



revista científica

LINKSCIENCEPLACE
interdisciplinar

Revista Científica Interdisciplinar. ISSN: 2358-8411

Nº 1, volume 3, artigo nº 8, Janeiro/Março 2016

D.O.I: <http://dx.doi.org/10.17115/2358-8411/v3n1a8>

ANÁLISE COMPARATIVA DE PREVISÕES DE VENDAS: O MODELO HOLT-WINTERS X PREVISÃO REALIZADA

Elpidio Oscar Benitez Nara¹

Doutor em Gestão da Qualidade e Produtividade

João Carlos Furtado²

Doutor em Computação Aplicada

Guilherme Brittes Benitez³

Mestrando em Engenharia de Produção

Luis Henrique Goerck⁴

Graduando em Engenharia de Produção

Jander Pinto⁵

Mestrando em Sistemas e Processos Industriais

Resumo

Em um ambiente de negócio, com mudanças constantes e cada vez mais rápidas, os métodos de previsão têm ajudado na orientação quanto ao direcionamento futuro. Neste sentido, a presente pesquisa trata sobre a aplicação de um modelo computacional, *software* NCSS (Number Cruncher Statistical System), para realização das previsões de vendas de uma empresa de manufatura de brinquedos. Na implementação do modelo *Holt-Winters* multiplicativo, foram realizados levantamentos e análises preliminares dos dados de previsões de vendas passadas dos cinco principais produtos, priorizados por classificação ABC, simulado os dados de previsões para comparar com as vendas que ocorreram, e projetado a previsão

¹ Universidade de Santa Cruz do Sul, Mestrado em Sistemas e Processos Industriais, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, elpidio@unisc.br

² Universidade de Santa Cruz do Sul, Mestrado em Sistemas e Processos Industriais, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, jcarlosf@unisc.br

³ Universidade de Santa Cruz do Sul, Mestrado em Sistemas e Processos Industriais, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, guilherme.benitez@hotmail.com

⁴ Universidade de Santa Cruz do Sul, Mestrado em Sistemas e Processos Industriais, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, luisgoerck@yahoo.com.br

⁵ Universidade de Santa Cruz do Sul, Mestrado em Sistemas e Processos Industriais, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, jpjanderjp@yahoo.com.br

dos produtos priorizados para os três próximos anos. Após realização do estudo de caso, verificaram-se bons resultados de acurácia dos dados passados das previsões realizadas, onde a representatividade das previsões geradas pelo *software* NCSS superaram os valores de 0,75 para R^2 , onde validou-se a metodologia. **Palavras-chave:** Método de previsão; *Holt-Winters* multiplicativo; *Software* NCSS.

Abstract

In a business environment, with constant and increasingly rapid changes, the forecasting methods have helped in guidance on the future direction. In this sense, the present research deals with the application of a computational model, NCSS software (Number Cruncher Statistical System), to carry out the sales forecasts of a toy manufacturing company. The implementation of the Holt-Winters multiplicative model, surveys and preliminary analyzes of forecasts data from past sales of the five major products, prioritized by ABC classification, simulated data to compare forecasts with sales that occurred were performed, and designed the prediction of products prioritized for the next three years. After completion of the case study, there were good results of accuracy of the passed data of forecasts made, where the representativeness of the forecasts generated by the NCSS software exceeded the values from 0,75 to R^2 , which validated the methodology.

Keywords: Forecasting methods; Holt-Winters multiplicative; NCSS software.

INTRODUÇÃO

Com o crescente nível de competitividade no mercado globalizado, pode-se afirmar que o planejamento das atividades, na busca da otimização dos recursos aplicados em uma empresa, é um dos principais objetivos dos gestores. A previsão, principalmente com os avanços da tecnologia em *softwares*, apresenta como uma ferramenta capaz de prever as necessidades futuras do mercado, tornando as decisões mais eficazes. Esta orientação perpassa toda a organização, influenciando as áreas de manufatura, de finanças, de marketing e de recursos humanos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

A previsão de vendas é importante para que todas as atividades necessárias ao processo industrial sejam adequadamente programadas. Apesar das previsões serem importantes e úteis para o planejamento das atividades, elas apresentam erros em suas estimativas. Dessa forma, deve-se ter muito cuidado na escolha do

modelo de previsão com o objetivo de minimizar os erros (MARTINS; LAUGENI, 2005).

As incertezas das previsões e os erros correspondentes provêm de duas fontes: a primeira refere-se ao mercado, que geralmente apresenta instabilidade e, portanto, baixa previsibilidade, e a segunda corresponde à eficácia do sistema de previsão de vendas, que se baseia nas informações coletadas no mercado e em dados históricos da empresa, buscando antecipar as necessidades dos clientes.

A previsão de vendas fornece informações aos gerentes, permitindo melhorar a eficácia na tomada de decisão. Mesmo com erros associados a esse processo, torna-se importante para o gerente estabelecer uma prática de revisão frequente dessas previsões, buscando escolher a metodologia que melhore a acurácia dos resultados, dentro de um custo aceitável.

