

APLICAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO PARA OTIMIZAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

Luciana Chaves do Nascimento

Engenheira de Produção pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
lcn2512@gmail.com

Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

Pós-Doutor em Engenharia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) e do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
engmarcelocefet@terra.com.br

RESUMO

Prever valores, em função de valores passados, tem se tornado um assunto de grande interesse tanto no meio acadêmico quanto em outros segmentos como a indústria, comércio, mercado de ações, serviço, dentre outros. Esse trabalho tem como finalidade demonstrar a aplicação dos modelos de previsão para geração de estimativas de valores futuros relacionados a quantidades. Será realizado um estudo bibliográfico a respeito dos métodos de previsão com a finalidade de se investigar quais são os mais utilizados na atualidade e as limitações e aplicações de cada um deles. Em seguida, tendo os requisitos necessários para a aplicação de cada modelo, será estudada a receita comercial futura gerada pelo quantitativo de alunos previstos baseado no histórico de entrada mensal dos últimos 3 anos de uma entidade de educação localizada no Rio de Janeiro e que oferece cursos profissionalizantes. Essa massa de dados será utilizada para a posterior criação da série histórica nas quais os modelos de previsão irão se basear. Os resultados alcançados com o modelo de previsão que melhor se ajustar a série histórica buscam melhorar a construção do orçamento de 2016 e 2017. A base de dados relacionadas neste estudo refere-se aos anos de 2013, 2014 e 2015 coletadas mensalmente.

Palavras-chave: Modelos de Previsão. Tendências. Orçamentos.

PREDICTION MODELS OF APPLICATION FOR BUDGET OPTIMIZATION

ABSTRACT

Predicting values, through the past guidelines, has become a subject of great interest both in academia and in other sectors such as industry, trade, stock market, service and others. This paperwork intends to demonstrate the application of forecasting models to generate estimates of future amounts related to quantities. It will be a bibliographic study on the forecasting methods in order to investigate which are the most used nowadays and the limitations and applications of each model, the future commercial revenue generated by the quantity of expected students based on monthly input history of the last three years of an education entity based in RJ which offers professionalize courses. This mass of data will be used for the subsequent creation of the series in which the forecast models will be based. The

results achieved with the forecast model that best fit the historical series seek to improve the construction of budget for the year 2016 and 2017. The database related in this study refers to monthly collected data during the years of 2013, 2014 and 2015.

Keywords: Forecasting Models. Tendencies. Budget.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente para uma empresa se manter no mercado ela deve ser mais precisa, enxuta e certa nas suas decisões. Um diferencial que está sendo adotado com mais frequência, atualmente por empresas de todos os portes, é a pesquisa por modelos que nos permitam prever quantitativamente uma variável e medir a qualidade dessa previsão. Através de ferramentas como essas, conseguimos antecipar cenários futuros para planejar, alocar e dimensionar recursos de modo a tentar reduzir gastos desnecessários com decisões equivocadas.

O objetivo desta pesquisa é o desenvolvimento de um modelo de previsão demandado pela necessidade que a instituição, objeto de estudo, tem em melhorar os parâmetros para a construção orçamentária de 2016 e 2017. Em especial no que se refere aos valores orçados de receita comercial e custos, pois ambos estão diretamente relacionados a entrada de novos alunos.

Através da seleção de um sistema de previsão consistente e eficaz, será possível a previsão da receita comercial futura gerada pela venda de cursos, baseada na série histórica de anos passados respeitando as suas características de sazonalidade e tendência, tornando o orçamento mensal mais assertivo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para a elaboração da pesquisa, primeiramente foi realizado um estudo bibliográfico a respeito dos métodos de previsão com a finalidade de se investigar quais são os mais utilizados na atualidade e as limitações e aplicações de cada um deles. Em seguida, tendo os requisitos necessários para a aplicação de cada modelo, foi feita a coleta dos dados referentes a entrada de alunos, e então, foi realizada a análise dessa massa de dados para posterior criação da série histórica nas quais os modelos irão se basear.

Com as séries históricas definidas em relação a quantidade de alunos dos últimos anos, foi feita a plotagem da mesma em relação ao tempo com a finalidade de verificar qual o melhor modelo a ser utilizado. Em seguida foi feita uma comparação entre eles através de seus parâmetros, erros e resultados para escolha daquele que possui maior capacidade de explicação e previsão da quantidade de alunos ao longo do tempo.

