

Previsão de Demanda (PD): Utilização da Técnica Média Móvel em um Laticínio

Denislaine Regina Cordeiro (Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR) denislaine.rc@gmail.com

Priscilla Bassetto (Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR) pri_bass@hotmail.com

Márcia de Fátima Moraes (Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR) marciamoraes.engenharia@gmail.com

Thays J. Perassoli Boiko, (Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR) thaysperassoli@bol.com.br

Rony Peterson da Rocha (Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR) ronypeterson_eng@hotmail.com

Resumo:

Um dos maiores desafios das organizações atualmente é tornar-se e manter-se competitiva no mercado. Para isso, a área de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), que é responsável pela coordenação e alocação eficiente dos recursos produtivos para decidir quanto, quando, quem e o que produzir e/ou comprar, desempenha um papel fundamental. Diversas são as atividades desempenhadas no PPCP, dentre essas, a Previsão de Demanda (PD) destaca-se de forma relevante, uma vez que, a partir dessa pode-se realizar diversos planos, tais como: Plano de Produção; Plano Mestre da Produção; dentre outros. A PD busca prever o futuro e planejar as ações de vendas. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi testar algumas técnicas de PD que melhor se adéque para a linha de produção do queijo mussarela produzido em um laticínio. O estudo de caso ocorreu *in loco* e virtualmente, os resultados foram avaliados através de relatórios de vendas entre os anos de 2015 a 2017, e a tabulação dos dados foi realizada no *Microsoft Office Excel*. De acordo com os resultados, a técnica mais viável foi a de Média Móvel (para 2 períodos).

Palavras-chave: Métodos Matemáticos, Previsão de Demanda, Produção.

Demand Forecast (PD): Use of the Moving Average Technique in a Dairy

Abstract

The biggest challenge of the association is to become and remain competitive in the market. For this, it is an area of Planning, Programming and Production Control (PPCP), which is responsible for managing debt and resources for decision purposes when, who and what produces and / or purchases, plays a fundamental role. The diversities are the activities occupied in the PPCP, among these, Demand Forecasting (PD) presents itself in a relevant way, since, even plans can be made, such as: Production Plan; Master Production Plan; Leaders. A PD seeks the future and plans the sales actions. This sense to the sell the test of technical production in the production of petroleum the cheese of mozzarella produced in the dairy. The case study took place locally and virtually, the results were analyzed through sales reports between the years 2015 to 2017, and a tabulation of the data was performed in *Microsoft Office Excel*. According to the results, the most viable technique was Mobile Average (for 2 periods).

Keywords: Mathematical Methods, Demand Forecasting, Production.

1. Introdução

Com a competitividade cada vez mais acirrada entre as organizações, as mesmas, buscam melhorias contínuas em seus processos de produção, de modo, que para desenvolver essas ações de melhorias, é fundamental informações do futuro, principalmente em relação ao quesito de demandas dos seus produtos no mercado. Nesse contexto, uma área relevante é o Planejamento, Programação e Controle de Produção (PPCP).

O PPCP é um departamento de apoio responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos, desenvolvendo assim, atividades importantes na solução dos planos propostos nos níveis estratégico, tático e operacional de uma organização (TUBINO, 2007).

Dentre as atividades designadas pelo PPCP, nesse artigo, o foco é investigar a Previsão de Demanda (PD). A PD é fundamental para o planejamento estratégico da produção vendas e finanças de uma organização, pois, através de suas técnicas/métodos de previsão, ajuda a desenvolver os planos de capacidade, fluxo de caixa, vendas, produção e estoques, mão-de-obra, compras e dentre outras (ZANELLA, VIEIRA E BARICHELLO, 2015).

Muitas organizações não possui um departamento de PCP formal, desenvolvendo assim, a PD baseada nos históricos de vendas, e/ou nas experiências dos próprios gestores, uma vez que muitos desses apresentam pouco conhecimento no assunto. Desta forma, segundo Zanella, Vieira e Barichello (2015) a PD permite aos gestores destes sistemas, prever o futuro das vendas e planejar adequadamente suas ações.

Assim, o objetivo desse artigo é desenvolver um estudo de caso em um laticínio localizado na região centro-oeste do estado do Paraná. A empresa, até então, tem tomado suas decisões de PD baseado em históricos de vendas dos anos anteriores, ou seja, sem auxílio de um método/técnica de PD adequado. O objetivo geral da pesquisa foi testar algumas técnicas de previsão de demanda para um dos produtos fabricados na empresa, sendo este, o “queijo mussarela” apresentando o maior faturamento de vendas em relação aos demais produtos. Os objetivos específicos foram: (a) escolher um produto relevante, sendo este o queijo mussarela para o resultado da empresa; (b) realizar análises gráficas das vendas, entre os anos de 2015 a 2016, do produto; (c) testar algumas técnicas disponíveis na literatura; e (d) fazer a análise da melhor técnica a ser utilizada pela empresa de acordo com a análise do erro de previsão.

O presente artigo está estruturado em cinco seções. Na primeira seção apresentaram-se os objetivos e uma visão simplificada do que é o PPCP e a PD. Na segunda seção é apresentada uma fundamentação teórica mais profunda sobre PD. Na terceira seção é apresentada a metodologia. Na quarta seção encontram-se os resultados e discussões do assunto abordado e, por fim, na quinta seção encontra-se a conclusão do estudo e as referências bibliográficas.