Nesta pesquisa, para minimizar os erros das previsões de vendas da empresa estudada, foram simuladas previsões de demanda através do uso do *software* NCSS, e comparados os resultados com as vendas de produtos realizadas. Os dados utilizados referem-se ao volume de venda mensal dos principais produtos priorizados por classificação ABC, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2013.

1. Fundamentação teórica

1.1 Previsão de vendas

A previsão de vendas é uma forma de estimar a demanda futura, antecipando o que os compradores provavelmente irão fazer em um determinado conjunto de condições. A previsão de vendas fornece uma estimativa da demanda por produtos individuais, que quando integrado com o plano de produção, representa a necessidade de produção necessária, para a geração do plano mestre de produção, gerando os dados e a quantidade dos produtos finais para a empresa. O processo de monitorar e de integrar estas informações é chamado de gestão da demanda (CAVALHEIRO, 2003).

O método de previsão de vendas é o conjunto de procedimentos para a coleta, processamento e análise das informações que visa gerar uma previsão de vendas futuras. Com isto, os métodos de previsão de vendas devem ter algumas

informações como as apresentadas na Figura 1 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001):

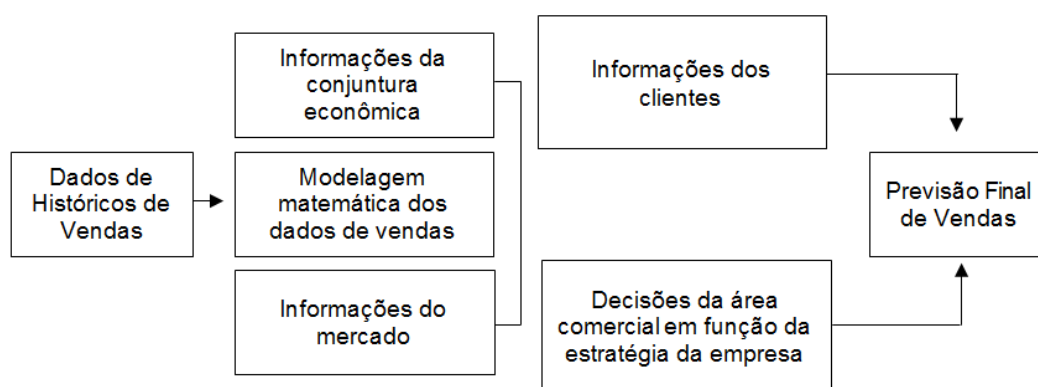


Figura 1 – Método de previsão de vendas

Fonte: Adaptado de Corrêa, Giansesi e Canon (2001), p 247.

Esse tipo de método inicia por meio de séries temporais ou modelos causais dos dados históricos das vendas. Podem-se considerar outras variáveis que ajudam a estudar o comportamento passado das vendas. Informações adicionais sobre o mercado, os clientes e sua situação econômica, afetam a previsão de vendas. Pensando nisso, utiliza-se o tratamento estatístico, através de pacotes de ferramentas computacionais que ajudam a empresa no tratamento dos dados históricos, combinando com a percepção de mercado, para a previsão mais precisa (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2003). A realização da previsão de vendas pode revelar as tendências de mercado e ajudar na elaboração do planejamento estratégico da empresa, além de contribuir na solução de problemas á curto prazo (WERNER; RIBEIRO, 2003).

Apesar das previsões de vendas fornecerem dados e informações para os gestores, permitindo a eles maior eficiência na execução de suas atividades, deve-se salientar que em todas as previsões existem erros devido há alguns fatores que não podem ser previstos e tratados com segurança. Com isto, é fundamental que periodicamente seja feita uma revisão nas previsões, com o objetivo de buscar o melhor método para realização das previsões e com custo razoável.

1.2 Métodos de previsão

O método de previsão de vendas implantado nas empresas pode submeter-se a diversos fatores, dentre eles: horizonte de previsão, que podem ser de curto, médio ou longo prazo, existência de dados passados, precisão da acurácia dos

dados, disponibilidade de orçamento e pessoas qualificadas para operar o método implantado (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

As técnicas e métodos de previsão são usualmente classificados em dois grupos. No primeiro se encontram os modelos baseados na opinião de pessoas, denominado métodos qualitativos. No segundo, estão os métodos quantitativos, utilizado no presente trabalho no qual são divididos em séries temporais e métodos causais, que geram previsões baseadas em técnicas estatísticas e quantitativas.

1.2.1 Métodos qualitativos

Métodos de previsão de vendas qualitativos baseiam-se a partir da opinião e julgamento de especialistas, onde tem sua fundamentação através de executivos, conhecimento do pessoal de vendas e perspectiva dos clientes. Estes métodos são bastante utilizados quando não existe um histórico de dados passado dos determinados produtos ou quando há lançamentos de novos produtos.

Kahn (2002) realizou estudos onde sugerem que tomadores de decisão preferem utilizar os métodos qualitativos ao invés dos métodos quantitativos. Os responsáveis pela tomada de decisão não estão familiarizados com métodos quantitativos e a aplicação de métodos qualitativos cria um sentimento de controle e de posse sobre o sistema de previsão (SANDERS; MANRODT, 1994; GOODWIN, 2002). Um dos métodos qualitativos mais utilizados para previsão das vendas é o método de Delphi, apresentado em RITZMAN e KRAJEWSKI (2004). Para esta pesquisa, serão apresentados os seguintes métodos de previsão de vendas: método Delphi, pesquisa de mercado e análise de cenários.