2.2 Revisão bibliográfica

Os métodos de previsão são divididos, basicamente, em duas categorias: métodos qualitativos e métodos quantitativos. Os métodos qualitativos ou subjetivos são aqueles que necessitam da utilização do conhecimento acumulado de um especialista ou de um grupo de

peças para tentar prever um provável panorama futuro. São mais indicados, principalmente, quando os dados são insuficientes ou inadequados para processar uma análise quantitativa. Esse método contempla um número considerável de desvantagens quando comparados com métodos quantitativos já que são mais tendenciosos devido à incorporação de opiniões de entrevistados ou especialistas no processo. (SPEDDING; CHANN, 2000).

Os métodos quantitativos ou objetivos são aqueles métodos com maior robustez matemática e estatística e com uma estruturação mais rígida. Através da utilização da mesma base de dados e do mesmo método, dois especialistas chegam a resultados idênticos já que não existe grau algum de subjetividade (ARMSTRONG, 1999).

Esses métodos podem ser classificados, basicamente, em métodos de séries temporais e métodos causais. Os métodos de séries temporais são os que envolvem a análise estatística de dados passados da variável a ser prevista. Já os métodos causais trabalham não só com a análise passada da variável a ser prevista, mas também com a análise de outras variáveis que possam ter influência sobre ela. Segundo Artigo de João Ricardo F. de Lima e Luciano Alves de Jesus Júnior (2011, p.1):

...podem-se retirar informações importantes sobre o comportamento (componentes) de uma série histórica: tendência, ciclos, sazonalidade e volatilidade (variações irregulares). Inicialmente, para análise da série, verifica-se a estacionariedade, ou seja, o comportamento da média, da variância e da autocovariância ao longo do tempo”.

Existem diversos modelos para se realizar a previsão de demanda através de métodos quantitativos. A escolha por um determinado modelo se dá em função do comportamento da série temporal estudada. Nesta pesquisa foram estudados os métodos de Extrapolação e tendência, cálculo do coeficiente sazonal, coeficiente de correlação e medidas de erro de previsão. Além de um breve estudo sobre controle do modelo de previsão selecionado.

2.3 Situação atual

A instituição vem demonstrando dificuldades em construir um orçamento mais assertivo ao longo dos anos, em especial no que se refere as contas que estão relacionados a entrada de alunos. As contas de custos com docentes, custos com material didático e receita estão diretamente relacionados a abertura de novas turmas e conseqüentemente a entrada de alunos. A tabela 1, com a execução orçamentária dos últimos anos, resume bem a dificuldade da instituição em compor o seu orçamento:

Tabela 1: Comparativo anual das receitas, das contas de custos com material didático e custos com docentes

Receita			
TIPO	2013	2014	2015
ORÇADO	1.265.400,00	1.418.950,00	1.744.320,00
REALIZADO	1.242.551,10	1.304.021,21	1.620.649,87
ERRO	-1,81%	-8,10%	-7,09%

Custo c/ material didático

TIPO	2013	2014	2015
ORÇADO	173.670,00	179.760,00	228.998,00
REALIZADO	192.443,73	195.399,12	242.302,78
ERRO	10,81%	8,70%	5,81%

Custo c/ Docente

TIPO	2013	2014	2015
ORÇADO	483.000,00	540.000,00	664.200,00
REALIZADO	484.014,30	551.124,00	690.768,00
ERRO	0,21%	2,06%	4,00%