2. Fundamentação teórica

Um modelo de Previsão da Demanda (PD) pode ser dividido em cinco etapas básicas, sendo inicialmente, i) a definição do objetivo do modelo; ii) coletar e analisar os dados; iii) seleção das técnicas de previsão mais apropriada; iv) cálculo da previsão de demanda; e com forma de *feedback* v) monitoram-se e atualizam-se os parâmetros empregados no modelo através da análise do erro de previsão (TUBINO, 2007).

A primeira etapa do modelo de PD consiste em definir a razão pela qual se necessita de previsões, ou seja, define o produto ou família de produtos que será previsto, de acordo com o grau de acuracidade e detalhe da previsão e dos recursos que estarão disponíveis nessa previsão (TUBINO, 2007). A PD pode ser feita em dois níveis, sendo o primeiro para as

famílias de produtos (Família Agregada) e o segundo para produtos individuais (Família Desagregada) (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Na etapa de análise e coleta de dados históricos do produto, que tem o propósito de identificar e desenvolver a técnica de previsão que melhor se adapte, devem ser tomados alguns cuidados, sendo eles, a) quanto maior a quantidade de dados históricos coletados, mais confiável a técnica de previsão será; b) os dados devem buscar a caracterização da demanda pelos produtos da empresa, que não é necessariamente igual às vendas passadas; c) quando a variações da demanda, devem ser diagnosticadas e trocadas por valores médios; e d) o tamanho do período de consolidação dos dados tem influencia direta nas escolhas de técnicas de previsão mais adequada (TUBINO, 2007).

Para a seleção das técnicas de PD mais apropriada, existem técnicas qualitativa e quantitativa. Os métodos qualitativos envolvem a intuição, experiência e julgamento de profissionais com relação às demandas futuras de produtos ou serviços, já os métodos quantitativos são representados por modelos matemáticos e estatísticos (SLACK *et al.*, 2007). Nesse trabalho a pesquisa será ressaltada apenas no emprego de técnicas quantitativas.

Serão apresentadas (Quadro 1) algumas dessas técnicas/métodos quantitativos de PD de acordo com as definições de autores apresentados na literatura.

Métodos Quantitativos	Descrição dos Métodos e Autor(es)
Médias Móveis	Consiste no cálculo da média dos valores mais recentes, sendo que a cada período o valor mais antigo é substituído pelo mais recente, modificando a média (MORETTIN; TOLOI, 2006). Para Tubino (2009) é importante, para remover influências de variações aleatórias dos dados, assim, é aconselhável a combinação de valores extremamente baixos e altos gerando uma previsão mais precisa.
Suavizamento exponencial	Consiste em uma atribuição de um peso para cada valor da série temporal, de forma que os valores mais recentes recebem ponderações maiores e os pesos decaem exponencialmente em direção ao passado (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2001). Esse método procura eliminar as variações exageradas que ocorreram em períodos anteriores (PINTO, 2014).
Exponencial Móvel	Calcula a previsão de demanda relacionando pesos às demandas anteriores, porém, este método requer apenas a previsão do último período (F_t), a Demanda para esse período (D_t) e uma constante de suavização, chamada de alfa α , que deve ser um valor entre 0 e 1 (AGGENS, 2013). Neste modelo as previsões de demanda são realizadas com base em três dados, sendo: a última previsão de demanda, o valor mais recente e a constante α de suavização. Esta técnica aplicação melhor em séries temporais (PEREIRA <i>et al.</i> , 2006).
Linear Fuzzy	Trata o problema de tomada de decisão sob metas e restrições, representa a flexibilidade dos valores da função objetivo e a elasticidade das restrições (INUIGUCHI, 1997).
Séries Temporais	A análise da previsão de uma série temporal pode ser feita através das previsões de seus componentes, que podem ser: a sazonalidade, a tendência, entre outros (VERÍSSIMO <i>et al.</i> , 2012).
Box Jenkin	“técnica estatística mais precisa, relaciona uma classe de modelos estatísticos aos dados e adapta o modelo a série temporal usando distribuições posteriores de Bayesian” (CHASE, JACOBS E AQUILANO, 2004). Esse método realiza uma regressão da série de dados no tempo, que é testada estatisticamente e modificada até ficar satisfatório (PINTO, 2014).
Regressão Linear Simples	Há um relacionamento funcional entre variáveis correlacionadas. Um parâmetro (variável independente) é usado para prever outro (variável dependente), de modo linear (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004). Objetivo encontrar uma equação linear de previsão, do tipo $Y = a + bX$, onde, Y é a variável dependente a ser prevista e X a variável independente da previsão (TUBINO, 2009).

Quadro 1 – Alguns modelos de Previsão da demanda e suas respectivas descrições. Fonte: Autores (2018).

Por fim, na última etapa, é feito o monitoramento do modelo através do cálculo e acompanhamento de erro da previsão, para que se tenham sempre previsões confiáveis da demanda. Dentre os vários indicadores de erros existentes, nesse trabalho a pesquisa será enfatizada apenas na utilização do indicador do Erro Médio Absoluto (MAD), que segundo Chase; Jacobs e Aquilano (2004) “é a diferença entre a demanda real e a prevista, é a média de erro das previsões utilizando valores absolutos, medindo a dispersão de alguns valores observados a partir de algum valor esperado”.

