

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Especialização em Estatística – Ênfase em Indústria e Mercado

**Modelo de Previsão de Faturamento Diário de uma Empresa de
Varejo**

Luciana Tanus de Oliveira Teixeira

Belo Horizonte

2014

Resumo

O comportamento de vendas de uma empresa influencia todo o método de funcionamento da mesma. O propósito desse estudo foi prever o faturamento de toda a rede de uma empresa varejista do setor farmacêutico, para que os setores responsáveis por compras de mercadorias, abastecimento e estoque, possam se organizar de forma a atender a demanda prevista. Foram utilizadas técnicas de previsão de séries temporais, modelos SARIMA e Holt-Winters para calcular a previsão de faturamento mensal e desenvolvido o Procedimento de Decomposição Diária (PDD) para distribuir a previsão de faturamento mensal calculada pelos dias da semana, de acordo com a ocorrência de feriados e a influência dos mesmos no comportamento das vendas. As previsões calculadas mostraram-se aderentes ao faturamento realizado de janeiro a junho do ano de 2014.

Palavras Chave: Modelos de Previsão; Modelo SARIMA; Modelo Holt-Winters Aditivo; Método de Decomposição Diária; Varejo de Medicamentos.

1. Introdução

Para uma empresa se manter competitiva no mercado varejista é fundamental que ela tenha um planejamento efetivo. Dentre os diversos indicadores que são analisados durante o processo de gestão de uma empresa desse porte, o seu pilar é o faturamento. Conhecer e entender o comportamento das vendas da empresa pode auxiliar na tomada de decisões e ajudar no planejamento de compras, negociações com os fornecedores, controle de estoque das mercadorias e possíveis investimentos. Por isso, cada vez mais as empresas tem utilizado técnicas de previsão de vendas.

Existem dois tipos de métodos para gerar uma estimativa: método qualitativo e o método quantitativo. Os métodos qualitativos são baseados em opiniões de especialistas e com isso são vulneráveis a tendências, o que pode comprometer os resultados. Já os métodos quantitativos utilizam dados históricos para detectar padrões comportamentais, e através de análises matemáticas e estatísticas, estimam-no no futuro. (PELLEGRINI, 2000)

A utilização de previsões quantitativas, que são mais aderentes que as utilizadas atualmente na empresa em questão, tornará possível melhorar a gestão dos recursos da rede através de análises mais certeiras e do conhecimento do comportamento de vendas. Hanke & Reitsch (1995) afirmam que as previsões são fundamentais para planejar medidas visando minimizar ou maximizar os impactos do que foi previsto. Por exemplo, se a previsão é de queda nas vendas, a empresa pode se organizar para enfrentar esse cenário de adversidades; ou tomar medidas – ações de vendas, marketing, etc – para tentar modificar a previsão e inverter a tendência de decréscimo de faturamento; Se a previsão for de aumento de vendas, a empresa deve se organizar para que consiga atender a demanda com qualidade e eficiência.

Dado o cenário competitivo que a empresa varejista farmacêutica se encontra, o presente trabalho teve o intuito de prever as vendas de medicamentos da empresa, considerando as 125 lojas da rede. Desta maneira, os setores responsáveis por compras de mercadorias, abastecimento e estoque, poderiam se organizar para atender a demanda prevista.

2. Metodologia

Para a realização desse trabalho primeiramente feito uma pesquisa nos setores responsáveis pela previsão de vendas mensais, com o intuito de conhecer e entender como esses valores são gerados atualmente, qual o trabalho realizado com os resultados obtidos e como foi a aderência dessas previsões nos últimos anos.

O segundo passo foi realizar uma pesquisa de cunho exploratório sobre os principais métodos de previsão, suas aplicações, vantagens e limitações.

Logo após foram coletadas as informações necessárias para os cálculos: dados de faturamento da empresa desde janeiro de 2008 a dezembro de 2013. Foram testadas diversas técnicas de previsão de séries temporais para criar uma previsão diária,

porém a ocorrência de feriados impacta diretamente o comportamento de vendas. Como esse impacto é influenciado pelo dia da semana que o feriado ocorreu ou o período do mês (no caso dos feriados móveis, como carnaval), essas técnicas não foram capazes de se adequar ao comportamento.

Devido a dificuldade de criar uma previsão diária utilizando os métodos estudados, o cálculo da previsão foi dividido em duas partes: A primeira etapa foi calcular a previsão mensal de faturamento da empresa e a segunda etapa foi criar o Procedimento de Decomposição Diária (PDD), que tem como objetivo distribuir a previsão mensal calculada nos dias do meses de acordo com a sazonalidade semanal e o impacto de feriados.

Para acompanhar a variabilidade mensal do faturamento foram aplicados os modelos Auto-regressivos Integrado de Médias Móveis Sazonais (SARIMA) e o método de Alisamento Exponencial de Winter Aditivo (AEWA).

Após o cálculo da previsão mensal do faturamento, foi efetuado um trabalho para distribuir o faturamento mensal nos dias dos meses. Foram calculados os pesos entre os dias dos meses e aplicados no valor encontrado da previsão de faturamento mensal para obter a previsão do faturamento diário.

2.1 Modelos Auto-regressivos Integrados de Médias Móveis Sazonais (SARIMA)

Um dos modelos em séries temporais capazes de gerar previsões em função dos valores passados e presentes da série são os modelos Autorregressivos Integrados de Médias Móveis sazonais (SARIMA). Houve uma generalização do modelo ARIMA para que fosse possível trabalhar com componentes sazonais, definindo um modelo ARIMA sazonal multiplicativo denominado SARIMA. BOX and JENKINS, em 1970 propuserem um procedimento iterativo para identificar, estimar e verificar estes modelos.

