

A MODELAGEM COMO FERRAMENTA DE GESTÃO NA PRODUÇÃO LEITEIRA

Rosane Maria Kirchner¹

Jaqueline Silinske²

Ana Paula Fleig Saidelles³

Eniva Miladi Fernandes Stumm⁴

Monica Elisa Scherer⁵

Magda Antunes de Chaves⁶

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o comportamento e modelar dados históricos da quantidade de litros de leite produzido e número de vacas leiteiras ordenhadas na região do Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/Rio Grande do Sul. Os dados históricos anuais foram coletados no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no período de 1974 a 2010. Para a análise, utilizou-se a metodologia Box Jenkins. Primeiramente, foi realizada a correlação entre as duas variáveis no decorrer do tempo, em que se verificou uma relação

Recebimento: 24/2/2015 - Aceite: 14/5/2015

¹ Doutora em Engenharia Elétrica- Métodos de Apoio à Decisão pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC/RJ, Professora de Estatística da Universidade Federal de Santa Maria. Campus de Palmeira das Missões- RS. Email: rosanekirchner@gmail.com.

² Mestre em Administração na Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/Brasil. Email: jaquelinesilinske@gmail.com.

³ Doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Maria. Professora na Universidade Federal do Pampa. Email: anasaidelles@gmail.com.

⁴ Mestrado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora da Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Email: eniva@unijui.edu.br.

⁵ Graduada em Administração na Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/Brasil. Email: mony.escherer@hotmail.com.

⁶ Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Maria. Email: magda_antunes@hotmail.com.

significativa. Na modelagem da produção de leite, o modelo selecionado, considerado o mais parcimonioso, foi um SARIMA $(0,1,1)^*(0,1,0)$, ocorrendo o modelo ARIMA(1,1,0) para a modelagem do número de vacas leiteiras ordenhadas. A seguir, foram realizadas as previsões para os três anos seguintes. Os resultados desta pesquisa podem contribuir para o planejamento de estratégias viáveis para o setor leiteiro como instrumento para tomada de decisões.

Palavras-chave: Modelagem; Estatística; Vacas leiteiras

THE MODELLING AS MANAGEMENT TOOL IN MILK PRODUCTION

Abstract

This research aimed the behavior and to model historical data about the amount of milk produced and the number of dairy cows milked in the region of the Regional Development Council Rio da Várzea/Rio Grande do Sul. The annual historic data was collected from the Brazilian Institute of Geography and Statistics Site, considering the period from 1974 to 2010. To perform the analysis it was used the Box Jenkins methodology. At First, it was made the correlation of the two variables along the time where a significant relation was verified. In the milk production modeling, the selected model, considered the thriftiest, was a SARIMA $(0,1,1)^*(0,1,0)$, with the occurrence of the model ARIMA(1,1,0) in the modeling for the number of dairy cows milked. The forecasting for the next three years was next to be promoted. The results of this research can contribute in the planning of viable strategies for the milk sector and, as a tool in decision making.

Keywords: Modeling; Statistics; Dairy cows

Introdução

A cadeia produtiva do leite está difundida em todas as regiões brasileiras, é uma atividade que gera renda, tributos e empregos (LOPES *et al.*, 2011). Em contrapartida, o Brasil está se tornando um dos maiores produtores de leite em âmbito mundial nos últimos anos (SEIDEL *et al.*, 2011).

Atualmente o Brasil está entre os principais países produtores de leite, pois é considerado o quinto maior produtor de leite no mundo, no ano de 2010, com uma produção de 31.667.600 bilhões de litros, o equivalente a 5,3% da produção mundial (EMBRAPA, 2010). Também, no Rio Grande do Sul, a produção leiteira cresce em escala e produtividade, especialmente nas bacias leiteiras ligadas às cooperativas, responsáveis pela maioria da captação (NORO *et al.*, 2006).

O setor leiteiro brasileiro, nas últimas duas décadas, tem passado por avanços contínuos, resultantes de acontecimentos que transformaram os conceitos em relação à cadeia produtiva do leite, tais como, as modificações decorrentes da abertura do mercado externo, carência de leis que regulamentassem o mercado, ampliação de capital estrangeiro, progresso de empresas privadas e inovações de ordem técnica e organizacional (CHADDAD, 2007; FARINA *et al.*, 2005).

Outro fator importante neste setor é a diversidade edafoclimática no Rio Grande do Sul, o qual apresenta condições propícias para o desenvolvimento da pecuária leiteira com animais de raças especializadas (MARTINS *et al.*, 2006).

A cadeia produtiva de leite é um dos setores agroalimentares brasileiros em desenvolvimento, que passa por um processo de ajustamento, empenha-se para superar os problemas de natureza estrutural e de base tecnológica. A implantação dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) no RS, pode contribuir para o desenvolvimento dessa área. Estes têm como missão proporcionar a integração dos recursos em suas distintas formas e espécies; obter ações do Governo Estadual em níveis regionais; proporcionar uma distribuição equitativa da riqueza produzida; estimular a permanência das pessoas em sua região; criar ações de preservação e recuperação do meio ambiente (REIS, 2005).

Os métodos estatísticos são importantes recursos para analisar e prever comportamentos e situações que podem ocorrer na gestão empresarial, com o intuito de reconfigurar a ação das competências organizacionais. Dentre as várias metodologias existentes para análise de séries temporais, destaca-se a de Box & Jenkins. Esta tem por objetivo encontrar um modelo ARIMA - Auto- Regressivos Integrados de Médias

Móveis, que representa o processo estocástico gerador da série temporal. Os modelos ARIMA são modelos matemáticos que buscam captar o comportamento da correlação seriada, ou autocorrelação entre os valores da série temporal, e, com base nesse comportamento, realizar previsões futuras.