1.2.2 Métodos quantitativos

Métodos quantitativos utilizam modelos matemáticos para análise dos dados, como maneira de realizar a previsão, permitindo a obtenção de demandas iguais com diferentes especialistas (MOREIRA, 2004). Estas previsões futuras são construídas a partir de informações de históricos disponíveis, para elaboração dos modelos matemáticos. Tais métodos podem trabalhar com grandes volumes de informações, mas possuem a desvantagem de não prever mudanças estruturais dos dados históricos que formam as séries temporais, o que prejudica sua aplicação

(LUSTOSA; et al., 2008).

2. Metodologia

Para realização da metodologia, foram seguidos passos baseando nas metodologias propostas por Turrioni e Pereira (2012), Cauchick *et. al.* (2010) e Morabito e Pureza (2009).

A Figura 2 ilustra o fluxograma da metodologia aplicada:

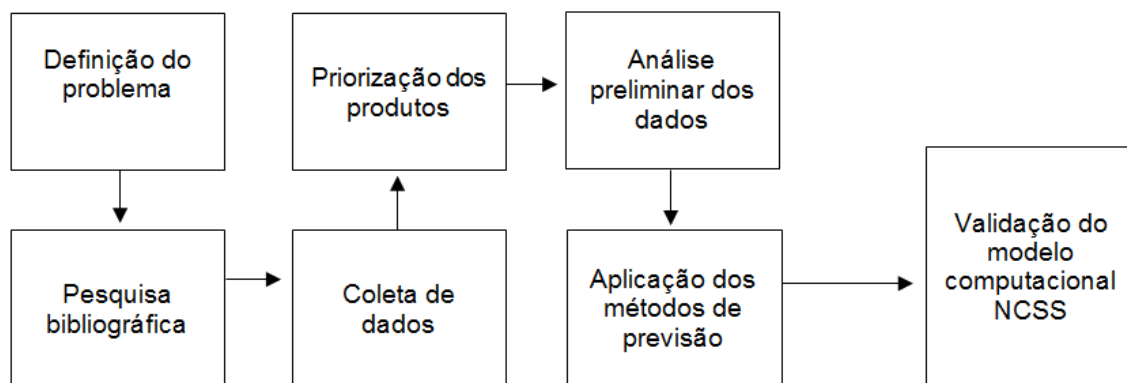


Figura 2 – Metodologia proposta para implementação do modelo de previsão de vendas

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

2.1 Definição do problema

O trabalho desenvolvido em uma indústria manufatura de brinquedos, no estado do Rio Grande do Sul, utilizou-se a comparação de dois *softwares* para auxiliarem na previsão de vendas na empresa.

A empresa realiza suas previsões de vendas baseadas praticamente em histórico de vendas passadas e opiniões dos gestores da área de vendas. Com auxílio de planilhas eletrônicas (Excel), os dados das vendas realizadas são armazenados, e consultados para a realização de previsões futuras. Com a inclusão de um modelo computacional, objetiva-se aumentar a confiança e a eficiência nas predições futuras.

2.2 Pesquisa bibliográfica

Após a definição do problema, realizou-se uma pesquisa referente ao assunto

de previsão de demanda, através de buscas em livros, dissertações, monografias e artigos, com objetivo de formar uma base teórica sobre o assunto, para melhor aplicação do estudo na empresa estudada.

2.3 Coleta de dados

Para implementação do *software* na previsão de vendas da empresa, realizou-se primeiramente uma coleta de dados passados de previsões e vendas realizadas, com objetivo de realizar análises da acurácia das previsões passadas. Foram coletados dados referentes aos últimos cinco anos, ou seja, dados de janeiro de 2009 a dezembro de 2013. Além disto, foram realizadas entrevistas com os gestores da área de vendas para obtenção de informações referentes a fenômenos observados nos dados coletados.

2.4 Priorização dos produtos

A empresa possui uma gama de aproximadamente 850 produtos, divididos em linhas de jogos, brinquedos, triciclos, bolas, dosificadores, reservatórios de sementes, entre outros. Após a coleta dos dados de vendas e previsões realizadas, é gerada uma classificação ABC (PARETO), considerando a quantidade vendida e o valor de cada produto, para priorização dos principais produtos, ou seja, produtos que geraram maior valor nas vendas, denominados produtos da classe A (KRAJEWSKI; RITZMAN, 2002), onde utilizou-se somente os 5 principais produtos, para análise e implantação do *software*.

2.5 Análise preliminar dos dados

Na etapa de análise preliminar dos dados, são comparados os dados de demanda e previsão dos 5 principais produtos ao longo dos últimos cinco anos. A comparação consiste em demonstrar a diferença das previsões geradas e as vendas realizadas neste mesmo período, para os produtos em estudo. Nesta etapa foram gerados gráficos para ilustrarem melhor a diferença das demandas reais, que é tratada como erro de previsão.