Os modelos SARIMA apresentados em Morettin e Tolo (2004) são denotados da seguinte forma SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s, e possuem a seguinte equação:

$$\Phi_p(B^s)\Phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \Theta_p(B)\Theta_p(B^s)\alpha_t$$

onde:

- s = componente sazonal que representa o comportamento recursivo em 's' períodos de tempo.
- P = Componente auto-regressiva sazonal

$$\Phi_p(B^s) = (1 - \phi_1 B^s - \phi_2 B^{2s} - \dots - \phi_p B^{sp})$$
- p = Componente auto-regressiva não sazonal

$$\Phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$
- d = Diferenciação não sazonal

$$(1-B)^d$$

- D = Diferenciação sazonal de ordem S

$$(1-B^s)^D$$

- q = Componente de média móvel (MA) não sazonal

$$\Theta_q(B) = (1 - \theta B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

- Q = Componente de média móvel (MA) sazonal

$$\Theta_Q(B^s) = (1 - \Theta B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs})$$

- a_t é um processo ruído branco com média zero e variância σ_a^2

2.2 Modelos Alisamento Exponencial de Winter Aditivo (AEWA)

O método de Holt-Winters é fundamentado no uso de médias móveis ponderadas exponencialmente para atualizar as estimativas da média ajustada sazonalmente (chamada de nível), inclinação e sazonalidade. O modelo aditivo indica que o fator sazonal não se altera independente da tendência da série. (Spanhol, Benites and Neto)

O modelo é baseado em três equações alisadoras: uma para o nível, outra para tendência e outra para sazonalidade, que estão descritas da seguinte maneira no instante t . (HYNDMAN. et al (2008))

$$\text{Nível} = L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Tendência} = b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{Sazonalidade} = S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad \text{Equação 3}$$

$$\text{Previsão} = F_{t+m} = L_t + b_{t-m} + S_{t-s+m} \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

L_t = Nível da série

b_t = Tendência da série

S_t = Componente Sazonal da série

F_{t+m} = Previsão para o período m após instante t

Y_t = Valor observado da série no tempo t

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

3. Cálculo da Previsão Mensal do Faturamento

3.1 Descrição dos dados

Foram coletados os dados de faturamento mensal desde janeiro de 2008 a dezembro de 2013, tendo ao todo 72 observações. Para facilitar, trabalhamos com o faturamento em escala de 100 mil reais.

Este trabalho foi realizado com 72 observações, com média de faturamento de R\$286,13 por mês e seguem uma distribuição normal com desvio padrão de R\$59,18.

Estatísticas Descritivas			
Qtd de Registros	72	Valor Mínimo	172,62
Valores Nulos	0	Q1	238,35
Média	284,94	Mediana	286,13
Desvio Padrão	59,18	Q3	331,47
		Valor Máximo	397,91

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas dos Dados

A Figura 1 apresenta o gráfico dos valores de faturamento durante o período estudado, onde fica evidente que a série não é estacionária e possui uma tendência de crescimento. Através do gráfico boxplot (Figura 2) é possível observar maior variabilidade do faturamento no ano de 2012 e menor variabilidade nos anos de 2008 e 2009 com algumas observações discrepantes.