A equação para o cálculo do valor do MAD segundo Tubino (2007):

$$MAD = \frac{\sum |D_{real} - D_{prevista}|}{n} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: D_{atual} = Demanda ocorrida no período; $D_{prevista}$ = Demanda prevista no período; n = número de períodos.

3. Revisão de literatura

Para revisão de literatura, selecionou-se 18 artigos com conteúdos relacionados aos objetivos dessa pesquisa. O Quadro 2 apresenta um breve resumo destes artigos.

Autor e ano	Breve descrição dos trabalhos
Rodrigues, Borges e Falcão (2007)	Apresenta um modelo de Previsão de Demanda (PD) para planejamento de contratação de energia elétrica de concessionárias de distribuição do Brasil objetivando o horizonte do curto prazo de modo a se obter a menor despesa com compra de energia. A PD foi aplicada em uma empresa de setor elétrico de médio porte, no emprego de modelos de previsão Linear Fuzzy. O modelo mostrou-se eficaz na segurança e qualidade do serviço prestado pela empresa.
Gonçalves; Bez e Novaes (2007)	Os autores apresentam modelos econométricos de PD, que incorporam diversas variáveis socioeconômicas e as variáveis do modelo gravitacional clássico. No procedimento de calibração fez-se uso da regressão linear múltipla e da regressão de erros absolutos utilizando os <i>softwares</i> Minitab e EGPA-FR. Os resultados serão usados pela ANTT para a geração de cenários com estimativas do volume de movimentações, e conhecimento para transporte interestadual por ônibus.
Mattos <i>et al.</i> (2008)	Este trabalho apresenta um modelo tipo econométrico + insumo - produto para previsões de longo prazo do consumo de energia por setor de atividade no Brasil. A metodologia integra modelos econométricos de séries temporais com modelos de insumo-produto. Dentre os resultados levantados, um relevante obtido foi à conexão entre modelos vetoriais auto regressivos com ou sem mecanismos de correção de erros e modelos de insumo-produto fechados ou abertos.
Velásquez, Franco e García (2009)	Os autores buscaram comparar o desempenho do modelo ARIMA, um perceptrão multi-camada e uma rede neural autorregressiva para prever a necessidade mensal de eletricidade na Colômbia para o mês seguinte. Os dados foram divididos em dois grupos, o primeiro para estimar os parâmetros do modelo e o segundo para a capacidade de previsão por fora da mostra de calibração. Os resultados mostraram que a rede neural autorregressiva é capaz de prever a procura com maior precisão que os outros dois modelos, quando a totalidade dos dados é considerada.
Bouzada e Saliby (2009)	Descreveram por meio do estudo de um caso o problema da PD de chamadas para um determinado produto no <i>call center</i> de uma grande empresa, utilizando um modelo de Regressão Múltipla com variáveis <i>dummy</i> e implementado no <i>Solver Total View</i> . Esse modelo apresentou ganhos de acurácia da ordem de 3 pontos percentuais para o período estudado, quando comparado com a ferramenta anteriormente em uso.
Oliveira <i>et al.</i> (2010)	Objetivo foi o desenvolvimento de uma modelo previsão do consumo residencial de energia elétrica no Brasil. Dentre os métodos de PD existentes. Abordou a PD em umas empresas de setor elétrico, no emprego do <i>Solver EVIEWS</i> na implementação do modelo Séries Temporais para o período analisado. As elasticidades preço e renda de longo prazo da demanda residencial de energia elétrica foram de -0,3912 e 0,9649 respectivamente.

Quadro 2 – Revisão de literatura sobre Previsão de Demanda. Fonte: Autores (2018). (continua...).