Com base em pesquisas anteriores, Box & Jenkins apresentaram, em 1970, uma metodologia geral para o desenvolvimento de modelos de previsão em séries temporais e controle. Yule introduziu os modelos autoregressivos (AR), em 1926, enquanto que os modelos médias móveis (MA) surgiram com Slutsky, em 1937. Em 1938, Wold mostrou que qualquer processo estocástico estacionário discreto pode ser representado por modelos autoregressivos e médias móveis. A partir desses estudos, Box & Jenkins construíram uma técnica de identificação do modelo, estimação de parâmetros e verificação da validade do modelo. Para o uso dessa técnica, é necessária a experiência do analista no trato com a metodologia na fase da identificação da estrutura do modelo (MONTGOMERY, 1976).

A modelagem e a previsão são ferramentas que podem contribuir para a gestão do respectivo setor e, neste contexto, a presente pesquisa busca, a partir da utilização de dados históricos, conhecer o comportamento da produção de leite e número de vacas leiteiras no Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/RS, modelando e realizando previsões.

Produção Leiteira

A produção leiteira é um dos sistemas agroindustriais brasileiro mais importante, que contribui nas esferas econômica e social do País. Essa ocorre em todas as regiões do Brasil, sendo considerada geradora de renda e emprego para a população do campo, bem como atividade responsável pela continuidade das pessoas no meio rural (BRASIL e MÜLLER, 2009). O leite e seus derivados são considerados uma das principais fontes de proteína e cálcio na alimentação da população em países que consomem esses produtos, além disso, é grande o interesse econômico pelo leite e seus derivados, pelo fato de esses produtos serem acessíveis à população (SANTOS, VIEIRA e BAPTISTA, 2005).

Depois da década de 1990, aconteceram diversas transformações que trouxeram como consequência a reestruturação na cadeia produtiva leiteira, sendo que Rodrigues argumenta que:

Em razão das mudanças que ocorreram na cadeia produtiva, em função da intervenção estatal no setor que deu lugar à desregulamentação, a qual foi sustentada pela abertura de mercado, viu-se

incentivado por um aumento significativo de investimentos advindos de empresas transnacionais, abrindo, portanto, espaço para a entrada de produtos estrangeiros (RODRIGUES *et al.*, p. 62, 2011).

Desde a referida década, as políticas macroeconômicas geraram crescimento da concorrência e trouxeram como consequência a elevação da variabilidade nos preços da atividade leiteira (BRASIL e MÜLLER, 2009). Hunt *et al.* (2009, p. 214) cita que as principais modificações na economia brasileira e no setor leiteiro ao longo dos anos 90 foram:

Desregulação do setor lácteo após 46 anos de controle estatal; liberalização do comércio exterior brasileiro; criação do Mercado Comum do Sul (Mercosul); introdução de novos produtos lácteos; difusão de novos métodos de estocagem, resfriamento e transporte do leite; aumento no *market-share* das empresas multinacionais no processamento e na comercialização do leite; inovação tecnológica na composição e manutenção do rebanho leiteiro; aumento no consumo per capita de leite e de seus produtos processados; diversificação da lista de produtos lácteos consumidos (HUNT, p. 214, 2009).

O Mercosul tem influência no setor agropecuário gaúcho. Este segmento sofre influência de toda a política econômica brasileira, especialmente pela relação que a atividade leiteira possui com Mercosul e a abertura da economia na década de 90 (MARIN; CAVALHEIRO; ANSCHAU, 2011). As grandes mudanças do setor foram provocadas pela desregulamentação do mercado, políticas comerciais de abertura, formalização do Mercosul, estabilidade macroeconômica, nova estrutura de comercialização e aumento do mercado consumidor (LOPES *et al.*, 2011). Além disso, o mercado leiteiro passou a se tornar seletivo para os produtores rurais, levando em consideração a escala de produção, qualidade da produção e a profissionalização na gestão do negócio leiteiro com redução nos custos associados ao processo produtivo (Reis *et al.*, 2005).

Nesse contexto, os consumidores tornaram-se mais exigentes em termos de qualidade de produtos, e passaram a exigir mais informações a respeito dos produtos que estão consumindo, além de buscarem mais transparência quanto à origem do produto e ao sistema produtivo adotado (SOUZA e ALVES, 2010). Os mesmos autores pontuam que os produtores

rurais se depararam com a exigência de produzir bem, com menores custos e com qualidade, porém há de se questionar quanto a o que se entende por qualidade, se não existia uma legislação com padrões e normas de qualidade.

Nesse contexto, para regular a qualidade da produção de leite, criou-se o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite. Esse Programa é contemplado pela “Instrução Normativa n. 51, que foi editada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em setembro de 2002” (RODRIGUES e ALBAN, p. 177, 2013). A Instrução Normativa n. 51 estabelece parâmetros para a contagem bacteriana e de células somáticas, além da detecção de resíduos de antibióticos, englobando a coleta a granel e o resfriamento, contribuindo para a qualidade do leite comercializado no Brasil (Rodrigues *et al.*, 2011). Os mesmos autores afirmam que as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste deveriam estar de acordo com os parâmetros do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite a partir de 2005, enquanto que as demais regiões deveriam estar plenamente adequadas até o ano de 2007.

“Diante desse cenário, o agronegócio do leite teve que ajustar as suas atividades em busca da elevação da produtividade e da qualidade do leite produzido” (BRASIL e MÜLLER, p. 18, 2009). O setor leiteiro está cada vez mais especializado e exigente e o produtor deve se adaptar e acompanhar esses progressos (LOPES *et al.*, 2011).

