudar as séries temporais, consiste em analisar o comportamento da oferta e demanda do etanol Brasileiro (AEAC e AEHC) para prospectar cenários do ano de 2008 a 2012. Para esse exercício um dos métodos quantitativos de séries temporais mais difundidos é o método ARIMA (*Auto*

⁷ São duas as hipótese que fundamentam o teste de Chow: i) $u_{1t} \sim N(0, \sigma^2)$ e $u_{2t} \sim N(0, \sigma^2)$, ou seja os dois termos de erro se distribuem normalmente com a mesma variância; ii) u_{1t} e u_{2t} se distribuem normalmente (GUJARATI, 2000).

Regressive Integrated Moving Averages), Auto-Regressivo Integrado de Média Móvel, popularmente difundido como a metodologia de Box-Jenkins⁸.

3. RESULTADOS

3.1. Estimativas do modelo Box-Jenkins

Esta seção se encarregará da apresentação dos cenários futuros do álcool combustível brasileiro no que diz respeito à oferta e demanda de AEHC e AEAC nacionais no período de 2006 a 2012.

A oferta e demanda nacional de álcool combustível foi estruturada por segmentos: a) oferta e demanda de AEHC e; b) oferta e demanda de AEAC. Assim, para realizar a prospecção da oferta e demanda do álcool combustível nacional empregou-se a metodologia de Box-Jenkins para a prospecção da oferta e demanda em cada um dos dois tipos de álcoois.

Identificou-se por meio do teste ADF, que as séries temporais da oferta e demanda de AEHC e AEAC nacionais são estacionárias em primeira diferença, ou seja, I(1). Assim, o valor do parâmetro d é 1, para todas as séries prospectadas. A análise das funções de autocorrelações (FAC) e de autocorrelações parciais (FACP) corrobora o teste ADF e, dá indicações de que a série, oferta de AEHC nacional, segue um processo estocástico auto-regressivo de primeira ordem, isto é, AR (1), porque a FAC decai exponencialmente rápido, chegando a zero nas primeiras defasagens. A síntese dos resultados é exposta na tabela 1 (em anexos).

A FACP apresenta as autocorrelações parciais, as quais medem a correlação entre o valor de Y_t e Y_{t-k} , descontadas as influências intermediárias, Y_{t-1} até Y_{t-k+1} . Nota-se que apenas a autocorrelação na primeira defasagem é significativa, corroborando a evidência de um modelo AR (1) e MA (0), assim, obteve-se um ARIMA (1 1,0).

Depois de identificados os valores de p , d e q , realizou-se as estimativas dos parâmetros do modelo, oferta de AEHC nacional, assim como, da constante do modelo. As estimativas para o modelo proposto foram: $\alpha_1 = 0,19$ e $\delta = 0,204$.

⁸ Empregado por G. E. P. Box e G. M. Jenkins em um estudo realizado em 1978, abrindo caminho para uma proliferação de trabalhos baseados em ferramentas de prospecção. (...) “A ênfase desses novos métodos de previsão não está em construir modelos de equação única ou de equações simultâneas, mas em analisar as propriedades probabilísticas (ou estocásticas) de séries temporais (...)” (GUJARATI, 2000, p. 741).

$$\begin{aligned}
 (Y_t - \delta) &= \alpha (Y_{t-1} - \delta) + u_t \\
 Y_t - 0,204 &= 0,19 (Y_{t-1} - 0,204) + u_t \\
 Y_t &= 0,19 Y_{t-1} + 0,17 + u_t
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

Para certificar-se que o modelo, apresentado pela equação 3.1, foi identificado adequadamente, segue-se as orientações de FAVA, et al., (2000). Segundo este autor as formas de verificação comumente praticadas são: análise de resíduos e avaliação da ordem do modelo. Assim, se o modelo foi adequadamente identificado, seus resíduos serão ruído branco. O comportamento dos resíduos por meio da função autocorrelação demonstrou que estes apresentam comportamento aleatório, ou seja, não indicaram comportamento específico. Assim, a análise dos resíduos corrobora a adequação do modelo. A síntese dos resultados é exposta na tabela 2 (em anexos).

De resto, para garantir a parcimônia do modelo, assim como, garantir uma ordem adequada do modelo, utilizou-se os critérios de AIC (*Akaike Information Criteria*) e SBP (*Shwartz Bayesian Criteria*), comumente utilizados para comparação de modelos e que levam em conta a variância do erro e o tamanho da amostra T, os valores p e q também foram utilizados, conforme a tabela 3 (em anexos).

