

Utilização de técnicas de previsão para quantidade de leite industrializado no Brasil

Liane Werner (UFRGS) liane.werner@ufrgs.br

Resumo:

A produção de leite é um importante gerador de renda para a agricultura familiar e como o Brasil é tradicionalmente um grande produtor de leite, além de ser uma fonte de renda para os agricultores, ocupa posição de destaque no cenário econômico nacional. Como antever a produção de leite do país é relevante para o Brasil, este artigo tem por objetivo utilizar técnicas para prever a quantidade de leite cru adquirido e industrializado, realizado por inspeção federal. Os dados a serem analisados foram obtidos no banco SIDRA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e refere-se ao período de primeiro trimestre de 1997 ao primeiro trimestre de 2017. Utilizou-se o software SPSS versão 18 como pacote computacional para realizar as modelagens da série temporal, obtendo-se previsões para dois modelos, SARIMA e de suavização exponencial e para obter as previsões das combinações, usou-se a planilha Excel. Uma vez que os modelos a ser utilizados foram obtidos, seus parâmetros foram estimados, foram aplicadas as técnicas de combinação média aritmética e por regressão, como base nos dois modelos individuais prévios. As previsões foram obtidas pelo modelo de suavização exponencial (*Holt-Winters* aditivo) que apresentou as melhores medidas de acurácia (MAPE e RMSE).

Palavras chave: previsão, combinação previsões, leite

Use of forecasting techniques for quantity of industrialized milk in Brazil

Abstract

The milk production is an important generator of income for family agriculture, and since Brazil is traditionally a major producer of milk, besides being a source of income for farmers, it occupies a prominent position in the national economic scenario. How to predict the country's milk production is relevant for Brasil, this article aims to use techniques to predict the amount of raw and insurgent milk made by federal inspection. The data to be analyzed were obtained from the SIDRA, database of the Brazilian Institute of Geography and Statistics, and refers to the period from the first quarter of 1997 to the first quarter of 2017. SPSS software version 18 was used as a computational package to perform the modeling of the time series, obtaining predictions for two models, SARIMA and exponential smoothing, and to obtain the predictions of the combinations, the excel sheet was used. Once the models used were obtained, their parameters were estimated, and then, the arithmetic average and regression techniques were applied as a basis in the two previous individual models. The predictions were obtained by the exponential smoothing model (*Holt-Winters* additive) that presented the best measures of accuracy (MAPE and RMSE).

Key-words: forecasting, combining of forecast, milk

1. Introdução

Segundo Coelho et al (2009), a aquisição de alimentos no Brasil tem sofrido modificações importantes nas últimas décadas. A composição da cesta de alimentos consumida por uma família tem sofrido influência de fatores tais como urbanização; composição etária; presença de mulheres na força de trabalho e outras transformações estruturais, o que por sua vez, impõe novos desafios aos produtores rurais, à agroindústria, ao setor de distribuição de alimentos e ao governo.

Em sistemas de produção de leite com base em rebanhos comerciais, a principal fonte de receita é a venda do leite. Em países onde existe um pagamento diferenciado do leite pela qualidade, o objetivo é selecionar a produção. No Brasil, não existe uma política de pagamento diferenciado pela qualidade do leite, e sim padrões mínimos a serem atendidos tanto em relação à composição, quanto aos aspectos de sanidade. (CARDOSO et al 2004)

A produção de leite é um importante gerador de renda para a agricultura familiar e está presente em quase todos os municípios do país. Com base em dados do IBGE, onde em 2008, o Brasil produziu 27,5 bilhões de litros de leite, gerando renda de R\$ 17 bilhões, que corresponde a 10% do valor gerado pela agropecuária nacional e 76% do valor gerado pela pecuária, Siqueira et al. (2010) destacam que o Brasil é tradicionalmente um grande produtor de leite, ocupando posição de destaque no cenário econômico nacional.

Segundo IEPEC (2016), os números divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apesar de bons em território nacional, não são muito animadores a nível mundial, a produção no país no ano anterior atingiu 35 bilhões de litros, um volume bem acima dos 24 bilhões de que dez anos antes. Nesse mesmo período, a produção média por vaca subiu para 1.609 litros por ano, frente a 1.195 em 2005. No entanto, mesmo com 46% de percentual de evolução na produção, o número está bem distante dos de outros países produtores. A média mundial de produção por vaca é de 3.527 litros por ano, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

Buscando prever a produção de leite, Lanoni et al (2004) fizeram um levantamento de estudos que propunham analisar a produção utilizando modelos causais. Nos estudos citados, os modelos utilizaram como variáveis explicativas a temperatura do bulbo seco e a radiação solar ou o tipo de confinamento dos animais, posto isto, os autores propuseram um índice de previsão de produção de leite que estivesse relacionado com variáveis ambientais.