Frente a mudanças no setor econômico no Brasil, os produtores de leite precisam se tornar competitivos e eficientes, desta maneira, necessita-se de mecanismos para uma gestão que controle adequadamente o sistema de custo, gerenciando informações para a tomada de decisões (LOPES *et al.*, 2004). Corroborando com isso, Lopes *et al.*, (p. 252, 2009) afirma que:

Diversas transformações têm contribuído para que os produtores de leite reflitam sobre a necessidade de administrarem bem a atividade, tornando-se mais eficientes e, conseqüentemente, competitivos; assumindo posição de empresário, independente do tamanho do seu sistema de produção de leite (LOPES *et al.*, p. 252, 2009).

O gerenciamento eficaz do empreendimento rural gera um crescimento viável, fortalece os negócios para momentos de dificuldade e, da mesma forma, prepara para futuras oportunidades (OAIGEN; BARCELLOS; CHRISTOFARI, 2006). Cabe ressaltar que a rentabilidade da atividade leiteira está relacionada ao volume diário de leite produzido, à produção de leite

por vaca, à quantidade de vacas em lactação e ao gerenciamento dos fatores relacionados à produção de leite (SILVA *et al.*, 2012).

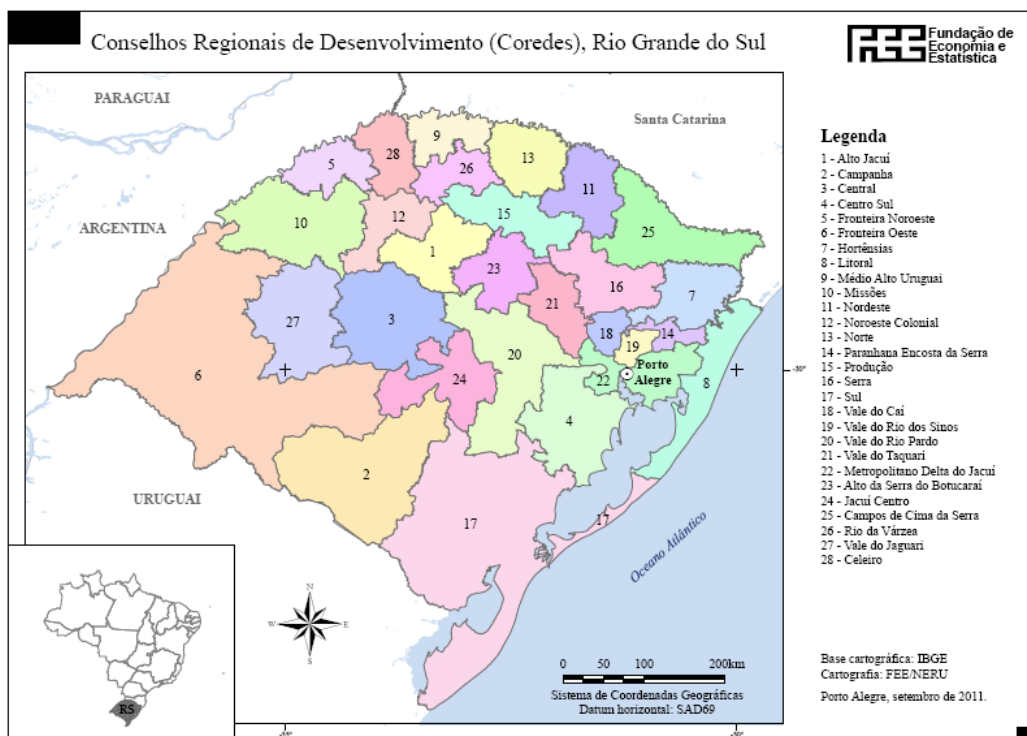
Conforme Costa e Bueno (2002), é de grande importância analisar economicamente a atividade leiteira, pois, por meio desta análise, o produtor consegue observar como utilizar de maneira correta a terra, o capital e o trabalho. Cabe ressaltar que o sistema de produção é complexo pelo fato de englobar a interação entre o clima, o solo, a planta, o mercado, a economia, a administração, os aspectos sociais e sociais (Neumann *et al.*, 2009). Para obter o sucesso na pecuária leiteira, é preciso estabelecer os objetivos a curto, médio e longo prazo, fazer a organização, planejamento, monitoramento dos resultados e acompanhamento (Neumann *et al.*, p. 17, 2009).

Coredes no Rio Grande do Sul

No início de 1990, no Rio Grande do Sul, resgatam-se as discussões sobre as estratégias que possibilitem a inclusão da participação da comunidade na formulação de propostas orçamentárias para o desenvolvimento regional, abrangendo todas as regiões do Estado; nesse contexto, propõe-se a criação dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento - COREDES - (MARTINS e SAUGO, 2012).

Primeiramente, surgiram 20 Coredes, que abrangiam quase todo o território gaúcho, sendo que a comunidade poderia decidir em que conselho participar, desde que respeitados os critérios de continuidade territorial (CÔRTEZ, 2003). De acordo com Büttgenbender, Siedenberg e Allebrandt (2011), os Coredes são considerados como pessoas jurídicas de direito privado, organizados como associações civis sem fins lucrativos e devem ser compreendidos como fóruns regionais direcionados para a discussão de estratégias, políticas e ações que têm como objetivo o desenvolvimento regional.

Atualmente, o Estado do Rio Grande do Sul é composto por 496 municípios que, em conjunto com o Estado, constituem os federados da República Federativa do Brasil (ALLEBRANDT *et al.*, 2011). O mesmo autor cita que hoje o território gaúcho se divide em 28 Coredes, conforme Figura 1 abaixo.