Por meio da análise da tabela 3, que apresenta a comparação do modelo escolhido com outros dois modelos propostos para a previsão da oferta de AEHC nacional, sugere-se que o melhor modelo seria um AR (1), por apresentar um pequeno desvio-padrão residual e, sobretudo, um pequeno p-valor de seu coeficiente. Porém, se utilizasse este modelo para previsão, seu resultado seria duvidoso, pois a série original em nível é não-estacionária. Assim, optou pelo modelo ARIMA (1,1,0) apresentado na equação 3.1, mesmo diante de uma baixa significância de seu coeficiente, sintetizado em um elevado p-valor de 0,3611.

A figura 3.1 apresenta o comportamento da oferta de AEHC nacional até o ano de 2005 e as previsões a partir deste ano até 2012, obtidas com base em um modelo ARIMA(1,1,0). De acordo com esta figura, a oferta de AEHC nacional apresentará incrementos sucessivos no período de 2006 a 2012. Registrará volume ofertado, no ano de 2012, próximo ao maior volume registrado nacionalmente, que fora cerca de 10.818 (10^3 m^3) no ano de 1991. Desse modo, o volume ofertado em 2012 será de 9.461 (10^3 m^3), cerca de 21% superior ao volume registrado no ano de 2005.

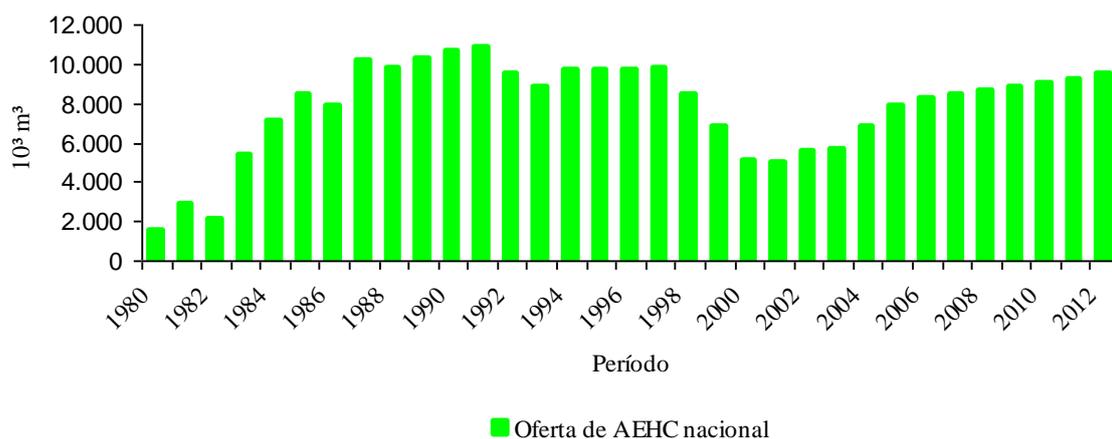


Figura 3.1 - Comportamento da oferta de AEHC nacional até 2005 e previsão de 2006 a 2012.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de: a) os valores de 1980 a 2005 foram compilados do BEN, 2006; b) os valores de 2006 a 2012 foram previstos.

Para a realização da previsão da demanda de AEHC nacional no período de 2006 a 2012, fez-se a análise das FAC e FACP⁹. Assim, as respectivas funções evidenciaram que a série analisada segue um processo AR(1), porque a FAC decai exponencialmente rápido, chegando a zero nas primeiras defasagens. Além disso, o formato senoidal da FAC corrobora a escolha de um modelo AR(1).

Analisando a FACP, identifica-se que apenas a autocorrelação na primeira defasagem é significativa, sustentando a evidência de um modelo ARIMA(1,1,0), visto que, já foi demonstrado que essa série é I(1).

Identificados os valores de p , d e q , estimou-se os parâmetros do modelo, demanda de AEHC nacional, assim como, da constante do modelo. As estimativas para o modelo proposto foram: $\alpha_2 = -0,0001$ e $\delta = 0,18$.

$$(Y_t - \delta) = \alpha (Y_{t-1} - \delta) + u_t$$

$$Y_t - 0,18 = 0,0001 (Y_{t-1} - 0,18) + u_t$$

$$Y_t = -0,0001 Y_{t-1} + 0,18 + u_t \quad (3.2)$$

Procurou-se verificar se o modelo escolhido e estimado é adequado, por meio da análise dos resíduos e avaliação da ordem do modelo. Segundo STOCK & WATSON,

⁹ Ver síntese na tabela 4 (em anexos).

et al., (2004), se o modelo apresentar resíduos ruído branco, então ele foi identificado e estimado adequadamente. A análise do comportamento dos resíduos¹⁰ por meio da função autocorrelação, demonstrou que estes se apresentam aleatórios, ou seja, não indicaram comportamento específico. Assim, a análise dos resíduos corrobora a escolha do modelo.