Outro estudo relacionado a previsão de leite, tem enfoque de análise de séries temporais, o estudo foi realizado por Samohyl et al (2001). Os autores utilizaram modelos de *Holt-Winters* para prever a quantidade recebida mensalmente pelas indústrias de laticínios no Estado de Santa Catarina.

Como exposto, antever a produção de leite do país é relevante para a economia nacional, desta forma este artigo tem por objetivo utilizar técnicas para prever a quantidade de leite cru adquirido e industrializado, realizado por inspeção federal.

2. Referencial Teórico

O referencial teórico se divide em dois tópicos, primeiramente as técnicas de previsão, onde são abordados os modelos de análise de séries temporais, a saber, suavização exponencial e modelos ARIMA. Na sequência os métodos de combinação de previsões, por média e por regressão. Além de explicar as medidas de acurácia para escolher a técnica que irá ser utilizada para fazer as previsões do estudo. Como segundo tópico será abordado sobre o leite.

Os modelos de suavização exponencial valorizam mais as últimas observações da série temporal através da ponderação exponencial dos mesmos. Além disto, conforme Morettin e Toloi (2006) assumem que os valores extremos da série são flutuações aleatórias e tem como o propósito é identificar um padrão básico. Estes modelos, conforme Pellegrini (2000) são os mais utilizados frente a outras técnicas de previsão devido a sua simplicidade e facilidade de ajustes, além da boa acurácia. Para Makridakis et al (1998) os métodos de suavização exponencial podem ser classificados da seguinte forma: (i) a suavização exponencial simples, para séries que apresentam apenas variações em torno de um nível; (ii) o modelo linear de *Holt*, para as séries que apresentam a componente de tendência e (iii) os modelos de *Holt-Winters*, quando a série apresenta tanto a componente de tendência quanto a componente sazonal.

A suavização exponencial simples tem como objetivo produzir ajustes nas variações aleatórias dos dados de uma série temporal, para tanto usa médias móveis ponderadas exponencialmente. Já a Suavização Exponencial de *Holt* consiste de uma expansão da suavização exponencial simples para previsões com dados que apresentam tendência linear, mas não apresentam sazonalidade. A previsão obtida por este modelo faz uso de duas constantes de suavização, α para o nível da série temporal e β para a tendência da série temporal.

Para séries temporais que, além de uma tendência linear, apresentam a componente de sazonalidade, os modelos de *Holt-Winters* podem ser aplicados apropriadamente. Se a componente de sazonalidade aumenta sua amplitude ao longo do tempo, é indicado um modelo multiplicado, caso não, sugere-se um modelo aditivo (MAKRIDAKIS et al., 1998).

As equações de (1) a (4) descrevem o nível, tendência e sazonalidade e a previsão de um modelo *Holt-Winters* aditivo, respectivamente.

$$L_t = \alpha (Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha) (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad 0 < \beta < 1 \quad (2)$$

$$S_t = \gamma \cdot (Y_t - L_t) + (1 - \gamma) S_{t-s} \quad 0 < \gamma < 1 \quad (3)$$

$$F_{t+h} = L_t + T_{t-h} + S_{t-s+h} \quad (4)$$

onde: L_t : estimativa do nível da série no período t ; T_t : estimativa de tendência da série no período t ; α : coeficiente de ponderação exponencial do nível ($0 \leq \alpha \leq 1$); β : coeficiente de ponderação exponencial da tendência ($0 \leq \beta \leq 1$); Y_t : valor real observado no período t ; h : numero de períodos a serem previstos; F_{t+h} : previsão para o período $t+h$.

A metodologia proposta por Box-Jenkins é a mais difundida para realização de previsões através de séries temporais em praticamente todas as áreas do conhecimento. Morettin e Toloi (2006) salientam que, embora popular, esta metodologia exige experiência por parte do pesquisador para escolha dos modelos, além de um pacote computacional adequado.