Figura 1: Mapa dos 28 Coredes gaúchos e suas regiões de abrangência

Fonte: MAPAS-FEE, 2011.

Os Coredes possuem um fórum próprio, intitulado de Fórum dos Coredes do RS, o qual é considerado um espaço de articulação, avaliação, discussão e planejamento das políticas, diretrizes e ações desencadeadas (BÜTTENBENDER; SIEDENBERG; ALLEBRANDT, 2011).

Material e métodos

Os dados históricos para análise foram coletados no site do IBGE, no período de 1974 a 2010. A globalização fez com que os setores produtivos se deparassem com a competitividade, gerando dificuldades na eficiência produtiva e na qualidade da matéria-prima no setor leiteiro. Nesse contexto, os Conselhos Regionais de Desenvolvimento-RS foram implantados para beneficiar os municípios ao se depararem com um setor competitivo e exigente. Os Conselhos Regionais de Desenvolvimento têm como missão ser um espaço regional que estabeleça ligações econômicas e sociais, inserindo-

se nas políticas locais de desenvolvimento. O Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/RS é composto pelos municípios de Barra Funda, Boa Vista das Missões, Cerro Grande, Constantina, Engenho Velho, Lajeado do Bugre, Liberato Salzano, Novo Barreiro, Novo Xingu, Palmeira das Missões, Ronda Alta, Rondinha, Sagrada Família, São José das Missões, São Pedro das Missões, Sarandi e Três Palmeiras (Figura 2).

Figura 2: Municípios integrantes do COREDE Rio da Várzea/RS



Fonte: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul, 2010.

Para a análise, construiu-se um gráfico temporal para verificar o comportamento dos dados. A seguir, utilizou-se a metodologia de séries temporais Box-Jenkins, descrita a seguir.

Metodologia Box & Jenkins

Os modelos de Box-Jenkins, conhecidos por ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Averages) ou por Auto-regressivos Integrados de Médias Móveis, são modelos que visam captar o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal e, com base nesse comportamento, realizar previsões futuras (BOX e JENKINS, 1970).

Esses modelos são resultantes da combinação de três componentes, chamados de filtros: o componente autorregressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA).

A construção dos modelos Box-Jenkins é baseada em um ciclo iterativo, na qual a estrutura do modelo é escolhida baseando-se nos próprios dados e é composta de quatro etapas (MORETTIN e TOLOI, 1987): identificação, estimação, verificação e previsão.

Essa metodologia pode ser aplicada para modelos estacionários, não-estacionários e sazonais (HAMILTON, 1994). Modelos estacionários são modelos simples, que descrevem a série que não possui tendência e nem sazonalidade. Tem-se os modelos Autorregressivo (AR), de Médias Móveis (MA) e Autorregressivos de médias móveis (ARMA). A combinação dos componentes do modelo AR(p) com os do modelo MA(q). O modelo ARMA(p,q) pode ser expresso pela equação:

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

Quando o processo é não estacionário, ou seja, possui tendência, uma das maneiras de analisá-lo é incorporar um processo de diferenças ($D^d Z_t$) no modelo ARMA. Este é o modelo conhecido como ARIMA (modelo autorregressivo integrado de médias móveis), onde d é a ordem das diferenças necessárias para tirar a tendência da série.

O modelo ARIMA (p,d,q) pode ser descrito conforme a equação:

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

onde:

$$w_t = \Delta^d w_t.$$

Segundo Fava (2000), a incorporação, nestes modelos, da correlação entre instantes de tempo sucessivos, resulta no modelo sazonal multiplicativo geral ARIMA (p,d,q) x (P,D,Q)_s (na literatura também chamado de SARIMA). Sendo este representado pela equação:

$$\begin{aligned}
& (1 - \phi_1 \beta - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_p B^{Ps}) \cdot (1 - B)^d (1 - B^s)^D y_t = \\
& = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \cdot (1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) \varepsilon_t \\
& \phi(b) \Phi(B^s) \Delta^d \Delta_s^D y_t = \theta(B) \Theta(B^s) \varepsilon_t \\
& (3)
\end{aligned}$$

Para verificar se o modelo selecionado é adequado, deve ser realizada a análise de resíduos e a avaliação da ordem do modelo.

Na última etapa da metodologia de Box & Jenkins, que consiste na realização de previsões da série Z_t em instantes de tempo posteriores a n , isto é, os valores prováveis $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k}$ onde k é o horizonte de previsão. A previsão de Z_{t+k} , para $k=1,2,\dots$ será denotada por $\hat{z}_t(k)$ e é definida como esperança condicional de Z_{t+k} dados todos os valores passados, isto é:

$$\hat{z}_t(k) = E(Z_{t+k} | z_t, z_{t-1}, \dots). \quad (4)$$

A diferença entre $\hat{z}_t(k) - z_{t+k}$ é chamada de erro de previsão k passos à frente e denotado por e_{t+k} .

Na modelagem, utiliza-se o princípio da parcimônia, isto é, seleciona-se o modelo com o menor número de parâmetros possíveis e, na construção do modelo, utilizou-se o ciclo iterativo, que é uma estratégia de construção de vários modelos, até que seja encontrado o mais satisfatório (GUJARATI, 2000).

Utilizou-se o *software Forecastpro For Windows (FPW)*, a fim de conhecer o comportamento do número de vacas leiteiras e da produção de leite no Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/RS de 1974 a 2010 e obter um modelo para a previsão.

