



## VII Congresso de Sistemas LEAN

"Contribuições do Lean à gestão em tempos de crise"

### **Análise da Demanda de uma Multinacional do Setor de Óleo e Gás: Estudo Prospectivo de um Modelo de Previsão**

**Marcos dos Santos (CASNAV – UFF – SENAI CETIQT) –**

**marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br**

**Daniel Viégas Viana (SENAI CETIQT) – danielvv.cp2@gmail.com**

**Carlos Francisco Simões Gomes (UFF) – cfsg1@bol.com.br**

**Marcone Freitas dos Reis (UFF) – marconefreis11@gmail.com**

**Hudson Hübner de Souza (UFRJ) – hudsonhubner@globo.com**

#### **Resumo:**

Com a maior crise vivida até hoje no Brasil e conjuntamente à queda do preço do barril de petróleo, um estoque mais enxuto torna-se um diferencial competitivo para que as empresas consigam se sustentar. A partir desse fato, este estudo tem como propósito analisar a demanda de itens de alto valor agregado de uma grande multinacional do setor de Óleo e Gás, que foram selecionados a partir do cruzamento entre a classificação ABC do estoque e o relatório de giro de estoque dos itens da empresa. Inicialmente, foram aplicados 3 modelos de previsão de demanda – Média Simples, Média Móvel Simples e Amortecimento Exponencial Simples. O cálculo do erro mostrou que tais modelos não são adequados para a amostra estudada, provocando a busca por modelos de melhor acuracidade. A partir da tendência da série temporal e dos resultados obtidos pelo teste de sazonalidade de Kruskal-Wallis, foi possível propor um modelo de previsão de demanda de maior assertividade para os itens estudados, proporcionando uma estrutura mais enxuta para a produção da empresa.

**Palavras-chave:** Previsão de Demanda; Óleo e Gás; Kruskal-Wallis; Sazonalidade.

#### **Abstract:**

With the greatest crisis in Brazil and the collapse of oil prices, a leaner stock becomes a competitive differential for companies to sustain. From this fact, this study aims to analyze the demand for items of high value added from a large multinational in the Oil and Gas sector, which were selected from the intersection between the ABC classification of the stock and the stock turnover report Of the company's items. Initially, 3 demand prediction



models were applied - Simple Mean, Simple Moving Average and Simple Exponential Cushioning. The calculation of the error showed that these models are not suitable for the studied sample, provoking the search for models of better accuracy. From the trend of the time series and the results obtained by the Kruskal-Wallis seasonality test, it was possible to propose a model of demand forecast of greater assertiveness for the items studied, providing a leaner structure for the company's production.

**Keywords:** Demand Forecast, Oil and Gas, Kruskal-Wallis, Seasonality.

## 1. Introdução

No mundo atual, com o desenvolvimento do conhecimento científico e por conseguinte a criação de novas tecnologias, o jeito como o homem enxerga o mundo que o rodeia vem sendo transformado rapidamente. Na atual conjuntura dos fatos, um bom planejamento e uma estrutura sólida tornam-se fatores primordiais no mercado brasileiro e mundial. Hoje, no Brasil, existem organizações de nível mundial e bem estruturadas. A otimização do tempo e racionalização dos custos tornam-se fatores de extrema relevância no que tange ao amadurecimento e desenvolvimento de uma empresa. Não obstante a gestão de estoques e previsão de vendas ou a demanda de um certo produto, podem transformar um ativo não circulante em investimento, com a diminuição do mesmo e alocação dos recursos em outra parte da empresa.