Por fim, para garantir a parcimônia do modelo, assim como, garantir uma ordem adequada do mesmo, utilizou-se os critérios de AIC e SBP, assim como, os valores p e q.

Por meio de comparação¹¹ do modelo escolhido com outros dois modelos propostos para a demanda de AEHC nacional identificou-se, por meio da análise das estimativas, a indicação de um modelo AR(2), visto que este apresentou coeficientes significativos e o menor desvio-padrão residual, dentre os modelos propostos. No entanto, o modelo sugerido, ARIMA(1,1,0), que segue as indicações das FAC e FACP, assim como, do teste ADF, apresentou bons resultados, sumarizados em um baixo p-valor e desvio-padrão residual. Além disso, se utilizasse o modelo AR(2), para fazer previsões, os resultados seriam duvidosos, pois contrariariam as indicações das FAC, FACP e do teste ADF. Essas análises levaram à escolha definitiva do modelo ARIMA(1,1,0), apresentado na equação 3.2.

A figura 3.2 apresenta o comportamento da demanda de AEHC nacional até o ano de 2005 e as previsões a partir deste ano até 2012, obtidas por meio de um modelo ARIMA(1,1,0).

Assim, a demanda de AEHC nacional apresentará incrementos sucessivos no período de 2006 a 2012. Registrará volume demandado, no ano de 2012, da ordem de 7.486 (10^3 m³), o que significará um crescimento de 20,47% em relação ao volume demandado nacionalmente no ano de 2005. Deste modo, com base apenas nos comportamentos precedentes das séries oferta e demanda de AEHC nacionais, identificou-se que em 2012 haverá um excesso de oferta da ordem de 1.975 (10^3 m³).

¹⁰ Ver síntese na tabela 5 (em anexos).

¹¹ Ver síntese na tabela 6 (em anexos).



Figura 3.2 - Comportamento da demanda de AEHC nacional até 2005 e previsão de 2006 a 2012.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de: a) os valores de 1980 a 2005 foram compilados do BEN, 2006; b) os valores de 2006 a 2012 foram previstos.

A análise¹² das funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial corrobora o teste ADF e, dá indicações de que a série oferta de AEAC nacional segue um processo estocástico auto-regressivo de primeira ordem, isto é, AR (1), porque, a FAC apresenta declínio exponencial e, ainda, apresenta comportamento senoidal. Além disso, a FACP apresenta pico significativo já na primeira defasagem, chegando rapidamente a zero.

Assim, por meio dos correlogramas da série temporal, oferta de AEAC nacional, tem-se evidências de que o modelo que melhor descreve esta série é um ARIMA(1,1,0), visto que, já foi demonstrado que se trata de uma série I(1).

Depois de identificados os valores de p, d e q, estimou-se os parâmetros do modelo, oferta de AEAC nacional, assim como, da constante do modelo. As estimativas para o modelo proposto foram: $\alpha_3 = -0,50$ e $\delta = 0,269$.

$$\begin{aligned}
 (Y_t - \delta) &= \alpha (Y_{t-1} - \delta) + u_t \\
 Y_t - 0,269 &= -0,50 (Y_{t-1} - 0,269) + u_t \\
 Y_t &= -0,50 Y_{t-1} + 0,40 + u_t
 \end{aligned}
 \tag{3.3}$$

Para certificar que o modelo escolhido e estimado é adequado, analisou-se os

¹² Ver síntese na tabela 7 (em anexos).

resíduos e, além disso, avaliou-se¹³ a ordem do modelo. O comportamento dos resíduos por meio das FAC e FACP apresenta-se aleatório, ou seja, não indica um comportamento específico. Assim, a análise dos resíduos corrobora a escolha do modelo.

Para garantir a parcimônia do modelo, assim como, garantir uma ordem adequada do modelo, utilizou-se¹⁴ os critérios de AIC, SBP e os valores p e q também foram utilizados.

Assim, fez-se uma comparação do modelo escolhido com outros dois modelos propostos para descrever a oferta de AEAC nacional. A análise realizada sugere dois modelos sendo um AR(2) e o escolhido, ARIMA(1,1,0), com mínima vantagem quanto ao desvio-padrão residual para o primeiro e uma visível vantagem quanto à significância do coeficiente do segundo, representado por um menor p-valor. Além disso, o modelo ARIMA(1,1,0) é o mais indicado, porque segue as indicações do teste ADF que identificou que a série em nível é não-estacionária mas, sua primeira diferença o é. Desse modo, escolheu-se o modelo ARIMA(1,1,0), apresentado na equação 3.3.