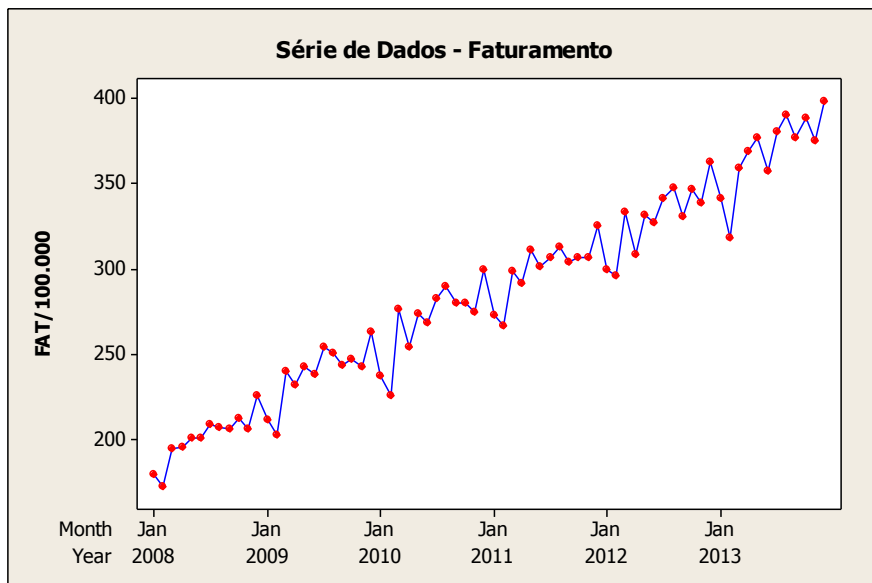


Figura 1 - Time Series Plot - Faturamento

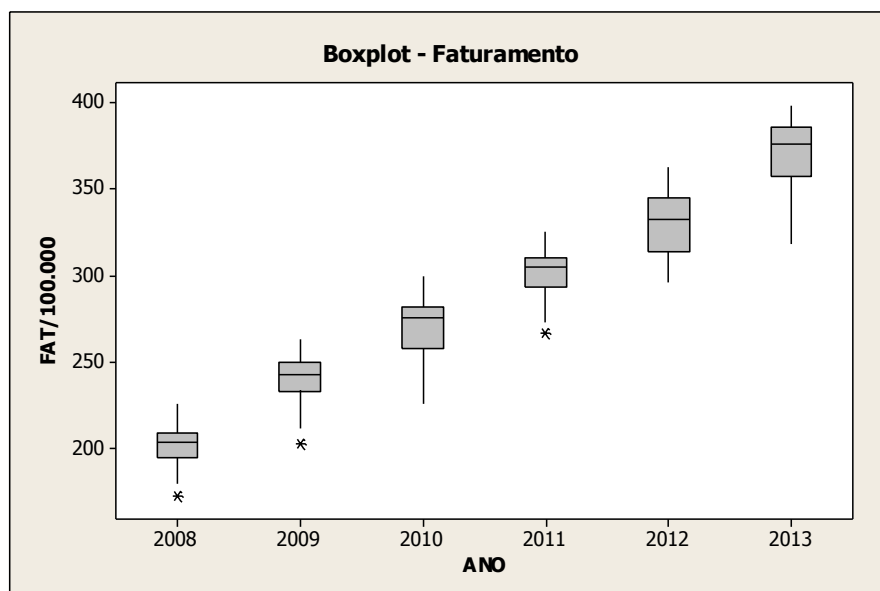


Figura 2 - Box Plot do Faturamento - Ano

A Figura 3 apresenta uma análise da sazonalidade dos dados desconsiderando a tendência dos mesmos. No primeiro gráfico denominado Índices Sazonais, podemos visualizar baixos índices nos primeiros meses, que significa que devido a sazonalidade, há uma queda de faturamento nesse período. O oposto ocorre no mês de dezembro, que apresentou o maior índice sazonal do ano.

Através da Figura 3, também conseguimos identificar no gráfico “Percentual de Variação” que a maior variabilidade do índice sazonal se dá mês de abril, isso significa que abril é o mês que possui maior oscilação de faturamento, o que causou a maior dispersão dos resíduos no gráfico de Resíduos.

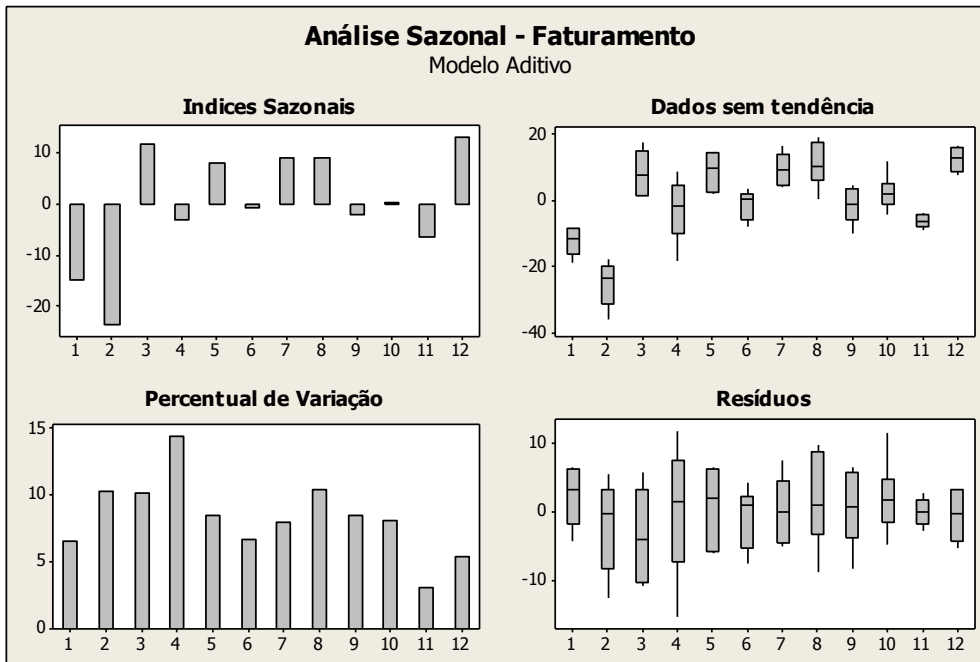


Figura 3 – Análise Sazonal Mensal do Faturamento

3.2 Resultados e Ajuste do Modelo de Previsão Mensal

Considerando as características da série de faturamento, foram ajustados dois modelos SARIMA e um modelo de alisamento exponencial Holt-Winters que acompanham a série de faturamento:

Modelo 1: SARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ com a seguinte equação série de faturamento $\{Y_t\}$ no mês t

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + a_t - 0,7748a_{t-1} - 0,7865a_{t-12} + 0,6094a_{t-13}$$

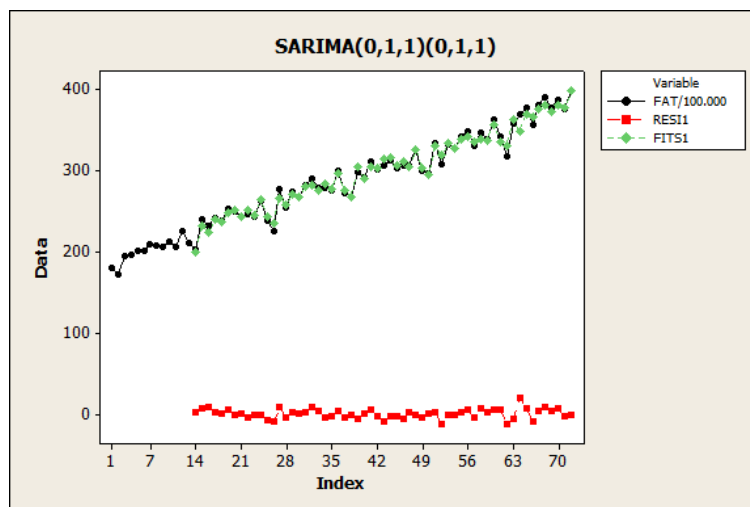


Figura 4 - Gráfico dos resíduos do Modelo 1 – Período Amostral

Modelo 2: SARIMA(0,1,1)(1,1,0)₁₂ com a seguinte equação série de faturamento $\{Y_t\}$ no mês t

$$Y_t = Y_{t-1} + 0,3109Y_{t-12} + 1,6891Y_{t-13} - 0,6891Y_{t-24} + 0,6891Y_{t-25} + a_t - 0,7471a_{t-1}$$