Resultados e discussão

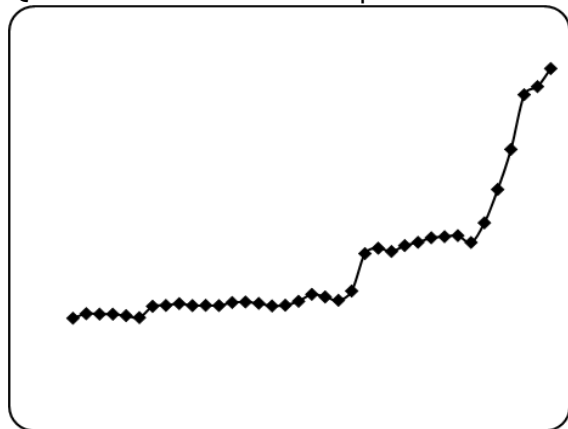
“A cadeia láctea gaúcha apresenta-se como grande produtora nacional, e seu nível de competitividade a situa entre as mais eficientes do País” (MONTROYA e FINAMORE, p. 2010). Os mesmos autores afirmam que a cadeia láctea gaúcha possui pouco mais de 7% do PIB do agronegócio do Rio Grande do Sul, além de estar fortemente ligada ao setor urbano, possuir processos produtivos modernos e seu desempenho é considerado como setor-chave para o desenvolvimento econômico do Estado. Diante disso, é importante a realização de projeções para colaborar com o desenvolvimento do setor produtivo de leite e para identificar o crescimento ou a

estabilização de renda para as pessoas que dependem dessa atividade produtiva.

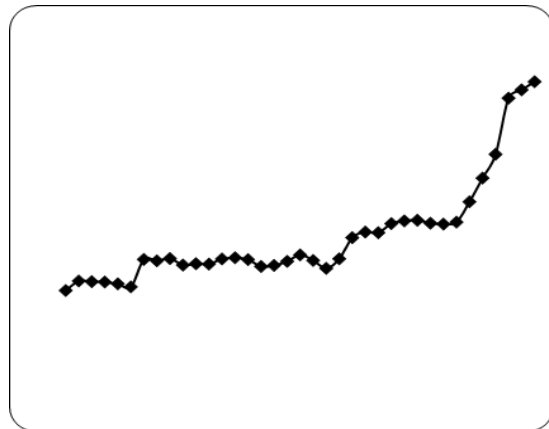
Inicialmente, para verificar o comportamento dos dados históricos da quantidade de litros de leite produzido e do número de vacas leiteiras ordenhadas na região do Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/RS, foi construído o gráfico temporal das duas séries. Verificou-se que, a partir do ano de 1996, este setor teve um acréscimo no decorrer dos anos (Figura 3). O novo cenário da pecuária leiteira, após o início dos anos 90, em conjunto com o avanço das técnicas de alimentação e manejo, tem levado os criadores a buscar a racionalização da criação de animais, com o emprego de métodos eficientes e econômicos que reflitam em maior oferta de leite a menor custo para o mercado (SOARES *et al.*, 2004).

Figura 3: Quantidade de litros de leite e número de vacas ordenhadas no COREDE - Rio da Várzea/RS

Quantidade de litros de leite produzido



Número de vacas ordenhadas



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados da pesquisa.

Desde a década de 90, as políticas macroeconômicas acarretaram no crescimento da concorrência, cuja consequência foi o aumento das variações nos preços e, diante dessa conjuntura, a produção leiteira teve que buscar a elevação da produtividade e da qualidade do leite (BRASIL e MÜLLER, 2009).

Os gestores necessitam dispor de conhecimentos e habilidades para alcançar novas formas de vantagem competitiva, isto é, conhecer o contexto em que sua atividade econômica está inserida. Conforme Godinho e Carvalho (2009), o gerenciamento da produção leiteira “não é apenas da

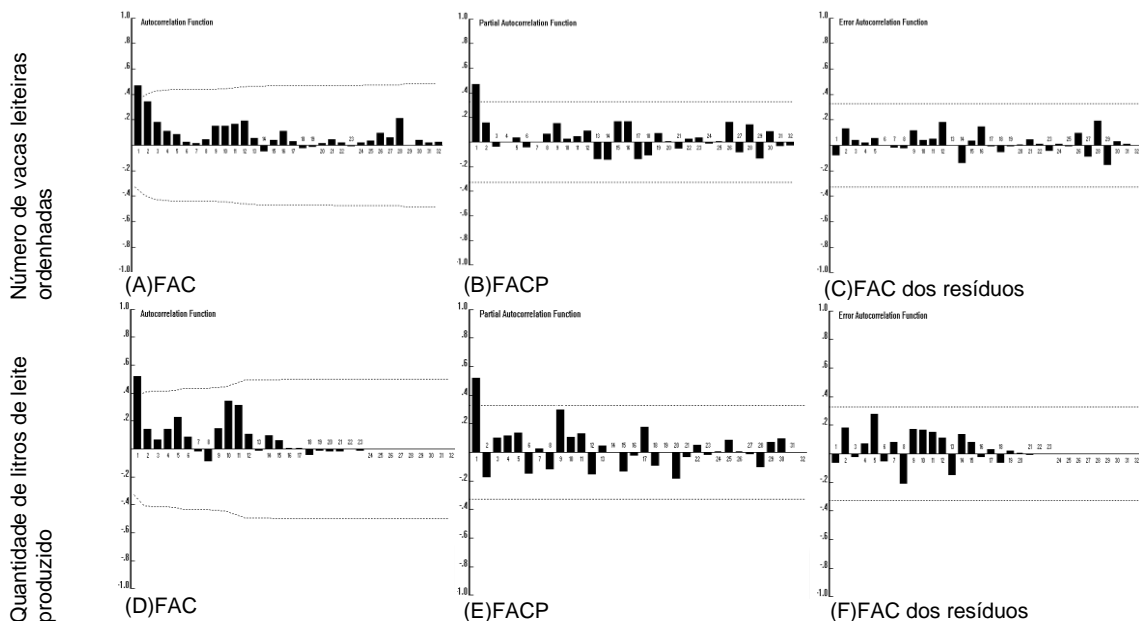
produção em si, mas de toda a atividade, que se desenvolve antes, durante e depois da produção”.