A figura 3.3 apresenta o comportamento da oferta de AEAC nacional até o ano de 2005 e as previsões a partir deste ano até 2012, obtidas por meio de um modelo ARIMA(1,1,0). A oferta de AEAC nacional apresentará incrementos sucessivos no período de 2006 a 2012. Registrará volume ofertado, no ano de 2012, da ordem de 10.067 (10³ m³), o que significará um crescimento de 22,64 % em relação ao ano de 2005. Esse volume, que o Brasil produzirá no ano de 2012, com base no comportamento de sua oferta precedente, representará 13,98% a mais que a maior oferta nacional deste carburante que ocorrera no ano de 2003.

¹³ Ver síntese na tabela 8 (em anexos).

¹⁴ Ver síntese na tabela 9 (em anexos).

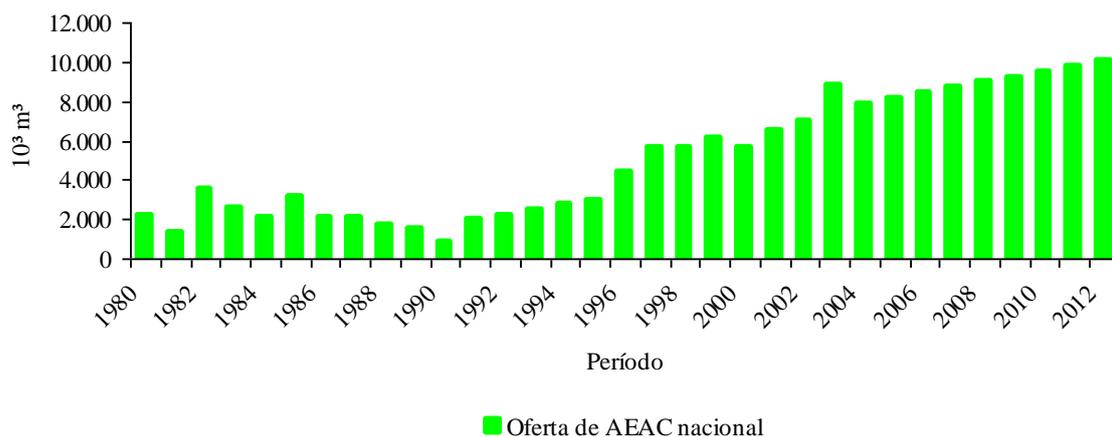


Figura 3.3 - Comportamento da oferta de AEAC nacional até 2005 e previsão de 2006 a 2012.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de: a) os valores de 1980 a 2005 foram compilados do BEN, 2006; b) os valores de 2006 a 2012 foram previstos.

A análise¹⁵ das funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial corrobora o teste ADF e, dá indicações de que a série, demanda de AEAC nacional, segue um processo estocástico auto-regressivo de primeira ordem, isto é, AR (1), porque, a FAC apresenta declínio exponencial e, ainda, apresenta comportamento senoidal amortecido. Além disso, a FACP apresenta pico significativo, já na primeira defasagem, chegando rapidamente a zero.

Desse modo, a FACP, indica que apenas a autocorrelação na primeira defasagem é significativa, sustentando a evidência de um modelo ARIMA(1,1,0), visto que, já foi demonstrado que essa série é I(1).

Identificados os valores de p, d e q, estimou-se os parâmetros do modelo, demanda de AEAC nacional, assim como, da constante do modelo. As estimativas para o modelo proposto foram: $\alpha_4 = 0,019$ e $\delta = 0,275$.

$$\begin{aligned}
 (Y_t - \delta) &= \alpha (Y_{t-1} - \delta) + u_t \\
 Y_t - 0,275 &= 0,019 (Y_{t-1} - 0,275) + u_t \\
 Y_t &= 0,019 Y_{t-1} + 0,28 + u_t
 \end{aligned}
 \tag{3.4}$$

¹⁵ Ver síntese na tabela 10 (em anexos).

Procurou-se verificar se o modelo escolhido e estimado é adequado, por meio da análise¹⁶ dos resíduos e avaliação da ordem do modelo. O comportamento dos resíduos por meio da função autocorrelação, demonstrou que estes apresentam comportamento aleatório, ou seja, não indicaram comportamento específico. Assim, a análise dos resíduos, corrobora a escolha do modelo.

Por fim, para garantir a parcimônia do modelo, assim como, garantir uma ordem adequada do modelo, utilizou-se os critérios de AIC e SBP, assim como, os valores p e q.