Fonte: Empresa objeto de estudo, 2016

2.4 Estudo de caso

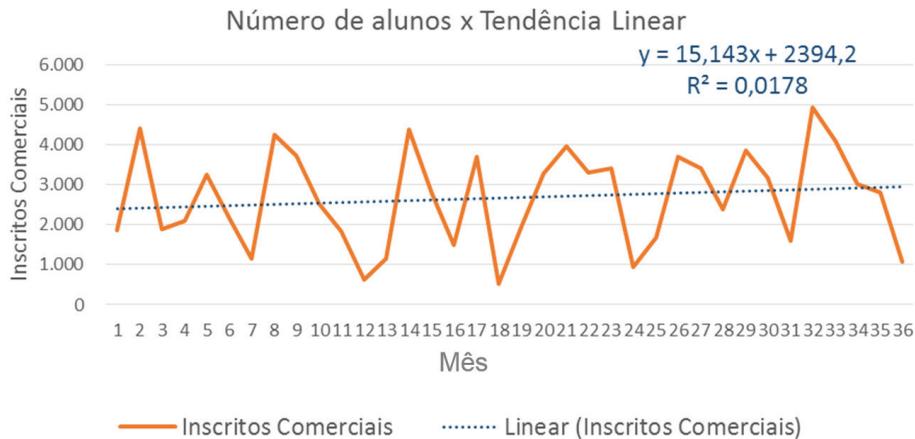
Primeiramente foi realizada a coleta de dados referente a entrada de alunos, dados esses retirados do sistema de matrícula da instituição, sendo extremamente confiáveis. O período da base de dados utilizada foi de janeiro de 2013 a dezembro de 2015. Com a base de dados foi possível a criação da série histórica nas quais os modelos irão se basear. Analisada a série histórica partiu-se para a estruturação do sistema de previsão, nos quais foram investigados os modelos julgados mais importantes para aplicação, posteriormente esses modelos tiveram suas estatísticas comparadas com a finalidade de se determinar qual melhor se adapta à realidade da instituição. Como o planejamento dos custos e receitas são a nível mensal, o período e o intervalo da previsão também foi realizada nessa mesma unidade de tempo. Por último foi traçado o gráfico de tendência para avaliação do número de alunos ao longo do tempo e para obter a respectiva função e observou-se uma tendência de crescimento de aproximadamente 15 alunos por mês.

Tabela 2: Comparativo mensal de alunos dos últimos 3 anos

MESES	2013	2014	2015	Total Geral
JAN	1.875	1.141	1.680	4.696
FEV	4.406	4.383	3.709	12.498
MAR	1.886	2.768	3.398	8.052
ABR	2.104	1.483	2.382	5.969
MAI	3.242	3.688	3.843	10.773
JUN	2.139	521	3.165	5.825
JUL	1.146	1.960	1.590	4.696
AGO	4.256	3.273	4.943	12.472
SET	3.723	3.952	4.083	11.758
OUT	2.526	3.306	3.026	8.858
NOV	1.834	3.397	2.799	8.030
DEZ	639	945	1.067	2.651
Total Geral	29.776	30.817	35.685	96.278

Fonte: Empresa objeto de estudo, 2016

Gráfico 1: Tendência para avaliação do crescimento do número de alunos a longo prazo



Fonte: A autora, 2016

2.4.1 Análise da série temporal

A série temporal foi analisada e predita com o auxílio do Pacote Office mais especificamente do Excel (2010).

Segundo artigo de Leonardo Chechi e Fábio M. Bayer (2010, p.2)

“...a análise de séries temporais consiste em encontrar relações de dependência existentes temporalmente nos dados buscando-se identificar o mecanismo gerador da série, com o objetivo de extrair periodicidades relevantes nas observações, descrever seu comportamento e fazer previsões”

Para análise foi realizada a plotagem dos dados resultantes da coleta com a finalidade de se tentar identificar quais os principais modelos que deverão ser investigados no decorrer do trabalho. Carregando esses dados em tabela do Excel 2010 foram identificadas as seguintes equações de tendência: Linear, Logarítmica, Polinomial, Potência e Exponencial. Em seguida foi montada a média móvel e seus respectivos ajustes, calculado o Coeficiente de Sazonalidade, Coeficiente de Correlação e por fim foi calculado o Coeficiente de Determinação e o Erro Quadrático. O critério para definição do modelo de previsão foi o seguinte: Coeficiente de Determinação superior a 80% como indicativos de uma boa aderência a série e o menor Erro Quadrático.

2.4.2 Definição do modelo

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das correlações para os modelos de estudo.

Tabela 3: Resultado das correlações, coeficiente de determinação e erro quadrático dos modelos de previsão testados com a série histórica estudada