2.6 Aplicação dos métodos de previsão

Nesta etapa o objetivo é implantar métodos de previsão de demanda através das análises realizadas nos dados de demanda passada. Com auxílio do *software* NCSS, são possíveis de serem implantados os métodos de previsão: *Box-Jenkins*, *Holt*, *Holt-Winters*, Regressão Linear, Suavização Exponencial, entre outros.

No trabalho em questão, utilizou-se o NCSS para aplicação do modelo de suavização exponencial de *Winters*, o qual fornece previsões de demanda obtidas através do cálculo de médias móveis exponencialmente ponderadas. Nestes modelos as observações mais recentes na série temporal recebem maior peso de importância na previsão da demanda futura. Estes modelos são mais adequados quando se verificam na amostra tendência linear e sazonalidade, que é o caso dos dados coletados no histórico de vendas dos produtos priorizados da empresa analisada.

O modelo adotado foi o *Holt-Winters* multiplicativo, que segundo Pellegrini e Fogliatto (2007) é apresentado com as seguintes fórmulas matemáticas:

$$\text{Previsão:} \quad F_{t+m} = (L_t + btm) S_{t-s+m} \quad (1)$$

$$\text{Nível:} \quad L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + bt-1) \quad (2)$$

$$\text{Tendência:} \quad bt = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)bt-1 \quad (3)$$

$$\text{Sazonalidade:} \quad S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1-\gamma) S_{t-s} \quad (4)$$

A explicação dos modelos matemáticos, segundo Samohyl, Rocha e Mattos (2001):

F_{t+m} = previsão para o período $t+m$;

m = horizonte de previsão;

L_t = estimativa do nível da série temporal no período t ;

bt = estimativa de tendência da série temporal para o período t ;

Y_t = demanda observada;

s - comprimento da sazonalidade;

S_t = componente sazonal;

α , β e γ - parâmetros exponenciais alisadores, do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

2.7 Validação do modelo computacional NCSS

Neste estudo, para validação do *software* para a empresa, utilizou-se a comparação das previsões realizadas no passado, dentro do período estabelecido (de janeiro de 2009 a dezembro de 2013), com as vendas realizadas no mesmo período, obtendo assim a acurácia das previsões para o *software* NCSS.

O modelo (*software*) é considerado válido se os resultados obtidos são melhores ou com maior acurácia, que os resultados do processo atual na empresa de realização das previsões (HIBON, EVGENIOU, 2005).

3. Aplicações e resultados

O estudo de caso descreve a seleção de modelo de previsão de vendas de produtos já consolidados no mercado, onde possuem históricos de demanda. A Tabela 1 exemplifica o modelo de relatório gerado das vendas realizadas anualmente no período de 2009 à 2013, de vinte produtos selecionados aleatoriamente.

Tabela 1 – Relações de vendas realizadas de 2009 a 2013

Desc.	2009 Real	2010 Real	2011 Real	2012 Real	2013 Real	Venda (2009/2013)	Preço médio	Valor Total
Prod. 833	8.178	4.810	10.025	8.741	0	97.589	R\$ -	R\$ -
Prod. 515	11.189	10.560	16.177	12.151	6.800	56.877	R\$ 1,46	R\$ 83.211,05
Prod. 579	6.542	3.824	8.411	5.339	3.575	27.691	R\$ 2,02	R\$ 55.880,44
Prod. 435	21.706	21.342	15.378	11.873	6.864	77.163	R\$ 1,68	R\$ 129.633,84
Prod. 452	113.461	59.560	34.560	60.941	32.540	301.062	R\$ 0,38	R\$ 115.607,81
Prod. 511	34.821	39.821	28.664	51.091	48.900	203.297	R\$ 0,42	R\$ 85.181,44
Prod. 660	19.611	23.583	17.282	12.751	8.759	81.986	R\$ 0,35	R\$ 28.449,14
Prod. 605	41.090	28.435	56.460	49.570	27.270	202.825	R\$ 0,22	R\$ 44.621,50
Prod. 644	51.504	35.810	46.420	23.920	14.550	172.204	R\$ 0,19	R\$ 32.546,56
Prod. 557	53.625	78.070	102.009	34.325	32.696	300.725	R\$ 0,23	R\$ 67.963,85
Prod. 210	439.452	362.339	442.003	561.709	237.677	2.043.180	R\$ 0,24	R\$ 498.535,92
Prod. 587	29.694	14.550	32.232	24.385	11.352	112.213	R\$ 0,48	R\$ 53.862,24
Prod. 462	30.116	18.352	34.998	130.311	11.018	224.795	R\$ 0,48	R\$ 107.901,60
Prod. 510	22.578	15.476	26.228	137.011	15.133	216.426	R\$ 0,40	R\$ 85.704,70
Prod. 540	44.440	42.201	65.545	20.922	23.501	196.609	R\$ 0,38	R\$ 75.497,86
Prod. 493	38.638	30.587	43.593	28.523	21.822	163.163	R\$ 0,59	R\$ 95.776,68
Prod. 497	14.224	14.724	19.274	10.161	8.453	66.836	R\$ 1,40	R\$ 93.369,89
Prod. 703	826	922	394	568	500	3.210	R\$ 5,54	R\$ 17.767,35
Prod. 588	1.227	1.019	728	567	332	3.873	R\$ 13,80	R\$ 53.447,40
Prod. 463	1.260	1.626	755	653	573	4.867	R\$ 22,13	R\$ 107.682,38

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Nas colunas de 2009 até 2013, são demonstradas as vendas realizadas dentro deste período para os respectivos produtos. A coluna valor total é formada pela

venda do período de 2009 até 2013, multiplicado pelo preço médio do produto. Estes dados são utilizados para realização da classificação ABC dos principais produtos.