Apresentou-se¹⁷ uma comparação do modelo escolhido com outros dois modelos propostos para descrever a demanda de AEAC nacional. Sua análise sugere o modelo previamente proposto, ARIMA(1,1,0), visto que, este apresentou os menores valores para os critérios AIC e SBP, além de apresentar o segundo menor desvio-padrão residual, com diferença, praticamente insignificante, frente ao modelo que apresentou o menor desvio-padrão residual. Além disso, o modelo ARIMA(1,1,0), mesmo diante de um alto p-valor de seu coeficiente, é o mais indicado, porque segue as indicações do teste ADF que demonstrou que a série é integrada de ordem um, isto é, I(1). Assim, confirmou-se a opção anterior, elegendo o modelo ARIMA(1,1,0), apresentado na equação 3.4.

A figura 3.4 apresenta o comportamento da demanda de AEAC nacional até o ano de 2005 e as previsões a partir deste ano até 2012, obtidas por meio de um modelo ARIMA(1,1,0). A demanda de AEAC nacional apresentará incrementos sucessivos no período de 2006 a 2012. Registrará volume demandado, no ano de 2012, da ordem de 9.700 (10³ m³), o que significará um crescimento de 24.75% em relação ao volume demandado nacionalmente no ano de 2005. Assim sendo, com base apenas nos comportamentos precedentes das séries oferta e demanda de AEAC nacionais, identificou-se que em 2012 haverá um excesso de oferta da ordem de 367 (10³ m³).

¹⁶ Ver síntese na tabela 11 (em anexos).

¹⁷ Ver síntese na tabela 12 (em anexos).

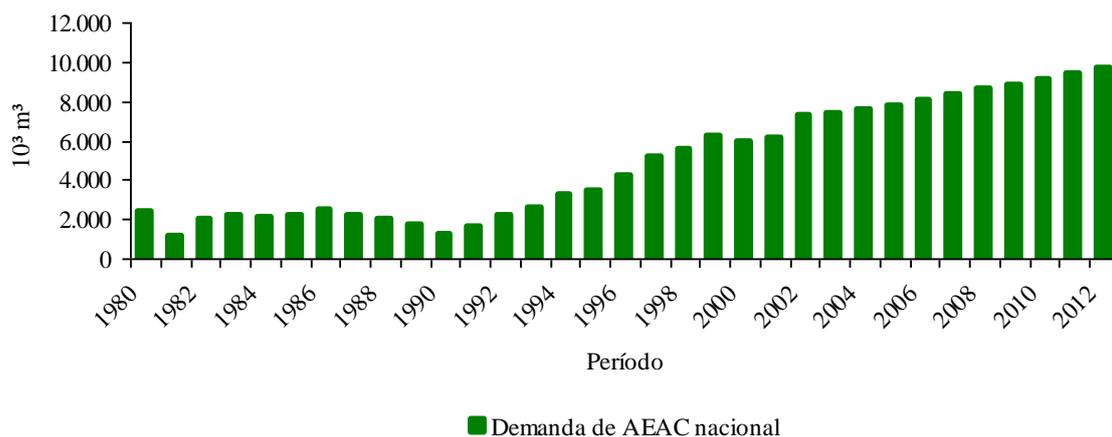


Figura 3.4 - Comportamento da demanda de AEAC nacional até 2005 e previsão de 2006 a 2012.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de: a) os valores de 1980 a 2005 foram compilados do BEN, 2006; b) os valores de 2006 a 2012 foram previstos.

As previsões realizadas acima, para a oferta e demanda de AEHC e AEAC nacionais, foram elaboradas, exclusivamente, com base em dados que representam o comportamento passado destes carburantes. No entanto, conforme apresentado na metodologia de construção de cenários, a expansão da capacidade produtiva atualmente projetada não tem precedentes históricos e não pode ser captada pelo modelo identificado e estimado, ARIMA(1,1,0). Desse modo, conforme estudo realizado por BARBOSA (2008), a partir do ano de 2010, entrará em operação, no Brasil, 47 novas usinas de açúcar e álcool. Em média, cada uma dessas novas unidades produtivas será responsável pela oferta¹⁸ de 130 mil m³ de álcool combustível anualmente (COELHO, 2007). Sendo assim, a oferta nacional de álcool combustível receberá um incremento da ordem de 6.110 10³ m³ ao ano, a partir do ano de 2010. Além disso, encontram-se no Brasil em fase de projeto 56 novas usinas que, estima-se, entrarão em operação a partir da safra 2012/2013.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia *Box-Jenkins*, ao permitir maior flexibilidade no tocante à manipulação das variáveis, bem como tratá-las dentro de uma estrutura dinâmica, mostra-se apropriada para os propósitos deste estudo.

¹⁸ Não especifica as quantidades que serão produzidas por tipo de álcool.