Hillier e Liberman (2013) destacam que o início da PO (Pesquisa Operacional) como atividade, é geralmente atribuído às ações militares no início da segunda guerra mundial. Não se tem um marco específico para o início da previsão de demanda, pois desde os primórdios da história do homem, a partir do momento que ele deixou de ser nômade e passou a ser sedentário começou a preocupar-se com a previsão de suas necessidades futuras com o intuito estocar adequadamente provisões para a sua família. Um erro na previsão de consumo de alimentos ou na duração do inverno poderia custar a vida de toda a sua prole. Contudo pode-se inferir que os respectivos modelos ganharam uma enorme força na revolução Industrial iniciada no século XVIII na Inglaterra em virtude do alto grau de necessidade de se conquistar mercado e desenvolvimento. Portanto a previsão de demanda sempre foi uma real necessidade para a humanidade em virtude de sua sobrevivência, seja no período Neolítico ou na era Moderna.

Wanke e Julianelli (2006, p.19) “[...] técnicas de previsão cada vez mais sofisticadas, paralelamente ao rápido desenvolvimento de computadores e outras tecnologias[...], tem levado diversas empresas a se interessarem cada vez mais pelo processo de planejamento de



demanda. ”, com isso desenvolvimento de técnicas de previsão cada vez mais aprimoradas, juntamente ao de novas tecnologias de acompanhamento de estoque como os sistemas ERP (Enterprise Resource Planning, ou Planejamento dos Recursos da Empresa), pode motivar as empresas à buscarem cada vez mais recursos que possibilitem uma diminuição de custos.

A demanda por um produto em estoque é o número de unidades que é necessário ser retirado do mesmo para algum uso durante um período específico. Se esta for prevista com uma precisão razoável, far-se-á sentido em utilizar uma política de estoques que suponha que todas as previsões sempre serão totalmente precisas afirmam Hillier e Liberman (2013).

Slack, Johnston e Brandon-Jones (2015) também cita, as técnicas de previsão quantitativas também podem ser usadas para modelar dados. Embora nenhuma abordagem ou técnica resultem em previsão exata, uma combinação de abordagens qualitativas e quantitativas pode ser usada com grande efeito para integrar julgamentos especialistas e modelos preditivos.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Tipos de Previsão Quantitativas

Segundo Novaes (2007) os métodos quantitativos de previsão, com variáveis endógenas, utilizam dados históricos da própria empresa. Essa forma de se prever é baseada na ideia de que as condições ocorridas no passado continuarão ocorrendo em um futuro próximo. Nesse modelo, fatores externos como concorrência, economia ou política não alterarão significativamente os rumos da empresa a pequeno e médio prazo.

#### 2.1.1. Média

A previsão pela média consiste em uma das mais simples técnicas do FMTS (Fixed-Model Time-Series). Esta assume que a previsão para o período seguinte consiste na média aritmética simples das vendas anteriores. (WANKE e JULIANELLI, 2006).

Esta é descrita a partir da fórmula abaixo:

$$P_{t+1} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n}$$

Onde:  $P_{(t+1)}$ : Previsão para o próximo período;

$R_t$ : Valor real observado para o período  $t$ ;

$n$ : Número de períodos no histórico de vendas passadas.



### 2.1.2. Média Móvel Simples (MMS)

Segundo Ragsdale (2011), a técnica de Média Móvel é provavelmente o método mais fácil de extrapolação para usar e entender dados estacionários com essa técnica, o valor previsto da série temporal em para um período  $P_{(t+1)}$  é simplesmente a média das observações prévias  $t$  na série, ou seja:

$$P_{t+1} = M_T = \frac{(R_t + R_{t-1} + R_{t-2} + \dots + R_{t-n+1})}{n}$$

Onde:

$P_{(t+1)}$ : Previsão para o próximo período;

$M_t$ : Média móvel para o período  $t$ ;

$R_t$ : Valor real observado para o período  $t$ ;

$n$ : Número de períodos no histórico de vendas passadas.