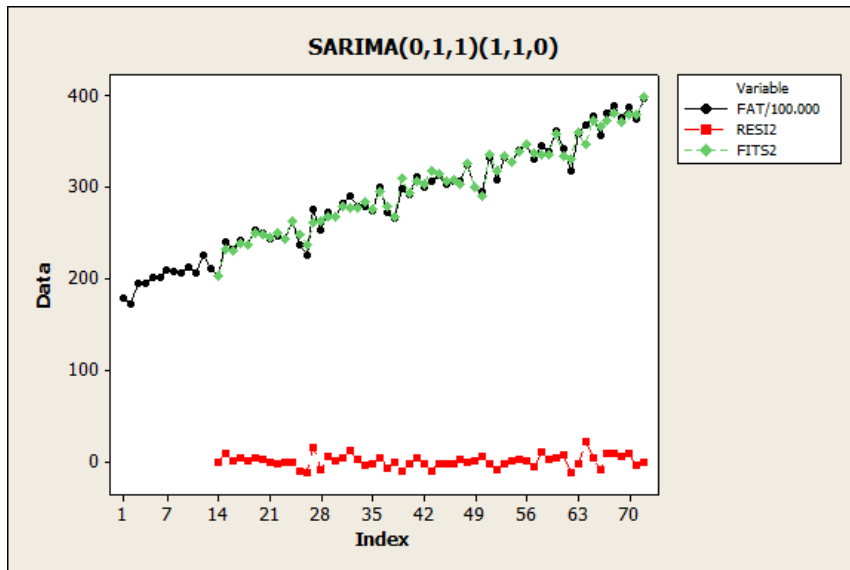


Figura 5 - Gráfico dos resíduos do Modelo 2 – Período Amostral

Modelo 3: Modelo de Alisamento Exponencial de Winter Aditivo, com as seguintes equações de alisamento:

$$L_t = 0,1(Y_t - S_{t-s}) + 0,9(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = 0,2(L_t - L_{t-1}) + 0,8b_{t-1}$$

$$S_t = 0,2(Y_t - L_t) + 0,8S_{t-s}$$

$$F_{t+m} = L_t + b_{t-m} + S_{t-s+m}$$

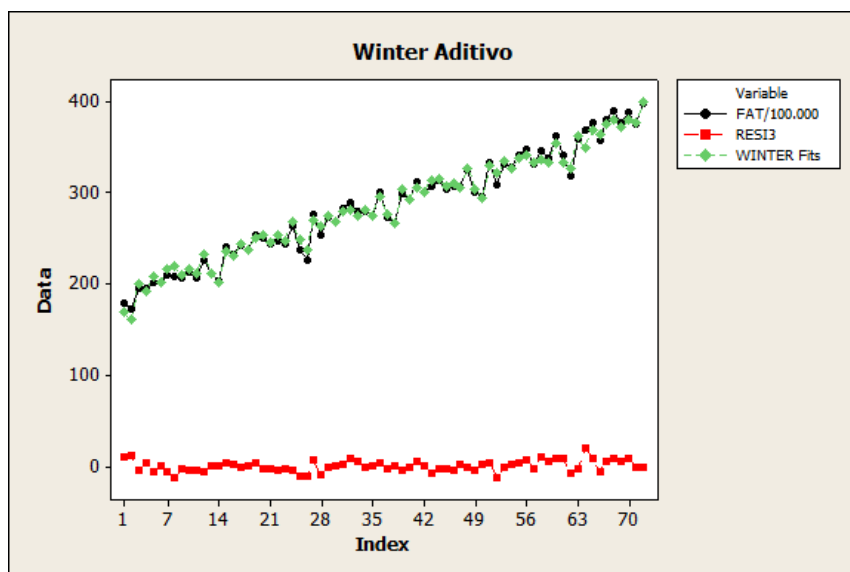


Figura 6 - Gráfico dos resíduos do Modelo 3 – Período Amostral

Para comparar os modelos, foram utilizados a Soma do Quadrado dos Resíduos (SSR), o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério Bayesiano de Informação de Schwarz (BIC) além da análise das estatísticas dos resíduos do modelo.

A medida do SSR tem o objetivo de calcular a discrepância entre os valores estimados do modelo e os valores realizados.

O Critério AIC busca selecionar um modelo que se ajusta bem com um mínimo de parâmetros (simplicidade e parcimônia), penalizando a adição de parâmetros.

O critério BIC é semelhante ao AIC, porém ele impõe uma penalidade maior pela inclusão de coeficientes adicionais a serem estimados.

Quanto menor os valores assumidos pelos critérios SSR, AIC e BIC, melhor o modelo.

A comparação entre os modelos está sendo apresentada nas Tabelas de 2 a 5, a seguir.

Tabela 2 - Estatísticas de Ajuste do Modelo

Estatísticas do Modelo			
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	Winter (0,1 ; 0,2 ; 0,2)
SSR	1947,49	2540,85	
AIC	3,36109	12,5978	
BIC	3,42433	12,5283	

A Tabela 3 apresenta as estatísticas dos resíduos dos modelos calculados. A média dos resíduos estão próximas de zero e o teste de normalidade confirma que os resíduos seguem distribuição normal em torno da média e não possuem correlações significativas.