A escolha dos modelos ARIMA utilizados para modelar uma série temporal depende muito das características da série, para a correta aplicação dos modelos, é necessário que a condição de estacionariedade seja satisfeita. Para que estas séries possam ser modeladas corretamente, pode-se recorrer ao recurso de diferenciação de modo a torná-las estacionárias. A inclusão do termo de ordem de integração d , caso necessário, permite que sejam utilizados os modelos ARIMA (p, d, q) dados pela equação (5). Conforme Box e Jenkins (1976), o modelo ARIMA (p,d,q) dado pela equação (5) pode ser reescrito utilizando o operador de defasagem L .

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (5)$$

onde: ϕ_p é o coeficiente do componente autoregressivo de ordem p ; θ_q é o coeficiente do componente de médias móveis de ordem q ; $w_t = \Delta^d Z_t$ sendo que Z_t é o valor da série temporal.

Os modelos ARIMA podem conter uma parte sazonal e uma parte não sazonal, com parâmetros $(P,D,Q)s$. O modelo, que passa a ser chamado de SARIMA é descrito - usando o operador de defasagem - conforme a equação (6).

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)(1 - \Phi_1 L^s - \dots - \Phi_P L^{Ps})(1 - L)^d (1 - L^s)^D Z_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)(1 - \Theta_1 L^s - \dots - \Theta_Q L^{Qs}) \varepsilon_t \quad (6)$$

onde: $(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)$ é a parte autoregressiva não sazonal de ordem p ;

$(1 - \Phi_1 L^s - \dots - \Phi_P L^{Ps})$ é a parte autoregressiva sazonal de ordem P e estação sazonal s ;

$(1 - L)^d$ é parte de integração não sazonal de ordem d ;

$(1 - L^s)^D$ é parte de integração sazonal de ordem D e estação sazonal s ;

$(1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)$ é a parte não sazonal de médias móveis de ordem q ;

$(1 - \Theta_1 L^s - \dots - \Theta_Q L^{Qs})$ é a parte sazonal de médias móveis de ordem Q e estação sazonal s .

Um método comumente utilizado para melhorar a acurácia das previsões é a combinação de previsões, este método consiste em utilizar um mecanismo para captar os diversos fatores que afetam cada técnica de previsão individual usada como base de obtenção da previsão combinada (COSTANTINI e PAPPALARDO, 2010).

O método mais popular de combinação de previsões individuais é a média aritmética, pois além de ser um dos métodos mais conhecidos é fácil de calcular. Para Granger e Ramanathan (1984) a combinação de previsões poderia ser uma forma estruturada de regressão, utilizando o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), tendo a previsão combinada como variável resposta e as previsões individuais como variáveis explicativas. Para a obtenção dos pesos inicialmente utiliza-se os valores observados e as predições (previsões dentro do período observado) dos modelos base, conforme a equação (7).

$$Y = w_1 F_1 + w_2 F_2 + K$$

onde: Y é o valor observado, F_i é o valor da predito para o modelo ase da combinação i ; w_i é o peso da previsão i , para $i = 1, 2$ e K é uma constante.

Para optar qual técnica de previsão - individual ou combinação - é a mais adequada, faz-se necessário obter medidas de acurácia (qualidade do ajuste). Dentre as existentes, as mais utilizadas são: o MAPE (erro percentual absoluto médio) que é uma medida relativa e a RMSE (a raiz quadrada do erro quadrático médio).

O outro ponto do referencial teórico se refere a área de aplicação do estudo de caso: o leite. É notável observar a variedade e a sofisticação dos alimentos presentes na dieta contemporânea, onde o leite tem lugar de destaque. Ao mesmo tempo em que continua sendo uma bebida pronta para ser consumida, consolida as suas outras duas formas tradicionais de consumo: (i) como matéria-prima para inúmeros produtos da indústria de alimentos - manteiga, iogurtes, queijos, sorvetes, entre outros; (ii) como ingrediente culinário responsável por preparações de doces e salgados.

Muito tempo se passou desde a época em que o homem começou a usar o leite de outros animais, provavelmente na forma crua - potencialmente perigosa para a saúde - até os produtos encontrados hoje no mercado, resultado do desenvolvimento de métodos mais sofisticados de conservação, como a pasteurização. Ao longo da história, a busca para conservar o leite levou à criação de inúmeros produtos que se estabeleceram como categorias

próprias tal como a manteiga e o queijo. Com relação à preparação de alimentos quando se pensa em usar o leite a primeira ideia é fazer doces, mas preparar frutos do mar com leite deixa estes mais tenros e nutritivos. Além de ancorar magistralmente suflês e cremes, também tem a propriedade de amaciar vários tipos de carnes (CIENCIADOLEITE, 2008).