Autor e ano	Breve descrição dos trabalhos
Junior <i>et al.</i> (2010)	Analisaram como a Tecnologia de Informação pode ajudar o segmento de bebidas a ajustar sua PD. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso, em uma empresa de bebidas carbonatadas de grande porte. Para avaliação dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo e a utilização de modelos Séries Temporais, Média móvel, Exponencial Móvel, no emprego do <i>Solver Forecast</i> . Como principais resultados, destacam-se melhorias no nível dos estoques, na ruptura e no nível de serviço.
Ribeiro <i>et al.</i> (2010)	Apresentaram a construção de um modelo de previsão para preços à vista de <i>commodities</i> agrícolas com base em um modelo hierárquico. Para obtenção dos resultados foi utilizado o método redes neurais. Analisou-se o comportamento do modelo por meio de <i>commodities</i> : soja, álcool e açúcar. Os resultados sugerem que o modelo pode ser uma ferramenta útil para entender os mercados e para previsão de preços de curto prazo.
Queiroz <i>et al.</i> (2012)	Realizaram um estudo sobre previsão para tomada de decisão empresarial em uma indústria moveleira da região de Criciúma-SC. A metodologia utilizada fundamenta-se nas modelos de séries temporais (Holt e Holt-Winters; e ARIMA (Auto Regressive Integrate Moving Average)). O modelo ARIMA não se mostrou eficiente no caso analisado, sugerindo-se a utilização do método de Holt, a fim de estimar o número de produtos a ser vendido e que, uma vez que a incorporação de novos dados irá permitir confirmar a existência ou não da sazonalidade.
Mancuso e Werner (2014)	Verificaram como as redes neurais artificiais (RNA) e o modelo de combinação por regressão se comportam frente a uma série de dados reais. Aplicado aos dados de demanda dos serviços na área de auditoria médica, três técnicas de previsão foram avaliadas: RNA, Box-Jenkins (ARIMA), alisamento exponencial; e três combinações foram consideradas: média simples (aritmética), variância mínima e regressão. A combinação por regressão obteve as previsões mais acuradas, mas as previsões obtidas com RNA não apresentaram o mesmo destaque.
Neumann <i>et al.</i> (2014)	Apresentaram um novo modelo para a PD de inovações radicais baseada em simulação de Dinâmica de Sistemas que combina conceitos do modelo de difusão de Bass e do modelo de escolha discreta. O modelo proposto pode ser facilmente parametrizado através da <i>Conjoint Analysis</i> e foi testado em escala real no mercado alemão de carros elétricos. Os resultados obtidos colocam em evidência o potencial da abordagem proposta, auxiliando na compreensão dos principais fatores na escolha desse produto.
Werne e Martins (2015)	O estudo apresenta uma série percentual da quantidade de procedimentos ambulatoriais não aprovados para pagamento pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em relação ao total apresenta do a este sistema. Foi realizado uma investigação para comparar o desempenho de previsões desta demanda. Os métodos utilizados foram: modelo de suavização exponencial e redes neurais artificiais, métodos de combinação de previsões pela média e por regressão. O método de combinação por regressão apresenta uma pequena superioridade em relação às demais técnicas.
Cecatto e Belfiore (2015)	Detectaram quais e como os métodos de previsão vêm sendo utilizados por essas empresas no setor alimentício. Os dados foram analisados por meio de técnicas estatísticas multivariadas, como análise de correspondência e análise discriminante, utilizando o <i>software</i> estatístico SPSS. Os resultados mostraram que o modelo de análise histórica é o mais utilizado, que os principais fatores que influenciam a escolha do modelo são tipo de produto e tempo despendido, e que as maiores dificuldades são disponibilidade de <i>softwares</i> e dificuldade no entendimento.
Blanck e Bandeira (2015)	Analisaram a capacidade de atendimento de um Centro Cirúrgico, por meio de modelagem matemática e de pesquisa aplicada realizada em um hospital de Porto Alegre (RS). A metodologia utilizada foi de pesquisa-diagnóstico, a partir da qual foi desenvolvido um modelo de programação linear inteira. Os resultados do experimento sugerem que o aumento de número de salas do Centro Cirúrgico não se configura como mandatório para comportar a nova PD.
Medeiros <i>et al.</i> (2016)	Desenvolveram dois sistemas de PD para uma subestação real, por meio de uma Redes Neurais Artificiais (RNA) e um sistema de inferência Fuzzy. O caso estudado foi a subestação de Itaporanga, em uma empresa no setor elétrico, e os valores de potência ativa entre os anos de 2008 e 2013, obtidos por meio de medições de um sistema de aquisição e monitoramento de dados (SCADA), que formaram os dados das séries temporais. Os dois sistemas alcançaram resultados significativos com valores de MAPE abaixo de 4 %.

Quadro 2 – Revisão de literatura sobre Previsão de Demanda. Fonte: Autores (2018). (continua...).

Autor e ano	Breve descrição dos trabalhos
Juárez <i>et al.</i> (2016)	Nesse estudo, os autores apresentaram uma empresa com tendência de crescimento dedicada ao armazenamento de produtos perecíveis, e identificaram que as previsões aplicadas atualmente não contemplam tecnologias metodológicas. O presente artigo incorpora tecnologias de previsões de séries temporais no volume de receitas e despesas em uma câmara frigorífica. De acordo com os resultados, foi possível estimar o volume de armazenamento para prever os requisitos de pessoal e materiais necessários para a mobilidade dos produtos.
Costa, Santana e Fernandes (2016)	Buscaram descrever o processo de PD de uma microempresa que fabrica materiais esportivos, e verificar se o método adotado para a PD na empresa é eficaz ou não. Buscou descrever o método de Suavização Exponencial e Mínimos quadrados utilizado na empresa. Os resultados em relação aos dois métodos se mostraram satisfatórios para a empresa competir no mercado.
Ortiz, Mendes e Figueiredo (2016)	O estudo de caso foi em uma empresa de remanufatura de extintores de incêndio localizada no sudeste brasileiro para aplicação dos modelos suavização exponencial e Box- Jenkins para previsão de retorno de matéria-prima. Os resultados do estudo apontaram que os modelos, apesar de normalmente não apresentarem bons níveis de adequação, neste caso, apresentaram níveis aceitáveis de precisão. O nível de adequação pode estar associado a estabilidade e consolidação do setor de remanufatura de extintores de incêndio no Brasil e da legislação do setor.

Quadro 2 – Revisão de literatura sobre Previsão de Demanda. Fonte: Autores (2018). (fim).

A revisão de literatura foi fundamental para o embasamento do estudo realizado, para a estruturação do trabalho utilizando-os como base metodológica para o mesmo. Com a elaboração da pesquisa, foi possível identificar que a PD desenvolve um papel importante nas organizações, por auxiliar em várias áreas e por possibilitar prever o futuro e planejar suas ações, por meios de modelos matemáticos, estratégias e *softwares*.