Tabela 3 - Estatísticas dos Resíduos

Estatísticas dos Resíduos			
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	Winter (0,1 ; 0,2 ; 0,2)
Média	0,6497	0,4821	0,0490
Desvio padrão	5,7805	6,6220	6,0889
Assimetria	0,38096	0,37614	0,355407
Curtose	1,37360	0,80258	0,360371
Teste Normalidade (Valor P)	0,825	0,165	0,787

A Tabela 4 apresenta os erros do período amostral, que foi o período de janeiro de 2008 a dezembro de 2013, totalizando 72 observações, enquanto na Tabela 5 apresenta os erros de previsão do período futuro, corresponde a aderência no período de janeiro de 2014 a junho de 2014.

Tabela 4 - Estatísticas dos Erros de Previsão – Período Amostral

Estatísticas dos Erros de Previsão – Período Amostral			
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	Winter (0,1 ; 0,2 ; 0,2)
MAPE	1,47757	1,62453	1,76000
MPE	0,167249	0,0839180	-0,106932
MSD	33,2702	43,3402	36,5617
MAE	4,47268	4,92270	4,78658

Tabela 5 - Estatísticas dos Erros de Previsão - Período Futuro

Estatísticas dos Erros de Previsão – Período Futuro			
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	Winter (0,1 ; 0,2 ; 0,2)
MAPE	1,78007	2,01894	1,57737
MPE	0,613147	0,998373	-0,458648
MSD	67,7822	86,9956	62,1206
MAE	7,11954	8,06362	6,27702

Levando em consideração o critério AIC, BIC e as estatísticas dos erros de previsão, o modelo SARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ foi considerado o que mais se adéqua a série.

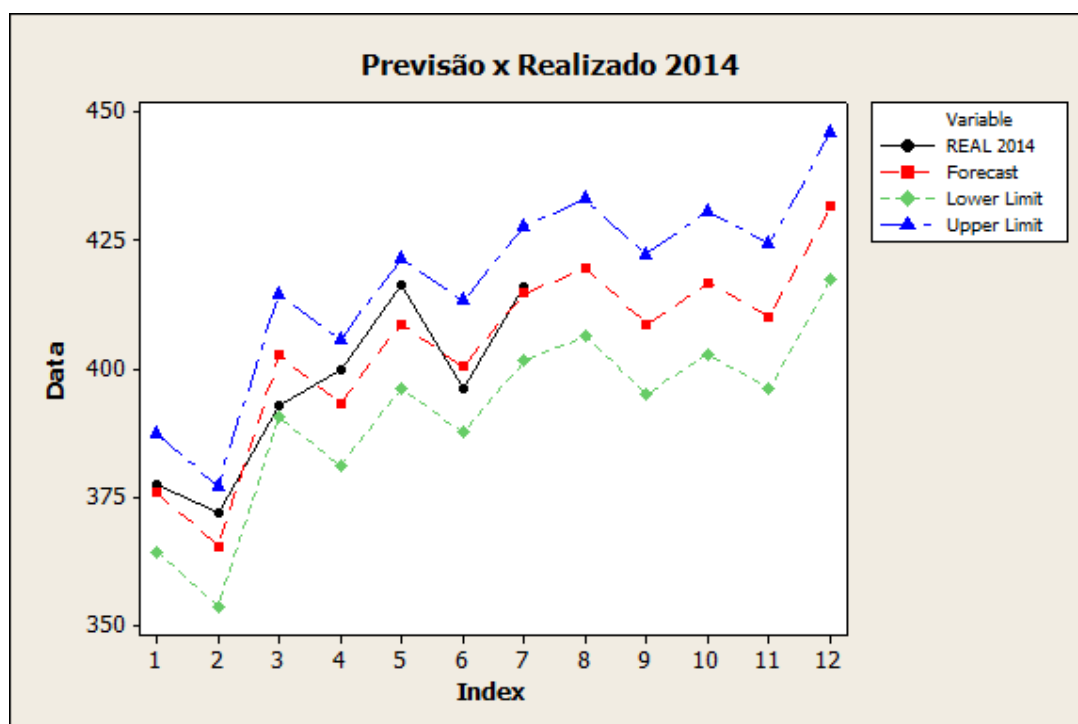


Figura 7 - Modelo 1 - Previsão 2014

3.3 Procedimento de Decomposição diária (PDD)

Para calcular a distribuição das vendas diariamente foi elaborado o Procedimento de Decomposição Diária (PDD). Para análise e cálculo desse procedimento foram utilizadas as informações de faturamento diariamente a partir de 01 de janeiro de 2010 a 31 de dezembro de 2013. O período amostral para o cálculo do PDD é de 4 anos devido a variação no comportamento de compras e fatores externos da economia que são minimizados ao trabalhar com um período mais atual.

Na análise realizada anteriormente para o cálculo da previsão de vendas mensal identificamos a existência de uma sazonalidade mensal de vendas. Na análise diária, também conseguimos visualizar uma sazonalidade semanal.

Através do histórico de informações, conseguimos perceber que os feriados impactam nas vendas. Como exemplo, a Figura 8 apresenta uma comparação entre o comportamento de vendas do mês de fevereiro de 2011, que não teve feriados, contra as vendas do mês de fevereiro de 2012, que teve o feriado de carnaval no dia 21.