Segundo Guimarães e Langoni (2009), para a Organização Mundial da Saúde o consumo diário de leite per capita deveria ser no mínimo meio litro quando adulto e de um litro para adolescentes e pessoas na terceira idade. Porém, no Brasil, o consumo médio é inferior a 160 ml (ALLTECH, 2017).

O leite e seus derivados, segundo Guimarães e Langoni (2009) são bons meios para produzir micro-organismos desejáveis, contudo é necessário ter cuidado na ordena, no beneficiamento e na estocagem, pois os riscos à saúde proveem do consumo de produtos crus, de erros de pasteurização, da contaminação bacteriana e na adulteração do leite. Atenção especial deve ser dada em relação aos perigos microbiológicos e químicos presentes no leite e derivados, como antibióticos que são resíduos químicos detectados com bastante frequência, tanto no Brasil como em outros países (NERO et al, 2009). Conforme os autores, a principal fonte de resíduos de antibióticos em leite é originada do manejo inadequado de drogas no controle de mastites. Dessa forma, a conscientização dos produtores é fundamental para prevenção de resíduos desses medicamentos em leite. Uma vez que a presença de resíduos de antibióticos em leite pode causar vários efeitos indesejáveis no consumidor, hipersensibilidade e possível choque anafilático em indivíduos alérgicos a essas substâncias e também desequilíbrio da flora intestinal.

Ainda com relação à qualidade do leite, destaca-se que o mercado está cada vez mais exigente, graças à percepção do papel exercido pelos alimentos e seus componentes sobre a saúde do consumidor. O leite de qualidade deve apresentar composição química (sólidos totais, gordura, proteína, lactose e minerais), microbiológica (contagem total de bactérias), organoléptica (sabor, odor, aparência) e número de células somáticas que atendam os parâmetros exigidos internacionalmente (Ribeiro et al, 2000).

3. Procedimentos metodológicos

Neste trabalho é realizado um estudo de caso, que de acordo com Gil (2007), consiste no profundo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Além disto, como busca-se a solução de um problema específico, realizou-se o que o autor classifica como uma pesquisa aplicada, por gerar conhecimentos. A abordagem da pesquisa foi quantitativa, uma vez que os dados coletados são analisados por meio de modelagem estatística.

A primeira etapa do artigo consistiu na obtenção dos dados para atingir o objetivo proposto neste artigo. Os dados referentes a quantidade de leite cru adquirido e industrializado, realizado por inspeção federal foi obtido no banco SIDRA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1086>), e refere-se aos período de primeiro trimestre de 1997 ao primeiro trimestre de 2017.

Como etapa de análise preliminar, os dados históricos serão representados graficamente, auxiliando assim na identificação do comportamento da série temporal. Nesta etapa também se busca identificar padrões, tendências e/ou sazonalidade na série temporal estudada, para assim fornecer informações mais confiáveis para a escolha do modelo quantitativo a ser adotado (MAKRIDAKIS et al., 1998). Para o artigo, será utilizado o software SPSS versão 18 como pacote computacional que modelará a série obtendo previsões para dois modelos, SARIMA e de suavização exponencial. A série temporal foi dividida em duas partes, sendo

que as primeiras 65 observações foram usadas para ajustar o modelo e as demais para verificar a qualidade do ajuste. Para obter as previsões utilizado os métodos de combinação será utilizado a planilha excel.

Uma vez que os modelos a ser utilizados foram obtidos e os seus parâmetros foram estimados, serão aplicadas as técnicas de combinação média aritmética e por regressão, como base nos dois modelos individuais prévios.

A verificação da acurácia da técnica ou modelo a ser escolhido para realizar as previsões para os demais trimestres de 2017, se dará através do método da média dos erros percentuais absolutos (MAPE), e pelo RMSE (raiz quadrado da média dos erros quadráticos).

4. Estudo de caso

Visando obter informações futuras sobre a quantidade de leite industrializado no país, este estudo de caso se propõe a realizar previsões com base nos dados desde 1997 até o primeiro trimestre de 2017. Por ser uma série trimestral, certamente a componente de sazonalidade está presente, além das componentes de tendência e nível, juntamente com o componente aleatório que irão explicar o comportamento dos dados. A Figura 1 apresenta o gráfico com a série, e nele se percebe que existe um crescimento visível, com um leve declínio nos últimos anos. Além disto, a série apresenta sazonalidade definida nos quatro trimestres.