4. Metodologia

O presente trabalho foi realizado em um laticínio de pequeno porte situado no estado do Paraná. Trata-se de um estudo de caso pautado em uma pesquisa quantitativa, pelo fato de trabalhar com técnicas de previsões de demanda quantitativas/modelos matemáticos.

Para realização da Previsão de Demanda (PD) no laticínio, os dados necessários foram coletados a partir de entrevistas semiestruturadas e da análise dos registros de dados da empresa. Através da entrevista com a proprietária da empresa, obteve-se a autorização para o estudo e adquiriu-se as informações relacionados ao histórico de vendas para o produto queijo mussarela do período de janeiro de 2015 a dezembro de 2017.

As técnicas quantitativas/modelos matemáticos utilizados para o cálculo da PD foram: Regressão Linear Simples e Média Móvel para 2 e 3 períodos. Ambas seguem uma modelagem matemática que serão apresentadas segunda a ótica dos autores.

O objetivo da Regressão Linear Simples para Tubino (2007) Consiste encontrar uma equação linear de previsão do tipo:

$$Y = \alpha + bX \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: Y é a previsão da demanda no período; α é a ordenada à origem; b é o coeficiente angular e X é o período de previsão.

E os coeficientes α e b podem ser obtidos das equações já apresentadas:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (\text{Eq. 4})$$

De acordo com Lustosa *et al.* (2008) a Média Móvel é a média aritmética de “n” períodos anteriores, em que, à medida que um novo valor é incorporado a série, o valor mais antigo é descartado, de acordo com a equação 5.

$$F_t(t+k) = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad k = 1, 2, \dots \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde D_j representa a demanda real no período j e n , a quantidade de períodos considerado.

Em seguida, utilizando a ferramenta *Excel*, foram adicionadas nas planilhas os dados referentes à demanda e pelas equações 1, 2, 3, 4 e 5, os resultados foram encontrados.

A pesquisa classifica-se quanto aos meios, bibliográfica, pois, para a elaboração deste trabalho, utilizaram-se livros, artigos científicos, dissertações, teses e trabalhos de graduação sobre PD.

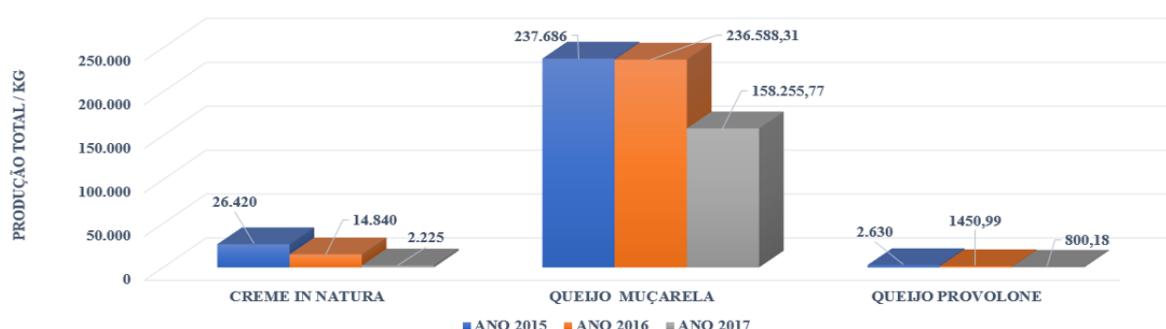
A busca por trabalhos foi realizada em âmbito nacional e em três bases de dados com publicações indexadas: *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Science Direct* e *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*. Realizou-se um levantamento de artigos, o qual foi pesquisado trabalhos com as seguintes palavras chaves “Previsão de Demanda (PD), Técnicas de PD, Método de PD, Modelos de PD” entre os anos de 2007 a 2017. Apenas 18 trabalhos foram selecionados, pois, condiziam com os conteúdos relacionados aos objetivos dessa pesquisa sobre PD.

5. Estudo de caso

5.1 Descrição da empresa

O presente estudo realizou-se em um laticínio de médio porte, com um corpo de 15 funcionários distribuídos em uma linha de produção que contempla os seguintes produtos: Creme de Leite, Queijo Provolone Defumado e Queijo Muçarela. Na Figura 1 apresenta-se a produção total (kg) em cada ano (2015, 2016 e 2017) dos respectivos produtos.

Figura 1- Produção total dos produtos no ano de 2015, 2016 e 2017



Fonte: Autores (2018)

Na Figura 1, a apresentação dos dados é explícito em produção total/kg. Posteriormente, esses dados foram computados em porcentagem, levando em consideração a soma total de vendas entre os três anos (2015 a 2017) em relação ao creme in natura, queijo muçarela e queijo provolone. Tais porcentagem sendo de 6,95%; 0,73%; e 92,32% respectivamente.

De acordo com a figura 1 e analisando as porcentagens de produção dos respectivos produtos, observa-se que o produto Queijo Muçarela é considerado o carro chefe de vendas, apresentando uma demanda superior em relação aos demais produtos. Portanto, sendo a linha

de produção escolhida para a aplicação de técnicas quantitativas para a Previsão da Demanda (PD).

As PD anual realizada na empresa, é baseada nos históricos de vendas de produções anteriores e nas oscilações esperadas do mercado e sem o uso de nenhuma técnica de previsão. Deste modo, se faz necessário a execução de técnicas de PD para a empresa, permitindo assim, melhorar o direcionamento da sua produção e das suas vendas, reduzir seus custos, controlar de maneira eficiente seus estoques, além de uma série de outros itens necessários.