Neves *et al.* (2011) salientam que é necessário injetar investimentos para melhorar os recursos forrageiros, elevar a produção por vaca ordenhada e maximizar a ocupação das pastagens; como contrapartida, aumentará a produtividade da terra e das receitas por venda de leite por hectare.

Na modelagem dos dados do número de vacas leiteiras e da produção de leite no Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/RS, foram retirados os três últimos dados das séries, isto é, do ano de 2008, 2009 e 2010, sendo ajustados vários modelos e realizada a previsão para os três valores que foram retirados, verificando e comparando os modelos que apresentaram um menor erro de previsão com base nos valores reais e preditos.

Realizou-se, posteriormente, a modelagem com todos os dados, considerando o modelo definido anteriormente. Foram construídos os correlogramas para a identificação da estrutura dos modelos, isto é, a função de autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação parcial (FACP). Na (Figura 2) e na construção dos correlogramas da série não diferenciada, constata-se que na FAC e na FACP, a série pode não ser estacionária, necessitando da realização de diferenciação (diferença da série de t para $t-1$). Foram modelados vários modelos, com e sem diferenciação. Quando encontrados os modelos significativos, procedeu-se para a verificação das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP) de cada modelo, verificando se os resíduos não se apresentam autocorrelacionados. As FAC e FACP, que satisfizeram esta condição e encontraram-se dentro dos limites de confiabilidades, foram os modelos selecionados [ver Figura 4(A e B)]. Concomitantemente, foram observados os resultados dos testes estatísticos, BIC (*Bayesian Information Criterion ou Critéri de Schwartz*), Durbin Watson, MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), MAD (*Mean Absolute Deviation*) e a análise dos resíduos [(Figura 4(C))].

Figura 4: Função de autocorrelação e Função de autocorrelação parcial do número de vacas leiteiras ordenhadas e da quantidade de litros de leite produzido na região do COREDE Rio da Várzea/RS



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados da pesquisa.

Logo, para o número de vacas leiteiras, o modelo selecionado, considerado o mais parcimonioso, com uma diferenciação, foi um ARIMA (1,1,0), cuja estimativa do coeficiente ϕ foi de 0,4767. Na estatística *Durbin Watson*, obteve-se o valor próximo a dois, demonstrando que não há evidência de correlação serial nos resíduos. Quando observada a estatística BIC, que leva em conta o número de parâmetros, este foi de 3326, um dos menores. O MAPE foi de 0,07025 e o MAD de 2077, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Modelos propostos para do número de vacas leiteiras ordenhadas e para a quantidade de litros de leite produzido na região do COREDE Rio da Várzea/RS

Variável	Modelo	Parâmetros	BIC	MAPE	MAD
Número de vacas leiteiras ordenhadas	ARIMA(1,1,0)	ϕ =0,4767 (0,0001)	3326	0,07025	2077
Quantidade de litros de leite	SARIMA (1,0,1)*(0,0,1) ₁₂	θ =0,8819 (0,00018)	6143	0,05891	3287

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da pesquisa.

Na modelagem da quantidade de leite produzido, também foi realizada uma diferenciação, tornando a série estacionária. No processo de identificação da ordem do modelo, observou-se a função de autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação parcial (FACP) [(Figura 4 (D e E)]. O modelo mais parcimonioso foi um SARIMA (0,1,1)*(0,1,0)₁₂, sendo $\theta = -0,8819$. Foram, também, realizados os testes de *Durbin Watson* em que se obteve um valor próximo a dois, e a estatística BIC, igual a 6143. O MAPE foi de 0,05891 e o MAD de 3287 (Tabela 1).

Também é apresentada a FAC dos resíduos do modelo selecionado, foi observado um comportamento aleatório, sem apresentar defasagem significativa, isto é, um ruído branco, confirmando a adequação do modelo [Figura 4 (F)]. Existe a necessidade de analisar a produtividade da atividade leiteira, pois, com ela, o produtor passa a conhecer e aplicar, de maneira inteligente e econômica, os fatores de produção (LOPES *et al.*, 2004). Este setor, nos últimos anos, tem sofrido consideráveis modificações estruturais exigido consequentemente mudanças na gestão técnica e econômica (RIBEIRO *et al.*, 2009).

O setor leiteiro está cada vez mais especializado e exigente, o produtor deve se adaptar e acompanhar esses progressos (LOPES *et al.*, 2011). Frente a mudanças no setor econômico no Brasil, os produtores de leite, precisam se tornar competitivos e eficientes, desta maneira necessita-se de mecanismos para uma gestão que controle adequadamente o sistema de custo, gerenciando informações para a tomada de decisões (LOPES *et al.*, 2004).