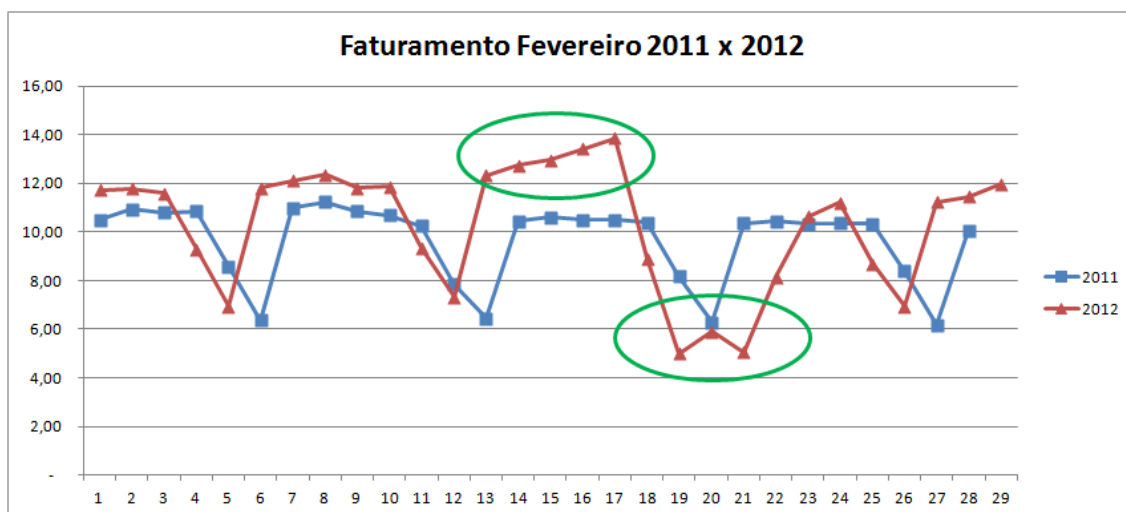


Figura 8 – Série dos dados de Fevereiro 2011 x 2012

Através da Figura 8 conseguimos visualizar a existência de um aumento de vendas na semana anterior ao carnaval e um decréscimo na semana do feriado, que ocorreu no dia 21. Também é possível observar uma variação no comportamento do faturamento devido ao dia da semana, isso é: em 2011 houve uma queda no dia 6, pois era um domingo; em 2012 o primeiro domingo foi no dia 5, o que causou uma queda de vendas na mesma proporção.

A seguir será descrito o procedimento de decomposição diária que foi construído para acompanhar a variabilidade sazonal semanal. Através dele foi calculado um percentual ponderado que representa as vendas do dia da semana “*i*” no mês “*k*”, que será usado para estimar a previsão diária do faturamento.

Primeiro Passo: Sendo \bar{Y}_{ik} o faturamento médio do dia da semana “i” no mês “k”, calculamos o **Percentual de representação de cada Dia da Semana (PDS_{ik})**, utilizando a equação

Equação 5

$$PDS_{ik} = \frac{\bar{Y}_{ik}}{\sum_{i=1}^7 \bar{Y}_{ik}}$$

Na Figura 9 temos a média de faturamento dos últimos 4 anos de todas os dias da semana de janeiro e qual o percentual que esse dia representa nas vendas da semana (PDS). Neste exemplo, podemos concluir que o dia da semana que possui maior faturamento em janeiro são as terças-feiras e o dia que possui menor faturamento é o domingo.

Janeiro		
Dia Semana	Média Faturamento	% Dia Normal
Domingo	6,52	8,9%
Segunda	11,68	15,9%
Terça	12,09	16,5%
Quarta	12,02	16,4%
Quinta	11,48	15,7%
Sexta	11,03	15,0%
Sábado	8,49	11,6%

Figura 9 - Percentual Dia da Semana

Segundo Passo: Calcular o impacto de um feriado no faturamento. Devido a sazonalidade semanal, o comportamento de vendas de um feriado é influenciado de acordo com o dia da semana em que ele ocorre. Para identificar essa variação, separamos os feriados pelo dia da semana, através da sinalização ‘SF[Dia da semana]’.

Para cada semana em que ocorre feriado (SF), é considerando o período de 11 dias “j” ($j=1,2,\dots,11$) sinalizados como próximos ao feriado. São eles os 5 dias anteriores e 5 dias posteriores ao feriado além dele próprio.

	SF Domingo	SF Segunda
-5	Terça-feira	Quarta-Feira
-4	Quarta-feira	Quinta-Feira
-3	Quinta-feira	Sexta-Feira
-2	Sexta-feira	Sábado
-1	Sábado	Domingo
0	Domingo	Segunda-Feira
1	Segunda-feira	Terça-Feira
2	Terça-feira	Quarta-Feira
3	Quarta-feira	Quinta-Feira
4	Quinta-feira	Sexta-Feira
5	Sexta-feira	Sábado

Figura 10 - Sinalização dias próximos ao feriado

Utilizando os 11 dias sinalizados, foram calculados os percentuais de representação de cada dia “j” próximo ao feriado de acordo com o “i” da semana em que ocorreu o feriado. Esse resultado representa o **Percentual dos Dias Próximos ao Feriado (PDPF_{ij})**.

Equação 6

$$PDPF_{ij} = \frac{Y_j}{\sum_{j=1}^{11} Y_j}$$

Após calcular a Equação 6 para todos os dias da semana, temos o resultado em percentual na Figura 11, de como é a distribuição das vendas durante o período de 11 dias próximos a um feriado.