Não obstante, a expansão da capacidade produtiva, do setor sucroalcooleiro atualmente projetada, não ter precedentes históricos, não pôde ser captada pelo modelo. Porém, essa aparente fragilidade do modelo, foi corroborada com os dados obtidos por meio da verificação dos projetos de implantação e ampliação de usinas de açúcar e álcool esperados e os em andamento, divulgados por organizações nacionais estatais e privadas.

Os resultados, com base nas prospecções realizadas pautadas apenas no comportamento precedente dos dados, 1980 a 2005, denunciam um excesso de oferta no Brasil, no ano de 2012, da ordem de 1.975 (10^3 m^3) e 367 (10^3 m^3), respectivamente, AEHC e AEAC nacionais. Assim, essas projeções não incorporaram a expansão da capacidade produtiva atualmente projetada, por não constar nos dados precedentes.

5. REFERÊNCIAS

BARBOSA, Cleidinaldo, J. **Previsão do comportamento da oferta e demanda do álcool combustível nacional**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Agronegócios, 2008.

BEN – BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. 2006. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 5 de junho de 2007.

BROWN, L.R. **Eco-Economia**: construindo uma economia para a terra. Salvador: UMA. 2003. 368 p.

COELHO, S. **Produção de energia versus produção de alimentos**. In: 1º Seminário do Centro-Oeste de Energias Renováveis. Goiânia, 2007. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/energias> Acesso em: 5 de outubro de 2007.

FAVA, V. L. Metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados. In: VASCONCELOS, M. A. S.; ALVES, D. (Coord.). **Manual de econometria**. São Paulo: Editora Atlas, 2000. cap. 10, p. 205-231.

FIGUEIRA, S. R. **Os programas de álcool como combustível nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação pelo Brasil.** 2005. 245 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2007.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** Editora Pearson Education do Brasil, São Paulo, SP, 2000. 846 p.

JORNAL MUNDO LUSÍADA. **Brasil construirá uma usina de álcool e açúcar por mês até 2012.** Disponível em: < http://www.mundolusiada.com.br/ECONOMIA/econ146_mar07.htm > . Acesso em: 9 de Agosto de 2007.

KRÄTZIG, M.; LÜTKEPOHL, H. **Applied time series econometrics.** New York: Cambridge University Press, 2004.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011.** Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br> Acesso em: 10 de agosto de 2007.

MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 2007. **O Brasil e o Protocolo de Quioto.** Disponível em: < www.mct.gov.br >. Acesso em: 20 de fevereiro de 2007.

RIBEIRO, S. K. **O álcool e o aquecimento global.** Rio de Janeiro: CNI/Coinfra/Coopersucar, 1997. 112 p.

SOUZA, R. R. **Panorama, Oportunidades e Desafios para o Mercado Mundial de Álcool Automotivo.** 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.

STOCK, J. H; WATSON, M. W. **Econometria.** São Paulo: Pearson, 2004. 485 p.

VIEIRA, M. C. A. Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas. In: EMANI, T. T. F.; FERNANDO P. P. (Orgs). **Perspectivas do investimento 2007/2010**. Rio de Janeiro: BNDES, 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br> Acesso em: 20 de junho de 2007.

ANEXOS

Tabela 1 - Correlogramas da série temporal, oferta de AEHC nacional.

Série analisada: Oferta de AEHC nacional

Período: 1980 a 2005

Observações incluídas: 26

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FACP	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0,797	0,797	18513	0,000
. *****	. * .	2	0,598	-0,103	29362	0,000
. ** .	. *** .	3	0,311	-0,368	32428	0,000
. * .	. * .	4	0,123	0,072	32929	0,000
. .	. .	5	-0,044	-0,052	32997	0,000
. * .	. .	6	-0,116	0,005	33487	0,000
. ** .	. ** .	7	-0,224	-0,228	35414	0,000
. ** .	. * .	8	-0,278	-0,063	38544	0,000
. *** .	. .	9	-0,331	-0,013	43231	0,000
. *** .	. .	10	-0,331	-0,052	48228	0,000
. ** .	. .	11	-0,295	0,030	52447	0,000
. ** .	. .	12	-0,227	-0,042	55133	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 2 - Correlogramas dos resíduos da série, oferta de AEHC nacional, descrita por meio do modelo ARIMA(1,1,0).

Série analisada: Oferta de AEHC nacional

Período: 1982 a 2005

Variáveis incluídas: 24

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FACP	Q-Stat	Prob
. .	. .	1	-0,013	-0,013	0,0049	
. * .	. * .	2	0,173	0,173	0,8525	0,356
. * .	. * .	3	-0,080	-0,078	10,443	0,593
. ** .	. * .	4	0,215	0,191	24,860	0,478
. ** .	. ** .	5	-0,298	-0,296	54,103	0,248
. .	. .	6	0,027	-0,020	54,353	0,365
. * .	. ** .	7	0,102	0,249	58,168	0,444
. .	. * .	8	-0,030	-0,164	58,528	0,557
. * .	. * .	9	-0,176	-0,117	71,400	0,522
. .	. .	10	0,017	0,011	71,522	0,621
. .	. .	11	0,008	-0,042	71,553	0,711
. * .	. .	12	-0,077	0,054	74,614	0,761

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 3 - Critérios de comparação para verificação do melhor modelo que descreve a série, oferta de AEHC nacional.