Tabela 2: Previsões para a produção de leite e número de vacas leiteiras

	Ano	Intervalo Confiança Limite inferior	Previsão	Intervalo Confiança Limite superior
Número de vacas	2011	64998.035	71291.133	77584.227
	2012	60564.457	71787.945	83011.430
	2013	56501.938	72024.789	87547.641
Produção leite (em mil litros)	2011	164091,672	178329.328	192566.984
	2012	149966.422	180308.328	210650.234
	2013	142589.297	183068.328	223547.359

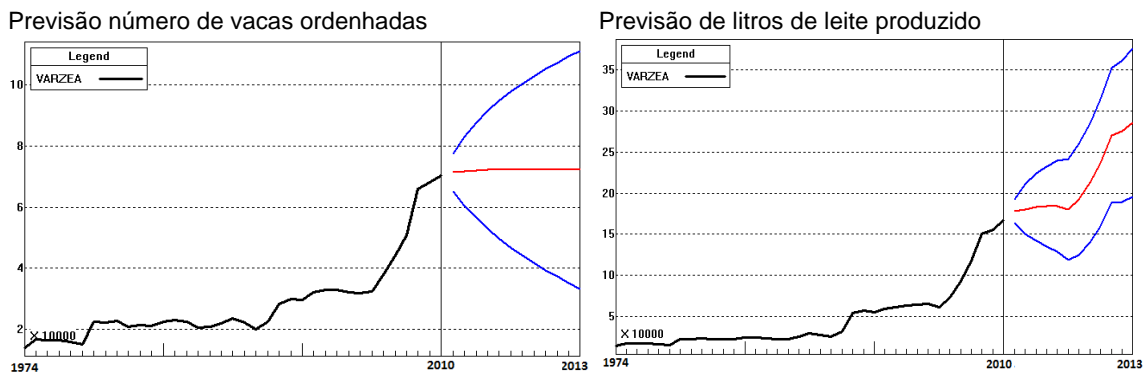
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da pesquisa.

O gerenciamento eficaz do empreendimento rural gera um crescimento viável, fortalece os negócios para momentos de dificuldade e, da mesma forma, prepara para futuras oportunidades (OAIGEN; BARCELLOS; CHRISTOFARI, 2006). A determinação das condições de eficiência econômica e dos níveis de escalas de produção na pecuária leiteira pode indicar a correta alocação dos recursos produtivos e auxiliar no estabelecimento de políticas públicas que considerem as diferenças regionais neste sistema produtivo (LOPES; REIS; YAMAGUCHI, 2007).

São mostradas as previsões do comportamento da produção de leite e do número de vacas leiteiras no Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea/RS, para o período de 2011 a 2013 (Tabela 2 e Figura 5).

A seguir, é demonstrada na Figura 5 a série dos dados e a previsão para a produção leiteira e o número de vacas ordenhadas no COREDE Rio da Várzea/RS.

Figura 5: Série dos dados e previsões para a produção de leite e número de vacas leiteiras ordenhadas na região do COREDE Rio da Várzea/RS



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados da pesquisa.

Ações em relação à extensão e às políticas públicas devem atentar para a capacitação e a profissionalização dos demais subsistemas da pecuária leiteira, bem como para o aperfeiçoamento da capacidade gerencial do setor produtivo (LOPES *et al.*, 2007). No Brasil, os sistemas de criação bovinos apresentam fortes contrastes de uma região para outra. Desta forma, a tarefa de analisar os efeitos da intensificação do processo produtivo da pecuária brasileira necessita da identificação dos contextos regionais em que ocorrem os diferentes sistemas de produção no Brasil (MARTINS-COSTA; TOURRAND; PIKETTY, 2009).

Considerações finais

Além disso, os resultados deste estudo são importantes e podem ser utilizados por gestores do setor de produção leiteira, no sentido de favorecerem o planejamento e criarem estratégias para a demanda do mesmo. Os modelos encontrados podem servir de ferramenta para os produtores de leite.

Cabe ressaltar que a implantação dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento no Rio Grande do Sul tem a função de auxiliar na gestão da cadeia produtiva leiteira em um nível regional, buscando o desenvolvimento de todas as partes envolvidas, criando parcerias com a política local e, conseqüentemente, dando subsídios direcionados à realidade do setor leiteiro.

A gestão, em nível regional, torna-se um importante fator para a criação de novas estratégias para o desenvolvimento da produção leiteira,

levando em conta as peculiaridades e o contexto diferenciados em que se encontram as regiões.

A realização desta pesquisa permite afirmar que tomar decisões com base em informações armazenadas, comprovadas e tabuladas e, a partir delas realizar análise estatística, modelagem e projeções, constituem-se em ferramentas necessárias e indispensáveis à gestão, que favorecem a obtenção de resultados positivos e, conseqüentemente, geração e agregação de valor.

Referências

ALLEBRANDT, S. L. et al. **Gestão social e cidadania deliberativa: uma análise da experiência dos Coredes no Rio Grande do Sul, 1990-2010.** Cadernos EBAPE.BR, v. 9, n. 3, p. 914-945, 2011.

BRASIL, C. E. A.; MÜLLER, C. A. S. Análise quantitativa aplicada ao setor produtivo leiteiro no município de Jaru/RO. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 18-25, 2009.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis: forecasting and control.** San Francisco: Holden-Day, 1970.

BÜTTENBENDER, P. L.; SIEDENBER, D. R.; ALLEBRANDT, T. S. L. Conselhos Regionais de Desenvolvimento (Coredes) RS: articulações regionais, referenciais estratégicos e considerações críticas. **Desenvolvimento Regional em debate**, ano 1, n. 1, dez. 2011.

CHADDAD, F. Cooperativas no agronegócio do leite: mudanças organizacionais e estratégicas em resposta à globalização. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 69-78, 2007.

CÔRTEZ, S. M. V. O governo do estado como protagonista da regionalização e da participação: o caso Rio Grande do Sul - 1991 a 2003. **Caderno CRH**, Salvador, n. 39, p. 83-103, jul./dez. 2003.

COSTA, Z. F.; BUENO, O. C. Análise das eficiências energética e econômica de dois diferentes sistemas de produção de leite bovino em explorações familiares. **Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 8, n. 2, p. 361-375, maio/ago. 2012.

EMBRAPA. **Principais países produtores de leite no mundo: 2010.** Acesso em: 29 de abril de 2013. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tababela0212.php>>.