5.2 Resultados

Inicialmente, plotou-se um gráfico das vendas entre os anos de 2015 a 2016, com o intuito de analisarmos o comportamento de vendas do Queijo Muçarela nesse período (Figura 2).

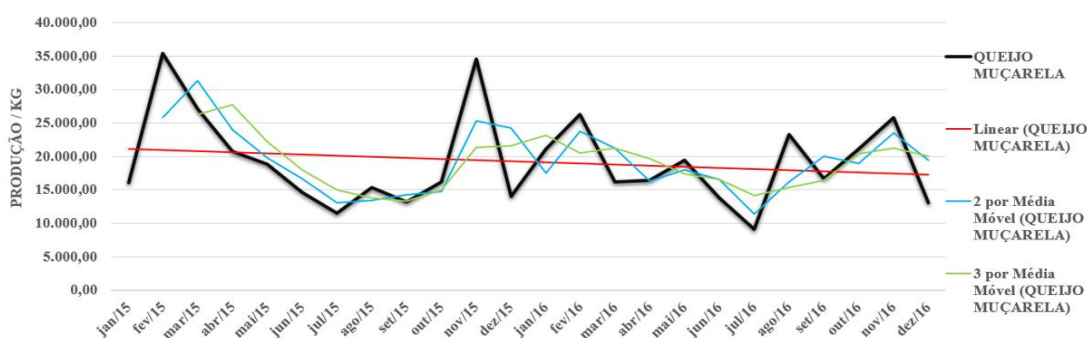
Figura 2- Demanda do Queijo Muçarela vendido entre os anos de 2015 a 2016



Fonte: Autores (2018)

Observa-se na Figura 2, que as respectivas vendas por mês seguem um comportamento temporal que se situa em torno da média (variabilidade próxima da média), mesmo apresentando alguns pontos discrepantes ao longo das unidades amostrais. Portanto, para se testar a melhor técnica/método escolheram-se dois métodos de PD, sendo eles, Média Móvel (para 2 e 3 períodos) e Regressão Linear Simples. Na Figura 3, é apresentado o comportamento da demanda prevista de ambos os métodos em relação às vendas reais da empresa (após aplicação das equações 2, 3, 4 e 5).

Figura 3- Comportamento da demanda prevista dos métodos Média Móvel e Regressão Linear em relação às vendas reais da empresa



Fonte: Autores (2018)

Com auxílio da equação 1, realizou-se o cálculo do MAD. Na tabela 1, apresentam-se os valores encontrados para ambos os métodos.

Tabela 1 – Análise dos cálculos do MAD em relação a ambos os métodos

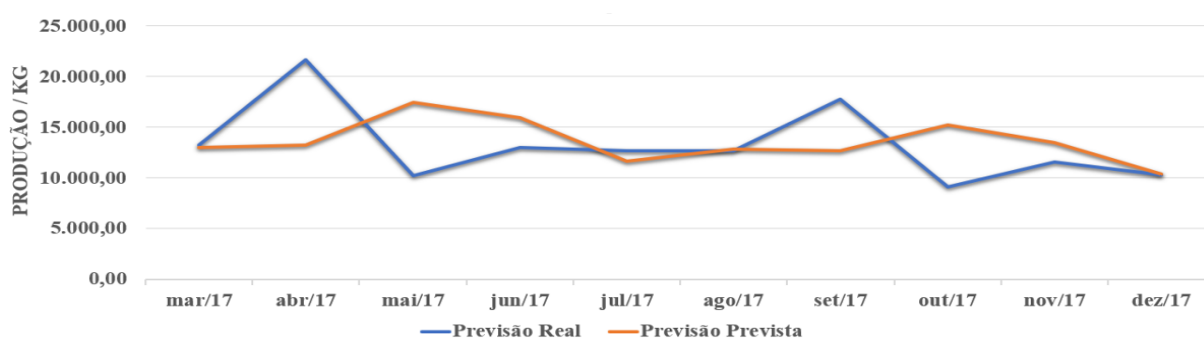
Modelo/Técnica	Erro	MAD	4*MAD
Média Móvel (2per.)	-3573,43	3328,553	13314,21
Média Móvel (3per.)	-5329,96	14243,43	56973,71
Equação Linear	-35195,81	3108,718	12434,87

Fonte: Autores (2018)

Dentre os resultados encontrados, a Média Móvel (para 2 períodos) foi o método que melhor se adaptou. Ao analisarmos a Figura 3, comprova-se de fato que este modelo é o apropriado, por apresentar um melhor comportamento de ajuste em relação aos dados real da produção da empresa.

Considerando-se a técnica de Média Móvel (para 2 períodos), desenvolveu-se o cálculo de PD da família de produtos do Queijo Muçarela para os 10 últimos meses do ano de 2017. Visando facilitar a análise dos dados, plotou-se um gráfico de comparação em relação à demanda real da empresa e demanda prevista pelo método, como demonstra-se na Figura 4.

Figura 4 – Representação gráfica dos dados da demanda histórica do Queijo Muçarela e dados de demanda prevista (ano de 2017) encontrados através do método médio móvel (para 2 períodos)



Fonte: Autores (2018)

De acordo com a análise da Figura 4 e tabela 1, o erro admitido pelo método é considerado aceitável, visto que favorece a obtenção de resultados mais concisos.