Após coleta dos dados de demanda de todos os produtos, classificou-se os cinco principais produtos, considerando a quantidade de venda real, dentro do período estudado, versus o preço médio de cada produto, e ordenou-se o valor resultante, na ordem decrescente. A Tabela 2 demonstra os resultados apurados dos trinta principais produtos da empresa, e a classificação ABC destes produtos destacados.

Tabela 2 – Classificação ABC dos principais produtos da empresa

Descrição	Venda (un.) (2009/2013)	Preço Médio (R\$)	Valor Total (R\$)	Classificação
Produto 01	66.195	R\$ 134,06	R\$ 8.874.101,70	A
Produto 02	330.734	R\$ 22,14	R\$ 7.321.127,82	
Produto 03	111.195	R\$ 64,53	R\$ 7.174.968,57	
Produto 04	4.387	R\$ 1.503,39	R\$ 6.595.363,16	
Produto 05	188.121	R\$ 28,81	R\$ 5.420.150,75	
Produto 06	261.226	R\$ 21,52	R\$ 5.220.100,74	B
Produto 07	295.742	R\$ 16,82	R\$ 4.974.380,44	
Produto 08	4.448	R\$ 1.076,13	R\$ 4.786.630,69	
Produto 09	86.656	R\$ 53,67	R\$ 4.650.914,18	
Produto 10	187.738	R\$ 24,37	R\$ 4.575.926,01	
Produto 11	214.168	R\$ 20,94	R\$ 4.484.249,58	
Produto 12	183.122	R\$ 22,02	R\$ 4.032.346,44	
Produto 13	2.298	R\$ 1.731,39	R\$ 3.978.727,33	
Produto 14	81.715	R\$ 48,67	R\$ 3.977.150,77	
Produto 15	13.140	R\$ 285,52	R\$ 3.751.785,36	
Produto 16	299.720	R\$ 12,31	R\$ 3.689.852,92	
Produto 17	48.331	R\$ 76,19	R\$ 3.682.097,24	
Produto 18	10.636	R\$ 328,54	R\$ 3.494.383,35	
Produto 19	6.247	R\$ 558,83	R\$ 3.490.986,02	
Produto 20	3.046	R\$ 1.104,34	R\$ 3.363.816,59	
Produto 21	148.938	R\$ 22,14	R\$ 3.297.785,20	C
Produto 22	67.647	R\$ 48,61	R\$ 3.288.455,96	
Produto 23	22.118	R\$ 146,39	R\$ 3.237.765,55	
Produto 24	478.365	R\$ 5,77	R\$ 2.759.687,69	
Produto 25	128.711	R\$ 21,43	R\$ 2.758.662,86	
Produto 26	129.446	R\$ 21,27	R\$ 2.753.834,20	
Produto 27	198.717	R\$ 13,84	R\$ 2.750.640,71	
Produto 28	32.388	R\$ 83,87	R\$ 2.716.381,56	
Produto 29	272.060	R\$ 9,82	R\$ 2.672.717,44	
Produto 30	201.680	R\$ 13,23	R\$ 2.667.218,00	

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Após classificação ABC dos produtos, identificaram-se os cinco principais produtos, classificados como A, onde foram tratados como Produto 01, 02, 03, 04 e 05.

Através da Tabela 3, observa-se o percentual de acerto das previsões

realizadas anualmente para os cinco produtos priorizados utilizando o *Holt-Winters* multiplicativo. Observa-se que nas colunas % ACERTO o método de previsão de vendas atual da empresa obteve bom resultados, chegando a sua maioria com percentuais de acertos acima de 90%.

Tabela 3 – Percentual de acerto das previsões de vendas realizadas por ano

		Produto 01	Produto 02	Produto 03	Produto 04	Produto 05
2009	Real	9.986	97.589	0	1.331	58.834
	Prev	8.650	65.606	0	894	57.644
	% Acerto	86,62%	67,23%	0,00%	67,17%	97,98%
2010	Real	13.492	69.472	33.308	822	42.415
	Prev	13.290	57.248	24.097	730	40.015
	% Acerto	98,50%	82,40%	72,35%	88,81%	94,34%
2011	Real	15.584	64.585	30.259	863	37.149
	Prev	14.198	50.522	26.723	926	37.176
	% Acerto	91,11%	78,23%	88,31%	92,70%	99,93%
2012	Real	14.291	50.987	27.879	739	25.242
	Prev	13.939	47.232	14.753	778	21.538
	% Acerto	97,53%	92,64%	52,92%	94,72%	85,33%
2013	Real	13.308	48.471	19.749	632	24.481
	Prev	14.368	43.058	16.771	600	26.471
	% Acerto	92,03%	88,83%	84,92%	94,94%	91,87%

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Para validar o modelo computacional de previsão de vendas com o *software* NCSS, foram comparados os resultados obtidos anualmente para os cinco produtos priorizados.