MODELOS	CORREL	R ²	EMQ
Pol.Saz	0,92	83,9%	229.910
Exp.Saz	0,91	83,3%	360.571
Linear.Saz	0,91	83,3%	239.596
Potencia.Saz	0,91	82,1%	379.440
Log.Saz	0,91	82,1%	256.796
Exp.0,1.Saz	0,89	79,4%	471.799
Exp.0,2.Saz	0,86	74,1%	487.927
Exp.0,3.Saz	0,82	67,1%	573.937
Exp.0,4.Saz	0,77	59,1%	697.508
Méd.Móv3.Saz	0,75	56,1%	1.384.650
Exp.0,5.Saz	0,71	51,1%	851.570
Exp.0,6.Saz	0,66	43,9%	1.033.259
Exp.0,7.Saz	0,62	38,0%	1.242.229
Exp.0,8.Saz	0,58	33,2%	1.480.469
Exp.0,9.Saz	0,54	29,5%	1.751.226
Aj.Exp.0,3	-0,20	4,0%	1.921.828
Aj.Exp.0,4	-0,19	3,6%	2.040.065
Aj.Exp.0,2	-0,18	3,3%	1.807.902
Aj.Exp.0,5	-0,16	2,7%	2.159.491
Méd.Móv3	-0,15	2,2%	2.640.965
Polinomial	0,14	2,1%	1.401.131
Exponencial	0,13	1,8%	1.510.509
Linear	0,13	1,8%	1.405.452
Aj.Exp.0,6	-0,13	1,7%	2.281.379
Aj.Exp.0,1	-0,10	1,1%	1.722.868
Aj.Exp.0,7	-0,10	1,0%	2.409.417
Potência	0,09	0,9%	1.527.002
Logaritmica	0,09	0,9%	1.418.684
Aj.Exp.0,8	-0,07	0,4%	2.548.528
Aj.Exp.0,9	-0,03	0,1%	2.703.533

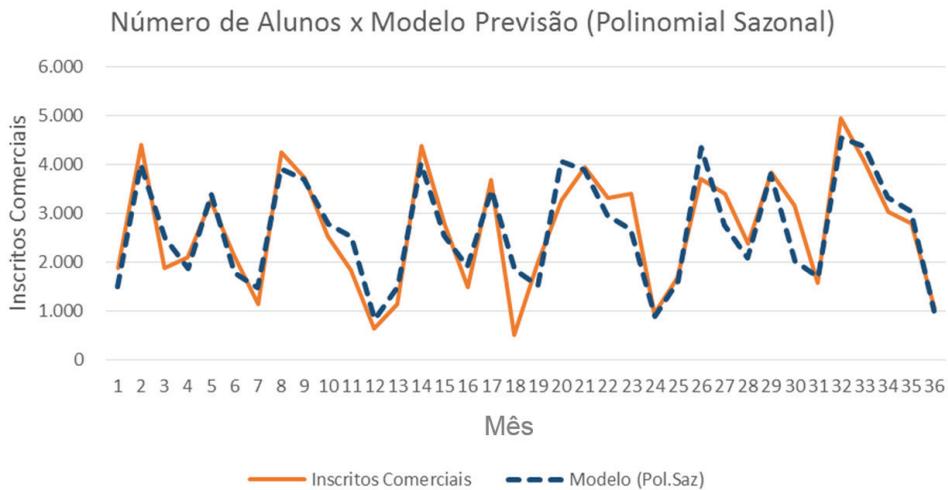
Fonte: A autora, 2016

Conforme indicado na tabela 3, o modelo que atendeu melhor aos critérios estabelecidos foi o Polinomial Sazonal. Equação Polinomial Sazonal = $Coef.Saz_{mês}(0,6722x^2 - 9,7295x + 2.551,8)$, onde x corresponde ao valor do Período Mês.

No gráfico 2 é possível notar que o modelo acompanha bem as questões de sazonalidade da série histórica.

O modelo se mostrou bem ajustado com um coeficiente de determinação em torno de 84%, ou seja, o modelo será capaz de explicar 84% da quantidade de alunos em relação ao tempo.

Gráfico 2: Comparação entre a série histórica estudada e o modelo



Fonte: A autora, 2016

A tabela 4 demonstra a quantidade de alunos previstos pelo modelo para o ano de 2016 e 2017 mensalmente. Com base nestas quantidades, atreladas ao valor médio dos cursos oferecidos e uma estimativa de evasão será possível compor o orçamento mensal de receita e custo para 2016 e 2017 respeitando sua sazonalidade e série histórica:

Tabela 4: Quantidade de alunos previstos pelo modelo para o ano de 2016 e 2017.