7. Conclusão

A Previsão de Demanda (PD), representa um papel relevante na tomada de decisões, por influenciar todas as demais etapas do processo produtivo. Logo, as previsões que fornecem resultados bons são indispensáveis para garantir ótimos resultados financeiros, principalmente em um laticínio, onde as matérias primas e produtos possuem curto prazo de validade.

O estudo comprova que boas previsões podem ser obtidas através de técnicas quantitativas/ modelos matemáticos, como as técnicas Média Móvel (para 2 e 3 períodos) e Regressão Linear Simples aqui utilizada. Portanto, através da análise dos dados coletados da demanda real dos anos de 2015, 2016 e 2017 foi possível realizar uma PD, cuja técnica mais viável foi a Média Móvel (para 2 períodos).

Para a previsão manter a sua acurácia e proporcionar precisões nos processos de dimensionamento da produção e capacidade, é imprescindível que os dados de vendas sejam coletados e armazenados continuamente. Acredita-se na boa implementação dessa técnica no cálculo para a previsões da empresa em relação a linha de produção do queijo muçarela, porque além de auxiliar na capacidade produtiva necessária para cada período, consequentemente atenderá melhor seus clientes na entrega dos produtos na data determinada.

Para trabalhos futuros, sugere-se a construção de novos modelos matemáticos para analisar os demais produtos não contempladas neste estudo, de forma a apresentar resultados positivos, proporcionando resultados ainda maiores para o planejamento da empresa.

8. Agradecimentos

Ao órgão Fundação Araucária pelo apoio financeiro do projeto de Iniciação Científica (IC), ao professor Orientador pelas recomendações, a Universidade Estadual do Paraná *campus* de Campo Mourão pela infraestrutura no desenvolvimento da pesquisa e a gerência do Laticínio pela autorização do Estudo de Caso.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, Alexandre. *Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico financeiro*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BLANCK, M.; BANDEIRA, D. L. *Análise da capacidade operacional de um centro cirúrgico: modelagem matemática aplicada ao dimensionamento e alocação de recursos*. In. *Produção e Operações*. 2015.

Bouzada, M. A. C.; Saliby, E. *Prevendo a demanda de ligações em um call center por meio de um modelo de Regressão Múltipla*. In. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 382-397, jul.-set. 2009.

BRUYNE, P. et al. *Dinâmica da pesquisa em ciências sociais*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

CARVALHO, L. G. *Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda: um estudo de caso em um distribuidor de produtos químicos*. 81 pag. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Puc-rio, Rio de Janeiro, 2010.

CECATTO, C.; BELFIORE, P. *O uso de métodos de previsão de demanda nas indústrias alimentícias brasileiras*. In. *Gestão & Produção*. 2015.

CECATTO, C.; BELFIORE, P. *O uso de métodos de previsão de demanda nas indústrias alimentícias brasileiras*. In. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 404-418, 2015.

CHASE, R. B.; JACOBS, E. R.; AQUILANO, N.J. *Administração da Produção para a Vantagem Competitiva*. 10ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CIFUENTES, J. C. A.; CÓRDOBA, Y. B. E. G. *Proyección de demanda: ¿este problema no es normal*. In. *Estudios Gerenciales*. 2014.

COSTA, F.; SANTANA, L. T.; FERNANDES, S. *Gestão de Estoque: estudo de caso sobre previsão de demanda em uma microempresa fabricante de materiais esportivos*. In. *Refas* – ISSN 2359-182X. v.3, n.3. Abril de 2017.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. *Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.

FREITAS, J. F.; ALMEIDA, A. V. da C.; SALES, P. R. S.; CUSTÓDIO, K. C. *Análise De Demanda Em Uma Empresa Produtora De Polpa De Açaí, Utilizando O Modelo De Media Móvel Simples*. In. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 34, 2014. Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de Outubro de 2014. Anais... XXXIV ENEGEP, 2014.

GARCIA, R. A. *Análise dos Métodos de Previsão de Demanda: estudo de caso em unidades distintas de uma escola de idiomas*. São Mateus: UFES, 2011. 89 p. – Programa de Graduação. Departamento de Engenharias e Computação, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2011.

GOMES, A. M.; ROCHA, P. R.; RIBEIRO, L. de A. GUSMÃO, L. D. V. S. de; SENNA, P. *Análise comparativa entre métodos de previsão de demanda em empresa de comércio varejista*. In. *Simpósio de Engenharia de Produção*, 22, 2015. Bauru, SP, Brasil, 9 a 11 de Novembro de 2015. Anais... XXII SIMPEP, 2015.

GONÇALVES, M. B.; BEZ, E. T.; NOVAES, A. G. *Modelos econométricos aplicados à previsão de demanda por transporte interestadual de passageiros de ônibus no Brasil*. In. *TRANSPORTES*, v. XV, n. 1, p. 24-33, junho 2007.

INUIGUCHI, M. (1997). *Fuzzy Linear Programming: What, Why and How?* Tatra Mountains Mathematical. Publications, 13: 123-167.

JUÁREZ, A. C.; ZUÑIGA, C. A.; FLORES, J. L. M.; PARTIDA, Y. D. S. *Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos.* In. Estudios Gerenciales. 2016.