Modelo	p-valor dos coeficientes	Critério AIC	Critério SBC	Desvio-padrão residual	Variância Residual
AR(1)	$\alpha_1 : 0,000$ C: 0,000	17,22 (T = 25)	17,15 (T = 25)	32,97	1.087,19
AR(2)	$\alpha_1 : 0,000$ $\alpha_2 : 0,338$ C: 0,000	17,63 (T = 24)	17,73 (T = 24)	32,95	1.085,78
ARIMA(1,1,0)	$\alpha_1 : 0.3611$ C: 0.5182	17,14 (T = 24)	17,24 (T = 24)	34,65	1.201,14

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 4 - Correlogramas da série temporal, demanda de AEHC nacional.

Série analisada: Demanda de AEHC nacional

Período: 1980 a 2005

Observações incluídas: 26

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FACP	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0,859	0,859	21,512	0,000
. *****	. ** .	2	0,683	-0,213	35,668	0,000
. ***	. ** .	3	0,457	-0,290	42,277	0,000
. ** .	. * .	4	0,234	-0,115	44,084	0,000
. .	. .	5	0,036	-0,047	44,131	0,000
. * .	. * .	6	-0,133	-0,095	44,776	0,000
. ** .	. .	7	-0,239	0,035	46,964	0,000
. ** .	. * .	8	-0,314	-0,088	50,964	0,000
*** .	. .	9	-0,337	0,000	55,817	0,000
. ** .	. .	10	-0,313	0,043	60,264	0,000
. ** .	. ** .	11	-0,312	-0,242	64,985	0,000
. ** .	. .	12	-0,281	0,014	69,087	0,000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 5 - Correlogramas dos resíduos da série, demanda de AEHC nacional, descrita por meio do modelo ARIMA(1,1,0).

Série analisada: Demanda de AEHC nacional

Período: 1982 a 2005

Observações incluídas: 24

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FACP	Q-Stat	Prob
. * .	. * .	1	-0,148	-0,148	0,5970	
. * .	. * .	2	0,119	0,099	0,9984	0,318
. ** .	. ** .	3	0,227	0,266	25,274	0,283
. ** .	. ** .	4	-0,242	-0,202	43,502	0,226
. * .	. .	5	0,125	0,006	48,647	0,301
. .	. .	6	-0,015	0,010	48,727	0,432
. * .	. * .	7	-0,140	-0,068	55,871	0,471
. * .	. ** .	8	-0,090	-0,220	59,023	0,551
. .	. .	9	0,019	0,059	59,171	0,657
. ** .	. *** .	10	0,204	0,370	77,673	0,558
. ** .	. ** .	11	-0,222	-0,232	10,135	0,429
. .	. *** .	12	-0,045	-0,389	10,241	0,509

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 6 - Critérios de comparação para verificação do melhor modelo que descreve a série, demanda de AEHC nacional.

Modelo	p-valor dos coeficientes	Critério AIC	Critério SBC	Desvio-padrão residual	Variância Residual
AR(1)	α_1 : 0,000 C: 0,000	16,62 (T = 25)	16,71 (T = 25)	30,45	927,27
AR(2)	α_1 : 0,000 α_2 : 0,003 C: 0,000	16,33 (T = 24)	16,47 (T = 24)	27,70	767,41
ARIMA(1,1,0)	α_1 : 0,0028 C: 0,7079	16,43 (T = 24)	16,53 (T = 24)	29,06	844,56

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 7 - Correlogramas da série temporal, oferta de AEAC nacional.

Série analisada: Oferta de AEAC

Período: 1980 a 2005

Observações incluídas: 26

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FAC	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0,852	0,852	21,148	0,000
. *****	. .	2	0,736	0,035	37,572	0,000
. *****	. * .	3	0,594	-0,150	48,735	0,000
. ****	. .	4	0,478	-0,008	56,294	0,000
. ***	. .	5	0,372	-0,019	61,097	0,000
. **	. .	6	0,287	-0,007	64,088	0,000
. *	. ** .	7	0,143	-0,278	64,870	0,000
. .	. *** .	8	-0,042	-0,335	64,942	0,000
. * .	. ***	9	-0,094	0,400	65,324	0,000
. * .	. ***	10	-0,095	0,329	65,734	0,000
. * .	. ** .	11	-0,088	-0,199	66,112	0,000
. .	. .	12	-0,036	0,028	66,179	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 8 - Correlogramas dos resíduos da série, oferta de AEAC nacional, descrita por meio do modelo ARIMA(1,1,0).