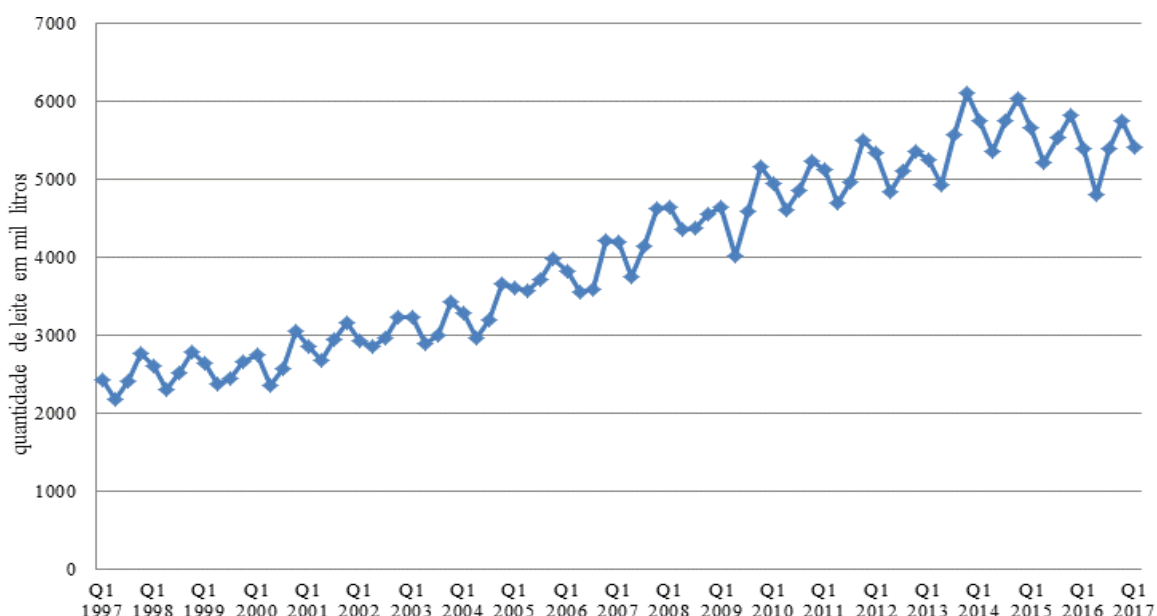


Figura 1 – Quantidade de leite cru adquirido e industrializado, realizado por inspeção federal, em mil litros

Com a realização da análise preliminar, verificou-se a estrutura comportamental da série, fundamentando, assim, a modelagem. Foram obtidos os modelos de suavização exponencial e os modelos ARIMA, utilizando a rotina *expert* do SPSS. Na Tabela1 encontram-se os modelos e as estimativas dos seus respectivos parâmetros.

Modelo	Parâmetros
Suavização Exponencial – Holt-Winters aditivo	$\hat{\alpha} = 0,817$ $\hat{\beta} = 0,002$ $\hat{\gamma} = 0,999$
SARIMA (0,1,0)(0,1,1) ₄	$\hat{\phi} = 0,715$

Fonte: a autora

Tabela 1 – modelos e as estimativas dos seus respectivos parâmetros

Após a obtenção dos modelos descritos acima, foram obtidas previsões para os métodos de combinação de previsões por média aritmética, e regressão. Para o método de combinação por regressão o peso estimado para a previsão do modelo suavização exponencial foi de 1,267 e para o modelo SARIMA de -0,267. Além disto a constante foi estimada em 19,106.

Uma vez obtidos os modelos SARIMA e suavização exponencial (previsões individuais) e também as estimativas dos pesos para a combinação por regressão, passou-se ao cálculo das as predições e obteve-se as medidas de acurácia. Na Tabela 2 encontram-se as medidas MAPE e RMSE para as quatro técnicas de previsão visando escolher a melhor técnica de previsão para realizar as previsões futuras.