JUNIOR, A. P. S.; SEGATTO, M.; CALIAR, R. C.; FIOROTTO, J. A.; BERTON, L. T. *A tecnologia da informação como suporte ao ajuste da previsão da demanda: um estudo de caso em uma empresa de bebidas carbonatadas.* In. Revista Produção Online, v.10, n.3, p. 621-648, set., 2010.

KOTLER, P. *Administração de Marketing.* Prentice Hall. 10ª edição. p. 140-143. 1991.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. *Administração de produção e operações.* 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LUSTOSA, L. J. et al. *Planejamento e Controle da Produção.* 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

Mancuso, A. C. B.; Werner, L. *Estudo dos métodos de previsão de demanda aplicado em uma empresa de auditorias médicas.* In. revista Ingeniería Industrial-Año. 13 Nº1: 99-111, 2014.

MATTOS, R. S.; PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A.; FARIA, W. R. *Integração de Modelos Econométrico e de Insumo-Produto para Previsões de Longo Prazo da Demanda de Energia no Brasil.* In. Est. econ., São Paulo, v. 38, n. 4, p. 675-699, OUTUBRO-DEZEMBRO 2008.

MEDEIROS, R. Á. O.; WINKELER, B. G. N.; VILLANUEVA, J. M. M.; RODRIGUEZ, Y. P. M.; MACEDO, E. C. T.; MACEDO, H. D. *Previsão de demanda a médio prazo aplicada em dados reais do sistema de distribuição: uma comparação entre RNA e Lógica Fuzzy.* In. Revista Principia. 2016.

NEUMANN, D.; EULALIA, L. A. S.; YOSHINO, R. T.; KLASSEN, J. *Um novo modelo de previsão de demanda para inovações radicais.* In. Production, v. 24, n. 3, p. 605-617. 2014.

OLIVEIRA, B. H. A. M.; DAMÁZIO, J. M.; LEONE, R. J. G.; LERMONTOV, M.; MACHADO, M. A. S. *Um modelo de previsão do consumo residencial de energia elétrica no Brasil.* In. Cadernos do IME – Série Estatística. V.28. p. 15- 31. 2010.

ORTIZ, E. C. M.; MENDES, J. V.; FIGUEIREDO, A. M. *Previsão em remanufatura de extintores de incêndio.* In. revista Ingeniería Industrial-Año 15 Nº2: 229-240, 2016.

PINTO, K. A. da C. *O desafio do planejamento de compra em um hospital oncológico com foco em sua previsão de demanda: estudo de caso.* In. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2014. Bauru, SP, Brasil, 10 a 12 de Novembro de 2014. Anais... XXI SIMPEP, 2014.

QUEIROZ, F. C. B. P.; HÉKIS, H. R.; PIRES, D. V.; QUEIROZ, A. J. V.; MACÊDO, D. M. *Previsão e séries temporais para tomada de decisão empresarial em uma indústria moveleira da região de Criciúma-sc.* In. Revista Catarinense da Ciência Contábil – CRCSC – Florianópolis, v. 11, n. 32, p. 26-42, abr./jul. 2012.

RIBEIRO, C. O.; SOSNOSKI, A. A. K. B.; OLIVEIRA, S. M. *Um modelo hierárquico para previsão de preços de commodities agrícolas.* In. Revista Produção Online, v.10, n.4, p. 719-733, dez., 2010.

RODRIGUES, F.F. C.; BORGES, C. L.T.; FALCÃO, D. M. *Programação da contratação de energia considerando geração distribuída e incertezas na Previsão de Demanda.* In. Revista Controle & Automação. Vol.18. 2007.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARLAND, C. HARRISON, A.; JOHNSTON, R.; *Administração da Produção.* 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, D. F. *Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.* São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, D. F. *Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.* 2. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009.

VELASQUEZ, J. D.; FRANCO, C. J.; GARCIA, H. A. *A non-linear model for forecasting the onthly demand for electricity in Colombia.* In. Estudios Gerenciales. Vol. 25. 2009.

VIEGAS, J. M. *Mestrado integrado de Engenharia Civil.* Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779576702800/transp_2011_AT5_Mod_esc_discr.pdf>. Acesso em 04 de fevereiro de 2018.

WERNER, L.; MARTINS, V. *Desempenho de técnicas e combinações de previsões: um estudo com os percentuais relacionados com o sistema único de saúde Brasileiro.* In. revista Ingeniería Industrial-Año 14 N°2: 7-14, 2015.

WRIGHT, M.; CHARIETT, D. *New product diffusion models in marketing: an assessment of two approaches.* Marketing Bulletin, v. 6, p. 32-41, 1995.

WRIGTH, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. *Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo.* In. Caderno de Pesquisa em Administração, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

ZANELLA, C.; VIEIRA, V.; BARICHELO, R. *Previsão de demanda: um estudo de caso em uma agroindústria de carnes do oeste catarinense.* In. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 11, nº 1, jan-mar/2016, p. 45-57.

ZHANG, G. P., *Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model.* Neurocomputing, v. 50, p. 159 – 175, 2003.

ZOU, H.F.; XIA, G.P.; YANG, F.T.; WANG H.Y. *An investigation and comparison of artificial neural networks and time series models for Chinese food grain prices.* Neurocomputing, v. 70, p. 2913-2923, 2007.