Na Tabela 4 são demonstrados os resultados apurados anualmente das previsões realizadas e previsões simuladas com o *software* NCSS, para os produtos priorizados:

Tabela 4 – Percentual de acerto das previsões simuladas com NCSS

		Produto 01	Produto 02	Produto 03	Produto 04	Produto 05
2009	Atual	86,62%	67,23%	-	67,17%	97,98%
	NCSS	98,58%	97,52%	-	95,52%	97,72%
2010	Atual	98,50%	82,40%	72,35%	88,81%	94,34%
	NCSS	81,29%	99,54%	79,55%	73,95%	84,70%
2011	Atual	91,11%	78,23%	88,31%	92,70%	99,93%
	NCSS	79,36%	98,97%	97,37%	96,63%	91,47%
2012	Atual	97,53%	92,64%	52,92%	94,72%	85,33%
	NCSS	95,80%	99,76%	83,68%	93,97%	74,30%
2013	Atual	92,03%	88,83%	84,92%	94,94%	91,87%
	NCSS	90,91%	99,62%	91,15%	87,83%	94,52%
Média de Acertos	Atual	93,16%	81,86%	74,62%	87,67%	93,89%
	NCSS	89,19%	99,08%	87,94%	89,58%	88,54%

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Analisando os resultados da comparação realizada na Tabela 4, nota-se que

para os produtos 02, 03 e 04, as simulações dos dados de previsões realizadas com o NCSS obtiveram percentual de acerto acima dos resultados de simulação realizado pela empresa. Na coluna Média de Acerto, percebe-se que os percentuais de acerto para os produtos 02, 03 e 04 foram de 99,08%, 87,94% e 89,58% respectivamente, sendo maiores que o percentual de acerto das previsões realizadas pela empresa, ou seja, obtiveram resultados melhores que o modelo de previsão atual da empresa.

Para os demais produtos, os percentuais de acerto nas previsões simuladas foram bons, porém a acurácia das previsões realizadas pela empresa, também estão em nível elevado de acerto, o que geram certa incerteza na credibilidade de aplicação do método computacional de previsão de vendas com o *software* NCSS.

Após a inclusão dos dados das previsões de vendas no NCSS, foram gerados relatórios e seus dados para os anos de 2014, 2015 e 2016 tabulados na Tabela 5, para análise das previsões geradas pelo *software*.

Tabela 5 – Previsão de demanda futura para três anos

	Mês												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Produto 01													
2014 NCSS	340	329	554	419	949	809	1.205	2.968	1.227	1.980	3.402	959	15.140
2015 NCSS	359	347	585	443	1.002	854	1.272	3.131	1.294	2.088	3.586	1.010	15.971
2016 NCSS	378	366	616	466	1.055	898	1.338	3.294	1.361	2.196	3.770	1.062	16.801
Produto 02													
2014 NCSS	1.468	1.944	4.191	5.584	6.092	6.071	13.591	13.921	12.103	8.298	12.574	1.752	87.589
2015 NCSS	1.277	1.688	3.634	4.833	5.264	5.237	11.701	11.961	10.380	7.102	10.740	1.493	75.310
2016 NCSS	1.086	1.433	3.077	4.083	4.436	4.402	9.810	10.002	8.656	5.906	8.906	1.234	63.030
Produto 03													
2014 NCSS	224	296	527	439	957	815	1.232	4.461	1.395	2.150	2.035	320	14.853
2015 NCSS	173	228	402	333	721	610	915	3.288	1.020	1.558	1.462	228	10.937
2016 NCSS	122	159	277	226	485	404	598	2.114	645	967	889	136	7.022
Produto 04													
2014 NCSS	34	25	33	30	33	21	28	40	44	25	59	38	408
2015 NCSS	22	16	21	18	20	12	16	22	24	13	30	18	233
2016 NCSS	10	7	9	7	7	4	4	5	4	1	1	-1	59
Produto 05													
2014 NCSS	517	408	792	792	1.517	916	1.473	2.268	1.469	1.659	2.253	488	14.552
2015 NCSS	289	221	415	399	733	421	640	921	551	565	682	127	5.963
2016 NCSS	61	34	38	7	-52	-74	-194	-426	-367	-628	-890	-235	-2.625

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Observa-se que a projeção de vendas para o produto 05, conforme dados fornecidos pelo *software* NCSS, verificou-se que o mesmo tende a ter vendas negativas ao longo de 2016, o que significa que conforme os dados de vendas nos

últimos anos, o produto está sofrendo queda nas vendas, podendo este ser retirado de linha no futuro.

Para cada simulação realizada, o NCSS informa o quanto o modelo simulado representa os dados gerados. A análise destes dados pode ser feita através do valor do *Pseudo R-Squared* (R^2), onde deseja-se encontrar valor de R^2 próximos a 1, sendo que valores maiores que 0,75 já resultam em boas previsões.