Técnica de previsão	MAPE	RMSE
<i>Holt-Winters</i> aditivo	141,199	2,794
SARIMA (0,1,0)(0,1,1) ₄	151,759	3,056
Combinação pela média	145,621	2,984
Combinação por regressão	141,744	2,907

Fonte: a autora

Tabela 2 – Medidas de acurácia para as técnicas de previsões

Observa-se a Tabela 2 o modelo de suavização exponencial (*Holt-Winters* aditivo) apresentou as melhores medidas de acurácia, contrapondo a literatura de técnicas de previsão. Porém ao analisar o melhor modelo ajustado pela metodologia proposta por Box-Jenkins observa-se as piores medidas de acurácia para as técnicas deste estudo. Tal falta de acuracidade do modelo SARIMA provavelmente se deve a mudança de tendência que ocorreu no final da série, quebrando a suposição desta metodologia que é manter como o mesmo comportamento do passado. Esta influência na mudança de tendência da série que resultou em um modelo não tão bom para a metodologia Box-Jenkins se propagou na obtenção das combinações. Desta forma as previsões para os demais trimestres de 2017 serão obtidas pelo modelo de suavização exponencial e encontram-se na Tabela 3. Na Figura 2 são apresentados os dados observados, bem como as previsões.

Trimestres de 2017	Quantidade
Segundo (abr a jun)	5071,64
Terceiro (jul a set)	5534,81
Quarto (out a dez)	5853,49

Fonte: a autora

Tabela 3 – Previsões da quantidade de leite cru industrializado, em mil litros

5. Considerações finais

Tendo em vista a necessidade de controle de alimentos e também da economia, estudos relacionados às previsões nas mais variadas área da engenharia de alimento são realizados. Para que se possam desenvolver planos de ação é preciso que os tomadores de decisão possam dimensionar suas previsões em medidas confiáveis e acuradas. Visando auxiliar nesta tarefa, este estudo apresenta quatro técnicas para prever a quantidade de leite cru industrializado o Brasil.

Neste artigo foram utilizadas técnicas individuais de previsões, os modelos SARIMA e os modelos de suavização exponencial, além de duas técnicas de combinação de previsões. Verificou com base no MAPE e no RMSE, para a série da quantidade de leite cru industrializado (e realizado por inspeção federal) no Brasil, nos últimos dez anos, foi o modelo de suavização exponencial, mais especificamente o modelo de *Holt-Winters* aditivo,

apresentou a melhor acurácia sendo usado para obtenção das previsões futuras. Estas previsões seguem a tendência recentemente apresentada, onde houve uma retração do mercado, porém a sazonalidade se manteve.