	Percentuais feriado						
	SF Domingo	SF Segunda	SF Terça	SF Quarta	SF Quinta	SF Sexta	SF Sábado
-5	10,7%	10,6%	11,0%	9,9%	8,2%	6,3%	10,4%
-4	10,6%	10,4%	11,3%	8,2%	6,3%	10,5%	9,6%
-3	9,3%	10,6%	8,6%	6,4%	10,9%	10,8%	9,5%
-2	9,1%	8,0%	5,9%	10,7%	11,2%	10,7%	9,6%
-1	7,4%	5,0%	9,2%	10,9%	11,5%	11,2%	9,6%
0	5,9%	6,8%	6,4%	7,7%	7,6%	6,9%	7,0%
1	9,5%	10,1%	11,0%	10,7%	9,6%	6,8%	5,8%
2	9,6%	10,4%	11,1%	10,5%	7,1%	5,3%	9,6%
3	9,3%	10,2%	10,7%	8,1%	6,0%	10,6%	9,9%
4	9,3%	9,9%	8,3%	6,3%	10,6%	10,5%	9,5%
5	9,3%	8,0%	6,6%	10,6%	11,0%	10,3%	9,4%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Figura 11 - Cálculo Percentual Dia Próximo ao Feriado

Terceiro Passo: Calcular o percentual de distribuição de vendas em 11 dias que não possuem ocorrência de feriados. Isto é, aplicar a Equação 6 para calcular os percentuais de distribuição de vendas em um período de 11 dias sem ocorrência de feriados. A Figura 12 representa o resultado obtido.

	Percentuais Dias Normais						
	SF Domingo	SF Segunda	SF Terça	SF Quarta	SF Quinta	SF Sexta	SF Sábado
-5	9,7%	9,9%	10,2%	10,2%	8,1%	6,0%	9,6%
-4	9,7%	9,8%	10,1%	8,1%	6,2%	9,9%	9,7%
-3	9,6%	9,7%	8,1%	6,2%	10,2%	10,1%	9,7%
-2	9,5%	7,7%	6,2%	10,2%	10,3%	10,1%	9,6%
-1	7,6%	5,9%	10,2%	10,3%	10,3%	10,0%	9,5%
0	5,8%	9,8%	10,3%	10,3%	10,2%	9,9%	7,6%
1	9,6%	9,9%	10,3%	10,2%	10,1%	7,9%	5,8%
2	9,7%	9,9%	10,2%	10,2%	8,1%	6,0%	9,6%
3	9,7%	9,8%	10,1%	8,1%	6,2%	9,9%	9,7%
4	9,6%	9,7%	8,1%	6,2%	10,2%	10,1%	9,7%
5	9,5%	7,7%	6,2%	10,2%	10,3%	10,1%	9,6%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Figura 12 - Cálculo Percentual Dias Sem Feriado (PDSF)

Quarto Passo: Calcular o **percentual do impacto de um feriado nos dias normais (PIFDN_{ij})**, utilizando as médias de faturamento dos dias normais calculado no passo 3 e a média do faturamento dos dias com feriados, calculado no passo 2. Para isso, aplicamos a seguinte equação:

Equação 7

$$PIFDN_{ij} = \frac{(PDPF_{ij} - PDSF_{ij})}{PDSF_{ij}}$$

onde:

PDPF_{ik} é o percentual do dia “j” na semana que o feriado ocorreu no dia “i”;

PDSF_{ii} é o percentual do dia “j” na semana que o não houve feriado no dia “i”;

O resultado desse passo é o percentual de impacto de vendas que o feriado representa em um dia normal. A Figura 13 apresenta o resultado obtido.

Feriado Domingo (%)	Feriado Segunda (%)	Feriado Terça (%)	Feriado Quarta (%)	Feriado Quinta (%)	Feriado Sexta (%)	Feriado Sábado (%)
10,89	6,72	7,50	- 2,82	2,11	3,61	9,22
9,11	6,34	11,28	1,50	2,23	5,45	- 0,38
- 2,75	8,92	6,55	3,23	6,80	7,21	- 1,63
- 4,72	3,35	- 4,66	5,03	9,01	6,58	0,22
- 2,99	- 16,17	- 10,00	6,38	11,24	12,56	0,74
0,94	- 30,34	- 37,36	- 24,90	- 25,41	- 30,58	- 8,18
- 0,75	2,72	6,71	4,34	- 5,64	- 13,20	0,26
- 0,80	5,19	8,17	3,13	- 12,12	- 11,69	0,70
- 4,41	3,61	5,25	0,83	- 2,58	6,35	2,31
- 2,88	1,44	3,09	1,23	4,41	4,79	- 2,21
- 2,08	2,97	6,50	4,54	7,52	2,61	- 2,60

Figura 13 - Cálculo do Impacto do Feriado

A Figura 13 apresenta que quando ocorre um feriado em uma terça-feira, a empresa apresenta uma queda de 37% no faturamento em relação a uma terça-feira sem feriado. Além do impacto no dia do feriado, é possível concluir que existe uma queda no faturamento na segunda, no domingo e no sábado anterior ao feriado de terça, porém ele gera um aumento de vendas antes do final de semana e após o feriado.

Quinto Passo: Calcular o total percentual do mês k (TPM_k).

Equação 8
$$TPM_k = \sum PDS_i \times (1 + PIF_{ij})$$

Calcular o percentual ponderado que representa as vendas do dia da semana “ i ” no mês “ k ” (PD_{ik}), que é calculado através da seguinte fórmula:

Equação 9
$$PD_{ik} = \frac{PDS_{ik} \times (1 + PIF_{ij})}{TPM_k}$$

O resultado da Equação 9, é um percentual representativo para cada dia do mês levando em consideração a quantidade de dias do mês, quantidade de dias da semana “ i ” e feriados. O somatório dos “PDs” em um mês “ k ”, sempre dará 100%.

Sexto Passo: Aplicar os percentuais PD_{ik} de cada dia “ i ”, no resultado obtido da previsão mensal calculada referente ao mês “ k ”.