Série analisada: Oferta de AEAC

Período: 1982 2005

Observações incluídas: 24

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FACP	Q-Stat	Prob
. * .	. * .	1	0,108	0,108	0,3160	
. .	. .	2	-0,013	-0,025	0,3209	0,571
. .	. .	3	0,014	0,019	0,3272	0,849
. .	. .	4	0,019	0,015	0,3380	0,953
. * .	. * .	5	0,077	0,074	0,5303	0,970
. * .	. * .	6	0,170	0,157	15,358	0,909
. * .	. * .	7	-0,148	-0,187	23,391	0,886
. *** .	. ** .	8	-0,329	-0,311	65,709	0,475
. * .	. .	9	-0,093	-0,053	69,318	0,544
. .	. .	10	-0,055	-0,050	70,661	0,630
. .	. .	11	-0,046	-0,045	71,682	0,709
. .	. .	12	-0,002	0,015	71,684	0,785

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 9 - Critérios de comparação para verificação do melhor modelo que descreve a série, oferta de AEAC nacional.

Modelo	p-valor dos coeficientes	Critério AIC	Critério SBC	Desvio-padrão residual	Variância Residual
AR(1)	α_1 : 0,000 C: 0,867	16,53 (T = 25)	16,62 (T = 25)	29,77	886,47
AR(2)	α_1 : 0,002 α_2 : 0,128 C: 0,845	16,33 (T = 24)	16,47 (T = 24)	28,75	826,80
ARIMA(1,1,0)	α_1 : 0,116 C: 0,048	16,43 (T = 24)	16,53 (T = 24)	28,77	828,05

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 10 - Correlogramas da série temporal, demanda de AEAC nacional.

Série analisada: Demanda de AEAC

Período: 1980 a 2005

Observações incluídas: 26

Autocorrelação	Correlação Parcial		FAC	FACP	Q-Stat	Prob
. *****	. *****	1	0,897	0,897	23,437	0,000
. *****	. * .	2	0,774	-0,157	41,617	0,000
. *****	. .	3	0,655	-0,042	55,183	0,000
. *****	. * .	4	0,517	-0,171	64,034	0,000
. ***	. * .	5	0,409	0,085	69,832	0,000
. ** .	. * .	6	0,296	-0,142	73,018	0,000
. * .	. * .	7	0,162	-0,171	74,03	0,000
. .	. ** .	8	0,002	-0,288	74,03	0,000
. * .	. ***	9	-0,071	0,436	74,247	0,000
. * .	. * .	10	-0,097	0,072	74,673	0,000
. * .	. ** .	11	-0,076	0,26	74,956	0,000
. .	. *** .	12	-0,048	-0,333	75,079	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 11 - Correlogramas dos resíduos da série, demanda de AEAC nacional, descrita por meio do modelo ARIMA(1,1,0).

Série analisada: Demanda de AEAC

Período: 1982 a 2005

Observações incluídas: 24

Autocorrelação	Correlação Parcial	FAC	FACP	Q-Stat	Prob	
. ** .	. ** .	1	0,203	0,203	11,162	
. .	. .	2	0,036	-0,006	11,520	0,283
. ** .	. ** .	3	0,209	0,212	24,546	0,293
. .	. * .	4	-0,057	-0,154	25,556	0,465
. * .	. ** .	5	0,146	0,217	32,570	0,516
. * .	. ** .	6	-0,090	-0,265	35,361	0,618
*** .	. ** .	7	-0,329	-0,207	75,071	0,276
. ** .	. ** .	8	-0,221	-0,257	94,133	0,224
. ** .	. * .	9	-0,259	-0,109	12,198	0,143

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 12 - Critérios de comparação para verificação do melhor modelo que descreve a série, demanda de AEAC nacional.

Modelo	p-valor dos coeficientes	Critério AIC	Critério SBC	Desvio-padrão residual	Variância Residual
AR(1)	α_1 : 0,000 C: 0,8035	15,44 (T = 25)	15,53 (T = 25)	22,26	513,88
AR(2)	α_1 : 0,000 α_2 : 0,9222 C: 0,7392	15,18 (T = 24)	15,32 (T = 24)	20,78	432,01
ARIMA(1,1,0)	α_1 : 0,9157 C: 0,0072	15,10 (T = 24)	15,21 (T = 24)	20,84	434,36

Fonte: Resultados da pesquisa.