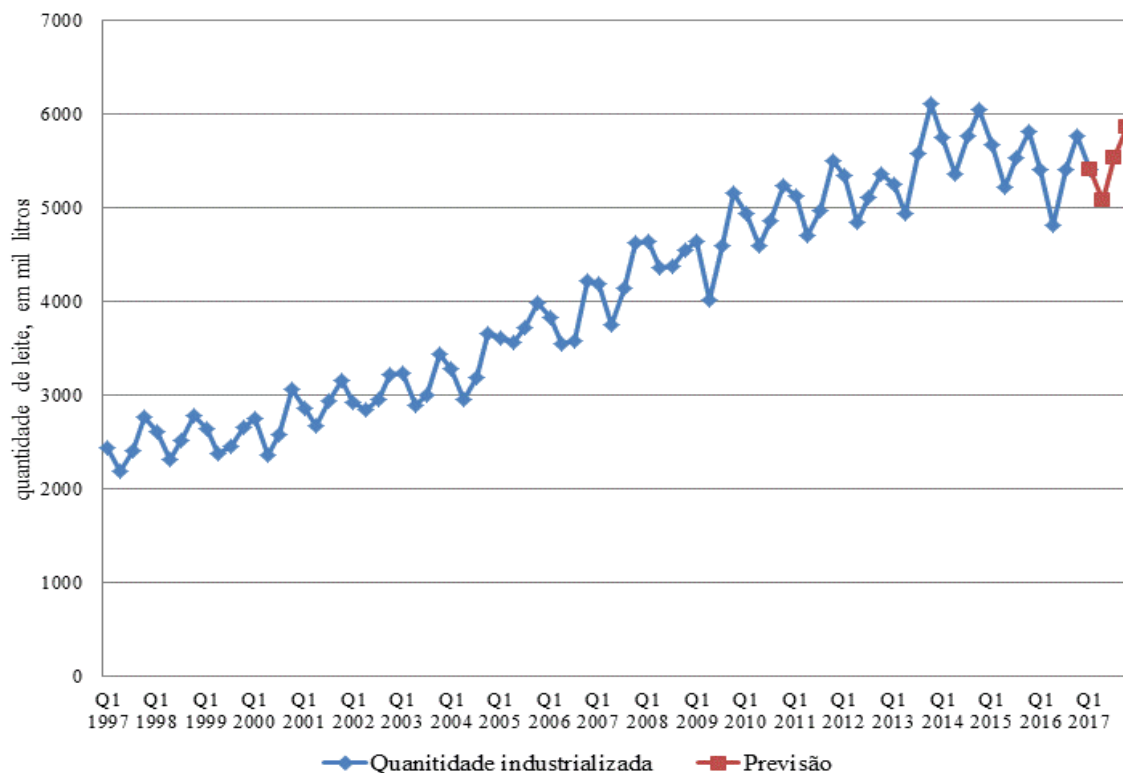


Figura 2 – Quantidade e previsões de leite industrializado, em mil litros

Referências

ALLTECH. *Dia Internacional do Leite*. Disponível em: pt.alltech.com/blog/posts/dia-internacional-do-leite. Acesso em: 16 de setembro de 2017

BOX, G. E. P. ; JENKINS, G. M. *Time Series Analysis. Forecasting and Control*. Holden-Day. Edição revisada. San Francisco, 1976.

CARDOSO, V. L. ; NOGUEIRA, J. R.; VERCESI FO, A. E. ; FARO, L. EL ; LIMA, N. C. Objetivos de Seleção e Valores Econômicos de Características de Importância Econômica para um Sistema de Produção de Leite a Pasto na Região Sudeste. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.320-327, 2004

CIÊNCIA DO LEITE. *Leite - Alimento versátil*, 2008. Disponível em: cienciadoleite.com.br/noticia/95/leite--alimento-versatil. Acesso em: 1 de setembro de 2017.

COELHO, A. B. ; AGUIAR, D. R. D. ; FERNANDES, E. A. Padrão de consumo de alimentos no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 47, n. 2, p. 335-362, abr/jun 2009.

COSTANTINI, C.; PAPPALARDO, C. A hierarchical procedure for combination of forecasts. *International Journal of Forecasting*, v. 26, p. 725-743, 2010.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRANGER,C.W.J. & RAMANATHAN, R. Improved Methods of Forecasting. *Journal of Forecasting*, v.3, 1984, p.197-204.

GUIMARÃES, F.F.; LANGONI, H., Leite: alimento imprescindível, mas com riscos a saúde pública. *Veterinária e Zootecnia*. v.1 n.1 p.38-51, mar, 2009.

IEPEC. *Produção de leite no Brasil atingiu 35 bilhões de litros em 2015*. 2016. Disponível em: <http://iepec.com/producao-de-leite-no-brasil-atingiu-35-bilhoes-de-litros-em-2015/>. Acesso em: 16 de setembro de 2017.

LALONI, L. A NÄÄS, I. A. ; M. MACARI, M. ; PEREIRA, D. F. ; D. F. PINHEIRO, D. F. Índice de previsão de produção de leite para vacas Jersey. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.2, p.246-254, maio/ago. 2004.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. *Forecasting Methods and Applications*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MORRETIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006, 538 p.

NERO, L. A. R.; MATTOS, M.; BELOTI, V. A. F.; BARROS, M. M.; FRANCO, B. D. G. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 391-393, abril-junio, 2007.

PELLEGRINI, F. R., *Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

RIBEIRO, M.E.R.; STUMPF JÚNIOR, W.; BUSS, H. **Qualidade de leite**. In: BITENCOURT, D.; PEGORARO, L.M.C.; GOMES, J.F. *Sistemas de pecuária de leite: uma visão na região de Clima Temperado*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p.175-195, 2000.

SAMOHYL R. W. ; ROCHA R.; MATTOS, V. L. D. Utilização do Método de Holt-Winters para Previsão do Leite entregue às Indústrias Catarinenses, 2001. Disponível em: repositorio.furg.br/handle/1/4089. Acesso: 16 de setembro de 2017.

SIQUEIRA, B.; CARNEIRO, A. V.; ALMEIDA, M. F.; SOUZA, R. C. S. N. P. *O mercado lácteo brasileiro no contexto mundial*. EMBRAPA.Circular técnica, 104, Juiz de Fora, MG.12 p. Dezembro, 2010