Como exemplo, aplicamos os percentuais calculados na previsão de faturamento do mês de abril de 2014 – devido a incidência de dois feriados nesse mês, dias 18 e 21) – para testar os resultados obtidos com a execução desse trabalho. O resultado está sendo apresentado na Figura 14.

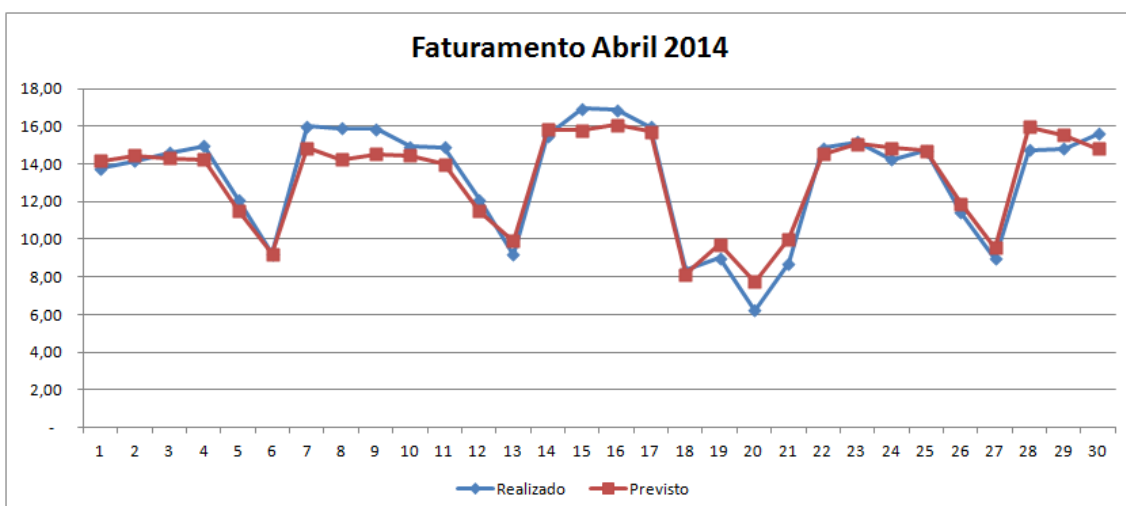


Figura 14 - Previsão x Realizado Abril 2014

A aderência da previsão mensal calculada e a distribuição diária realizada através do PDD, obteve ótimas estatísticas de erro de previsão com um erro médio absoluto de 5,5%, conforme apresentado na Tabela 6- Erros de Previsão Diária - Abril 2014.

Tabela 6- Erros de Previsão Diária - Abril 2014

Estatísticas dos Erros de Previsão	
	Abril/2014
MAPE	5,5183%
MPE	-0,4929%
MSD	63.809,72
MAE	0,67

4. Conclusão

O objetivo principal desse trabalho foi aplicar métodos estatísticos para calcular previsões de faturamento diário de todas as lojas da empresa, e ao mesmo tempo buscou-se mostrar que o método atual de previsões utilizado poderia ser aprimorado mediante a utilização da metodologia proposta neste estudo.

Os métodos estatísticos de previsão mensal utilizados ao longo do trabalho foram o algoritmo de Holt-Winters sazonal aditivo e a modelagem SARIMA. Para acompanhar a variabilidade diária com o impacto dos feriados, foi desenvolvido e proposto neste projeto o "Procedimento de Decomposição Diária" para utilizar a venda mensal calculada pelo método SARIMA e Holt-Winters e distribuí-la diariamente.

Devido a boa aderência obtida neste trabalho, as previsões de vendas calculadas podem auxiliar na tomada de decisões da empresa.

Para trabalhos futuros, sugere-se melhorar o cálculo de decomposição diária levando em consideração a tendência de decréscimo ou acréscimo de vendas no decorrer do mês, pois neste trabalho foi considerado que o volume de vendas da primeira semana do mês é o mesmo que o das semanas seguintes. E seria um grande ganho para a empresa se o mesmo trabalho executado fosse realizado com o faturamento de loja a loja, levando em consideração os horários de funcionamento, localização e comportamento de vendas.

5. Referências Bibliográficas

BOX, G. E. P. e G. M. JENKINS. Time Series Analysis, Forecasting and Control. San Francisco: Holden-Day, 1970.

HANKE, John E e Arthur G REITSCH. Business Forecasting. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.

HYNDMAN, R. J. et al. Forecasting with Exponential Smoothing: The state space Approach. New York: Springer, 2008.

MORETTIM, P. A. e C. M. TOLOI. Séries Temporais. São Paulo: Atual, 2004.

PELLEGRINI, F. R. "Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda." Tese de M.Sc. Porto Alegre, 2000.

RACHMAN, D.J. Varejo: Estratégia e Estrutura. São Paulo: Atlas, 1973.

Spanhol, Caroline, Anderson Benites e Leonardo Neto. "Modelo de Previsões de Holt -Winters Aplicado ao Índice de Faturamento Real do Comércio Varejista de Alimentos da RMSP." (2004).

WANKE, P. e L. JULIANELLI. Previsão de Vendas. São Paulo: Atlas, 2006.

WANKE, Peter. "O Processo de Previsão de Vendas nas Empresas: Aspectos Organizacionais e Tecnológicos." 2004. ICEG - PUC Minas. 26 de Abril de 2014
<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iceg.pucminas.br%2Fbetim%2Fadministracao%2F>

Material%2520did%25C3%25A1tico%2FArtigo%2520Previs%25C3%25A3o%2520de%2520Vendas.doc&ei=YS9cU-b_J_OtsATqrlGADA&>.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. Introductory Econometrics: a Modern Approach. South-Western College Publishing, a division of Thomson Learning, 2000.