FARINA, E. M. M. Q. *et al.* Private and public milk standards in Argentina and Brazil. **Food Policy**, v. 30, n. 3, p. 302-315, 2005.

FAVA, V. L. Metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados. In: VASCONCELOS, M. A. S.; ALVES, D. (Org.). **Manual de econometria: Nível Intermediário**. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

GODINHO, F. R.; CARVALHO, R. C. R. Gestão de sistemas de produção de leite. **Ciência et Práxis**, v. 2, n. 3, p. 61-66, 2009.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

HAMILTON, D. J. **Times series analysis, library of congress cataloging-in-publication data**. New Jersey: Princeton Press, 1994.

HUNT, D. *et al.* Comparação de indicadores de desempenho de produtores de leite localizados dentro e fora de assentamentos de reforma agrária no Triângulo Mineiro. **Revista Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 1, p. 211-248, 2009.

LOPES, M. A. *et al.* Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na Região de Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1177-1189, 2004.

LOPES, M. A. *et al.* Resultados econômicos de sistemas de produção de leite com diferentes níveis tecnológicos na região de Lavras/MG nos anos 2004 e 2005. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 252-260, jan./fev. 2009.

LOPES, P. F.; REIS, R. P.; YAMAGUCHI, L. C. T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 3, p. 567-590, 2007.

LOPES, M. A. *et al.* Estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite no Município de Nazareno, MG. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 58-69, 2011.

MARIN, S. R.; CAVALHEIRO, A. G.; ANSCHAU, D. Sazonalidade do preço do leite no Rio Grande do Sul (1986-2009). **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 361-364, 2011.

MARTINS, M. S.; SAUGO, A. Caracterização da rede urbana da Região Funcional de Planejamento nove do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica: Tempo, Técnica e Território**, v. 3, n. 1, p. 81-104, 2012.

MARTINS, P. C. **Políticas públicas e mercados deprimem o resultado do sistema agroindustrial do leite**. 2002. 217 p. Tese (Doutorado) - Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP: Universidade de São Paulo, 2002.

MARTINS-COSTA, T. V.; TOURRAND, J. F.; PIKETTY, M. G. Custos de Produção e Emissões de Gases Efeito Estufa na pecuária de corte do Rio Grande do Sul/Brasil: Uma aplicação do modelo AGRIPCCORTE. IN: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47, Porto Alegre, **Anais... SOBER**. Porto Alegre, 2009.

MONTGOMERY, D. C.; JOHNSON, L. A. **Forecasting and time series analysis**, New York: McGraw-Hill, 1976.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Características dos produtores de leite do RS: uma análise a partir do Corede Nordeste. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 37, n. 4, p. 213-224, 2010.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. **Previsão de séries temporais**. 2 ed. São Paulo: Atual, 1987.

NEVES, A. L. A. Caracterização dos produtores e dos sistemas de produção de leite no perímetro irrigado de Petrolina/PE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 209-223, 2011.

NEUMANN, M. *et al.* Gestão de propriedades leiteiras familiares da região Centro-Sul do paran, com ênfase no planejamento forrageiro. **Revista Publicao**, Guarapuava, v. 2, n. 2, p. 7-17, 2009.

NORO, G. *et al.* Fatores ambientais que afetam a produo e a composio do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1129-1135, 2006.

OAIGEN, R. P.; BARCELLOS, J. O. J.; CHRISTOFARI, L. F. Anlise da sensibilidade da metodologia dos centros de custos mediante a introduo de tecnologias em um sistema de produo de cria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 6, p. 1155-1162, 2006.

REIS, C. N. Excluso social e atividade produtiva: a dinmica socioeconmica dos Coredes do estado do Rio Grande do Sul. **Anlise**, v. 16 n. 1 p. 45-65, 2005.

RIBEIRO, A. B. *et al.* Produo e composio do leite de vacas Gir e Guzer nas diferentes ordens de parto. **Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 46-51, 2009.

RODRIGUES, L. G.; ALBAN, L. Tecnologias de produo de leite utilizadas no Extremo-Oeste Catarinense. **Revista de Administrao, Contabilidade e Economia**, Unoesc, v. 12, n. 1, p. 171-198, jan./jun. 2013.

RODRIGUES, M. H. S. *et al.* Análise de eficiência dos produtores de leite do município de Rolim de Moura, no estado de Rondônia. **Gestão & Regionalidade**, v. 27, n. 79, jan./abr. 2011.

SANTOS, J. A.; VIEIRA, W. C.; BAPTISTA, A. J. M. S. Eficiência técnica em propriedades leiteiras da microrregião de Viçosa-MG: uma análise não-paramétrica. **Organizações Rurais Agroindustriais**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 162-172, 2005.

SEIDEL, E. J. *et al.* Métodos estatísticos aplicados à avaliação da qualidade da matéria-prima e classificação dos fornecedores de uma indústria de laticínios. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 1, p. 3-28, 2011.

SEPLAG. **Consulta Popular**. 2013. Disponível em: <http://www.consultapopular.rs.gov.br/conteudo_puro.asp?ta=1&modo_exibicao=&cod_menu=31>. Acesso em: 27 abr. 2013.

SOARES, C. A. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com farelo de trigo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2161-2169, 2004. (Supl. 2).

SOUZA, J. B. L.; ALVES, A. F. Especialização produtiva e retornos associados para os produtores de leite. **Economia & Tecnologia**, ano 6, v. 23, out./dez. 2010.

SILVA, Z. F. *et al.* Características do sistema de produção de leite da Microrregião de Imperatriz, no Estado do Maranhão. **Revista Ciência Agrárias**, v. 55, n. 2, p. 92-97, abr./jun. 2012.