Conforme a Tabela 6, os resultados gerados pelo NCSS para os produtos simulados foram:

Tabela 6 – Resultado valor Pseudo R-Squared (R^2)

Valor de R^2	
Produto 01	0,793893
Produto 02	0,892979
Produto 03	0,801104
Produto 04	0,594799
Produto 05	0,757369

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Os resultados de ajustes obtidos na simulação dos dados dos produtos 01, 02 e 03, são valores com grande probabilidade de acerto. O produto 05 obteve valor de ajuste no limite, mas ainda indica grande probabilidade de acerto. Porém, para o produto 04, o valor de ajuste ficou abaixo de 0,75, o que se percebe é que o método de simulação utilizado não foi o mais adequado.

CONCLUSÃO

Com base nos objetivos estipulados, realizou-se uma pesquisa dos tipos de previsão de demanda, buscando apresentar de forma genérica a maioria dos modelos de previsão de demanda utilizados atualmente. Dentre os modelos de previsão de demandas, destacou-se o modelo de suavização exponencial de *Winters*, no qual as observações mais recentes na série temporal recebem maior peso de importância na previsão da demanda futura, e são mais adequados quando se verificam na amostra tendência sazonal, que é o caso dos dados coletados no histórico de vendas dos produtos priorizados da empresa analisada.

A aplicabilidade da metodologia proposta foi validada através de um estudo de caso. No estudo foram coletados dados de demanda dos produtos, e realizado classificação dos principais, definidos por Pareto, nos últimos cinco anos, período de

janeiro de 2009 ate dezembro de 2013. Nesta etapa obtiveram-se dados referentes às quantidades de cada produto vendido mensalmente e anualmente, conforme a Tabela 1, e a classificação dos cinco principais produtos, considerando a quantidade de venda real, dentro do período estudado, versus o preço médio de cada produto, conforme apresentado na Tabela 2.

Quanto à realização de análises preliminares dos dados de vendas e previsões realizadas, chega-se a conclusão que as previsões realizadas pela empresa para os produtos priorizados obtiveram bons resultados. Observando-se nas colunas de % ACERTO da Tabela 3, conclui-se o método de previsão atual da empresa, para os produtos priorizados, obtiveram percentuais de acertos acima de 90%.

Concluiu-se que o objetivo de utilizar o modelo computacional matemático, *software* NCSS para realizar as previsões passadas de vendas dos produtos priorizados, foi alcançado através da utilização do modelo de simulação de *Winters* com suavização sazonal multiplicativa, que possibilitou a geração de das previsões passadas dos produtos priorizados.

Referente à validação das previsões obtidas com *software* NCSS, chegou-se a conclusão que os resultados das previsões realizadas com o *software* NCSS, conforme a Tabela 4, demonstraram melhores resultados para os produtos 02, 03 e 04, ou seja, os percentuais de acerto das previsões para estes produtos foram superiores aos resultados das previsões realizadas pela empresa.

Para os demais produtos estudados, os percentuais de acerto nas previsões simuladas foram bons, porem a acurácia das previsões realizadas pela empresa, também estão em nível elevado de acerto, o que geram certa incerteza na credibilidade de aplicação do método computacional de previsão de vendas com o *software* NCSS para estes produtos.

Quanto a projeção da previsão de vendas dos produtos priorizados para os próximos 3 anos, apresentado na Tabela 5, concluiu-se que os resultados obtidos para os produtos estudados, transmitem as possíveis tendências que cada produto poderá sofrer, pois o *software* mantém as tendências de demanda atuais dos produtos, sendo estas demandas com tendências crescente ou decrescente.

A representatividade dos dados gerados com o NCSS foi destacada no

Quadro 06, onde são informados os valores de R^2 . Com isto, chegou-se a conclusão que os resultados de ajustes obtidos na simulação dos dados dos produtos 01, 02, 03 e 05, são valores com grande probabilidade de acerto. Para o produto 04, sugere-se a tentativa de simulação com outro método de previsão de demanda, pois o método de simulação utilizado não foi o mais adequado.

A aplicação do *software* poderia ter uma análise com o método de Delphi, para realização uma análise dos resultados a cada predição realizada. O NCSS é uma ferramenta para análise de dados passados, e não possibilita prever imprevistos que possam ocorrer. A ferramenta somente irá tratar dos dados após eles terem ocorridos.

Como sugestão para trabalhos futuros propõem-se:

- Analisar individualmente os produtos vendidos quanto aos fatores que influenciam as vendas, melhorando o modelo ajustado;
- A utilização de um modelo de função de transferência, utilizando como variáveis de entrada informações do mercado, como, por exemplo, análise da renda per capita, a atuação do concorrente e a taxa cambial que alteram a demanda de matéria prima dos produtos;
- Fazer comparações com os níveis de produção e de estoque, utilizando estes dados como informações.