MÊS	ALUNOS PREVISTOS	ANO
JAN	1.831	2016
FEV	4.970	
MAR	3.174	
ABR	2.403	
MAI	4.415	
JUN	2.363	
JUL	1.980	
AGO	5.311	
SET	5.111	
OUT	3.906	
NOV	3.583	
DEZ	1.192	

JAN	2.170	2017
FEV	5.905	
MAR	3.779	
ABR	2.867	
MAI	5.278	
JUN	2.829	
JUL	2.376	
AGO	6.381	
SET	6.150	
OUT	4.706	
NOV	4.322	
DEZ	1.440	

Fonte: A autora, 2016

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como principal finalidade a tentativa de encontrar um método de previsão que melhore os parâmetros para a construção orçamentária de 2016 e 2017. Em especial no que se refere aos valores orçados de receita comercial e custos, pois ambos estão diretamente relacionados a entrada de novos alunos.

Para atingir tal objetivo, foi necessária uma pesquisa bibliográfica sobre métodos de fácil aplicabilidade que suprissem com qualidade os anseios da instituição de ensino, objeto deste estudo, com base nos dados disponibilizados pela mesma. Esse levantamento permitiu, então, que fossem discutidos os métodos qualitativos e, mais profundamente, os quantitativos. Foi realizada também uma breve pesquisa a respeito das medidas de acurácia que foram guias para a comparação e validação dos modelos durante o trabalho. Posteriormente, partiu-se para a aplicação do modelo que se mostrou mais aderente a série histórica disponibilizada.

Pode-se concluir então, que o modelo de previsão encontrado se ajustou melhor à série histórica, referente a quantidade de inscritos comerciais, conseguindo um maior grau de explicação e previsão mais acurada em relação ao método adotado anteriormente pela instituição, objeto de estudo, que usava a média aritmética da quantidade de alunos ao longo dos meses e opiniões sobre possíveis resultados de campanhas. A partir deste modelo poderá ser feitas previsões mais precisas sobre as receitas e custos futuros relacionados a entrada de novos alunos, melhorando os valores orçados e as tomadas de decisões referentes a este processo.

REFERÊNCIAS

ASSAF, Alexandre N. **Mercado Financeiro**. 10ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CHECHI, Leonardo; BAYER, M. Fabio. Modelos univariados de séries temporais para previsão das temperaturas médias mensais de Erechim. **Periódico Capes**, Rio Grande do Sul. v.16, n.12, 2012. Disponível em <www.periodico.capes.gov.br>. Acesso em: 03 de maio de 2016

GONÇALVES, Fábio. **Excel Avançado 2003/2007 Forecast: Análise e Previsão de Demanda**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2007.

KAZMIER, Leonard J. **Estatística Aplicada à Economia e Administração**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1982.

LEMOS, F. O. **Metodologia para Seleção de Métodos de Previsão de Demanda**, 2006. Tese (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LIMA, F. João Ricardo; JUNIOR, J. Luciano Alves. Análise de modelos de previsão de preços de Uva Itália: uma aplicação do modelo SARIMA. **Periódico Capes**, Ceará, p. 13-16, 2011. Disponível em <www.periodico.capes.gov.br>. Acesso em: 03 de maio de 2016

MAKRIDAKIS, S. Meta Forecasting: Ways of Improving Forecasting Accuracy and Usefulness. **International Journal of Forecasting**. v. 4, n. 3, p. 467-491, 1998.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.; HUBELE, N. F. **Estatística aplicada à engenharia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

OLIVEIRA, S. de. Um estudo em séries temporais na análise da receita nominal de vendas de veículos e motos. **Periódico Capes**, Minas Gerais, v. 7, n. 2, p. 64-73, 2012. Disponível em <www.periodico.capes.gov.br>. Acesso em: 03 de maio de 2016

QUEIROZ, P. B. Fernanda Cristina e HÉKIS, R. Hélio. Previsão e séries temporais para tomada de decisão empresarial em uma indústria moveleira da região de Criciúma – SC. **Periódico Capes**, Santa Catarina, Artigo Rev. Catarinense de ciência contábil, v11/32, p.26-42, 01/07/2012. Disponível em <www.periodico.capes.gov.br>. Acesso em: 03 de maio de 2016

RUIZ, C. C. **Estatística Aplicada à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: UERJ, 2004. (Apostila)

RUIZ, C. C. **Caderno de Engenharia Econômica: curso de especialização em engenharia econômica (pós graduação Latos Sensu)**. Rio de Janeiro: UERJ, 2011. (Apostila)

TEIXEIRA, J. A. J. **Metodologia para Implementação de um Sistema de Gestão de Estoques Baseado em Previsão de Demanda**, 2004. Tese (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.