Vale-se ressaltar que uma desvantagem da técnica de média móvel é que todos os dados passados usados no cálculo são igualmente ponderados. (RAGSDALE, 2011)

### 2.1.3. Média Móvel Ponderada (MMP) ou Amortecimento Exponencial Simples (AES)

Segundo Ragsdale (2011), a técnica de Média Móvel Ponderada é uma variação simples da técnica de média móvel e permite a atribuição de pesos aos dados ponderados. Na técnica da média móvel ponderada, a função de previsão é representada por:

$$P_{(t+1)} = [\alpha R]_{t+1} + [\alpha(1-\alpha)R]_{(t-1)} + [\alpha(1-\alpha)]^2 R_{(t-2)} + \dots$$

Sendo equivalente a:

$$P_{(t+1)} = \alpha R_{t+1} + (1-\alpha)P_t$$

Onde:

$P_{(t+1)}$  : Previsão para o próximo período;

$\alpha$ : Coeficiente de amortecimento ( $0 \leq \alpha \leq 1$ );

$R_t$ : valor real observado no período  $t$ ;

$P_t$ : Previsão referente ao período  $t$ .



O coeficiente de amortecimento  $\alpha$  pode ser interpretado como um fator de ponderação, determinando o quanto os valores mais recentes são mais importantes que os mais antigos para a previsão.

## 2.2. Testes de Não-Paramétricos

### 2.2.1. Teste de Kruskal-Wallis

Black (2004) Apud Santos et all afirma que teste de Kruska-Wallis, desenvolvido em 1952 por William H. Kruskal e W.allen Wallis, assim como o “The one-way analysis of variance “(ANOVA) é utilizado para determinar se 3 ou mais grupos independentes são de populações diferentes ou não. Ele também afirma que considerando o “one-way ANOVA” e baseia-se em premissas de populações normalmente distribuídas, grupos independentes e pelo menos um intervalo com um nível de dados e de igual variância. O teste de Kruskal-Wallis é baseado em que “N” grupos são independentes e que os dados são selecionados randomicamente.

Chan & Walmslqr (1997) também ratifica a informação de que o teste de Kruskal – Wallis (ou Teste H) é utilizado para determinar se três ou mais grupos independentes, são os mesmos ou diferem em alguma variável de interesse quanto ao nível ordinal de dados, à nível intervalar ou quanto aos níveis de relação dos dados disponíveis.

O teste de Kruskal-Wallis é dado pela seguinte equação:

$$K = \frac{12}{n(n+1)} \left[ \sum_{j=1}^c \frac{T_j^2}{n_j} \right] - 3(n+1)$$

Onde:

$c$  = Número de grupos

$N$  = Quantidade de amostras

$T_j$  = Total de ranqueamento no Grupo

$N_j$  = Quantidade de amostras em um grupo

$K \approx X^2$ , como  $df=c-1$



### 2.2.2. Matriz de Seleção de Métodos a Priori

Uma primeira forma de se escolher de maneira mais consistente e adequada uma técnica quantitativa de series temporais consiste no estudo da série em questão e da aplicabilidade de cada técnica. De maneira que é preciso primeiramente conhecer quais são as variáveis relevantes que estão presentes na série, para então avaliar-se qual o método a priori, seria o mais adequado. Vale-se ressaltar também que além de variáveis específicas na série de dados, como sazonalidade e tendência, deve-se observar outras dimensões, entre elas vale-se ressaltar a complexidade de implementação e a manutenção da técnica. (WANKE e JULIANELLI, 2006)

**Tabela 1 - Seleção a priori**

<b>Técnica</b>	<b>Características da Série</b>	<b>Tamanho do Histórico Necessário</b>	<b>Complexidade de Implementação</b>
MMS ou AES	Sem tendência Sem Sazonalidade	Pequeno	Baixa
MMD ou AED	Com Tendência Sem sazonalidade	Pequeno	Baixa
Método de Holt	Com Tendência Sem sazonalidade	Pequeno	Média
Método de Winter	Com Tendência Com sazonalidade	Médio	Média
Decomposição Clássica	Com Tendência Com sazonalidade	Grande	Alta

Fonte: Adaptado de Wanke e Julianelli (2006)

### 3. Metodologia

Este artigo caracteriza-se quanto aos meios, por um estudo de caso, pois tem como foco a previsão da demanda de uma empresa do setor de óleo e gás. Este estudo também pode ser considerado uma pesquisa de campo pois as informações obtidas são advindas do sistema de gerenciamento da empresa, também vale ressaltar o método de escolha dos itens a serem analisados foi sugerido por um dos coordenadores. Por fim, este trabalho também se caracteriza por uma pesquisa bibliográfica pois faz a utilização de artigos, livros, revistas, entre outros para tem um embasamento mais consistente a respeito dos assuntos abordados.