REFERÊNCIAS

CAUCHICK, M.; Paulo A. et al. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CAVALHEIRO, Darlene. *Método de Previsão de Demanda aplicada ao Planejamento da Produção de Indústrias de Alimentos*, 2003. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. *Fundamentos da Administração da Produção*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos*. Coleção Coppead de Administração. Centro de Estudos em Logística (CEL). 1 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da Produção e Operações*. 8. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2001.

GOODWIN, P.; ÖNKAL, D.; THOMSON, M. Do forecasts expressed as prediction intervals improve production planning decisions?. *European Journal of Operational Research*, v. 205, p. 195-201, 2010.

GOODWIN, P. Integrating Management Judgment and Statistical Methods to Improve Short-term Forecasts. *Omega*. v. 30, n. 2, p. 127-135, 2002.

HIBON, M.; EVGENIOU, T. To combine or Not to Combine: Selecting Among Forecasts and Their Combinations. *International Journal of Forecasting*. v.21, n. 1, p. 15-24, 2005.

KAHN, K. An Exploratory Investigation of New Product Forecasting Practices. *The Journal of Product Innovation Management*. V. 19, n. 2, p. 133-143, 2002.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. *Operations Management: Strategy and Analysis*. 6. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.

KRAJEWSKI, J.; RITZMAN, B.; MALHOTRA, M. *Operations Management: Processes and Value Chains*. 8. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2007.

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

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MORABITO, R.; PUREZA, V. *Modelagem e simulação*. In: Miguel, P. A. C. et al., Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e gestão de operações, 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009, v.1, p 165 – 195.

MOREIRA, D.A. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

NCSS, *Statistical Software*. Disponível em: <<http://www.ncss.com>>. Acesso em: 25 maio. 2014.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Estudo comparativo entre os modelos de *Winters* e de *box-jenkins* para previsão de Demanda sazonal. *Revista produto e produção*. (artigo fornecido em arquivo eletrônico pelo prof. Fogliatto), 2007.

RITZMAN, L.P; KRAJEWSKI, L.J. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Prentice Hall, 2004. pp. 259-291.

SAMOHYL, R. W.; ROCHA, R.; MATTOS, V. L. D. Utilização do método de *Holt-Winters* para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses. *Enegep – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro, 2001.

SANDERS, N. R.; MANRODT, K. Forecasting Practices in US Corporations: Survey

Results. *Interfaces*. v. 24, n. 2, p. 92-100, 1994.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SPEDDING, T; CHAN, K. Forecasting Demand and Inventory Management Using Bayesian Time Series. *Integrated Manufacturing systems*. v 11, n.5, p. 331-339, 2000.

TURRIONI, J.B.; PEREIRA M., C.H. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI (2012).

WANKE, P.; JULIANELLI, L. *Previsão de vendas: processos organizacionais e métodos quantitativos e qualitativos*. São Paulo: Atlas, 2006.

WERNER, L.; RIBEIRO, J.L.D. Previsão de Demanda: Uma aplicação dos Modelos BOX & Jenkins na Area de Assistencia Técnica de Computadores Pessoais. *Revista Gestão & Produção*, v. 10, n. 1, Abr. 2003.

WRIGHT, J.; GIOVINAZZO, R. Delphi – *Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo*. *Caderno de Pesquisa em Administração*. São Paulo, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

Sobre os Autores

Elpidio Oscar Benitez Nara: Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (1986), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (1997), doutorado em Gestão da Qualidade e Produtividade pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005), pós-doutorado (2014) da Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é professor adjunto da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) atuando nos cursos de graduação em Engenharia de Produção, Mecânica e como coordenador do Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais. Tem experiência na área de gestão e Engenharia com ênfase em Administração da Produção e Engenharia de Produção atuando principalmente nos seguintes temas: Planejamento estratégico, Qualidade total, Análises multicritérios, Planejamento Industrial, Gestão por processos e Gestão Ambiental. Foi chefe do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias da Unisc; Coordenador do programa Universidade -Empresa; Membro do Sebrae- RS; Membro do comitê setorial industrial do CREA-RS; Coordenador do berçário industrial do município de Santa Cruz Do Sul e diretor e gerente industrial de varias industrias, consultor em varias empresas do pais. Coordenou vários cursos de pós-graduação. Ad hoc de várias revistas e eventos nacionais e internacionais.

João Carlos Furtado: Concluiu o doutorado em Computação Aplicada pelo Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais em 1998. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade de Santa Cruz do Sul. É professor nos cursos de Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Engenharia de Produção e no Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais - PPGSPI. Orientou e orienta trabalhos de iniciação científica e alunos de mestrado. Foi chefe do Departamento de Informática-UNISC e coordenador do PPGSPI-UNISC. Tem pesquisado métodos de otimização na resolução de problemas industriais.

Guilherme Brittes Benitez: Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista CAPES. Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade de Santa Cruz do Sul (2015). Experiência profissional de aproximadamente 4 anos em vendas e licitações. Intercâmbios no exterior: Canadá/Winnipeg (2010), Argentina/San Rafael (2011), Inglaterra/Bournemouth (2012), EUA/Los Angeles (2013).

Luis Henrique Goerck: Aluno graduando do Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul.

Jander Pinto: Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade de Santa Cruz do Sul (2012) e atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais da Universidade de Santa Cruz do Sul.