A limitação deste estudo está na confidencialidade do nome da empresa onde foram conseguidas as informações. Por isso, será utilizado o nome fictício Oil Corporation.



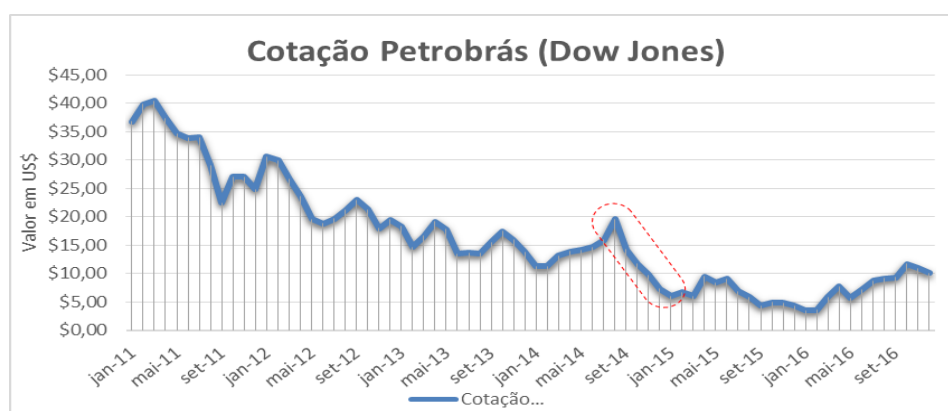
## 4. Resultados

### 4.1. O estudo de caso

O caso estudado neste trabalho se dá no setor de óleo e gás, portanto é importante em um cenário adverso antes fazer uma breve análise do mercado com o objetivo de evidenciar a pertinência do trabalho. O mercado de óleo e gás pode ser bem analisado a partir da variação do preço do barril de petróleo, esta commodity é uma das principais influências no que se relaciona ao faturamento ou a receita das empresas do setor.

Na Figura 1 abaixo, podemos observar no gráfico a cotação da Petrobrás. Pode-se observar que desde janeiro de 2011 a empresa vem perdendo valor de mercado devido aos escândalos de corrupção passados pela empresa, mas observando atentamente podemos observar a influência da cotação do petróleo em relação ao valor de mercado da empresa, principalmente no período de setembro de 2014 até janeiro de 2015. Com o declínio da Petrobrás as demandas por produtos e serviços de extração caem, e, por conseguinte faz-se muito mais necessário a economia e corte de custos.

**Figura 1 - Cotação da Petrobrás no Dow Jones**



Fonte: Autores (2017) – valores pesquisados em <https://br.investing.com>

Portanto o estudo em lide faz necessário para evidenciar a importância de uma previsão com um modelo assertivo, ou seja, um método preditivo que consiga acompanhar a demanda fazendo com que os gestores tenham uma melhor estimativa do que será utilizado e assim gerar uma maior economia de estoque para a empresa.

### 4.2. A empresa

A empresa estudada é uma grande multinacional que atua em vários seguimentos dentre eles o de Óleo e Gás, esta, localiza-se no Brasil, mais especificamente na região sudeste. A Oil Corporation fornece soluções e tecnologias perfazendo todas as etapas da cadeia produtiva



do setor petrolífero, começando pela extração do petróleo e do gás, passando pelo transporte, o refino até a conservação e o monitoramento das plataformas.

Monitorando a refinaria em tempo real, ou mesmo fazendo uma tubulação de dois mil metros abaixo do solo, a Oil Corporation tem por seu objetivo tornar as operações mais rentáveis.

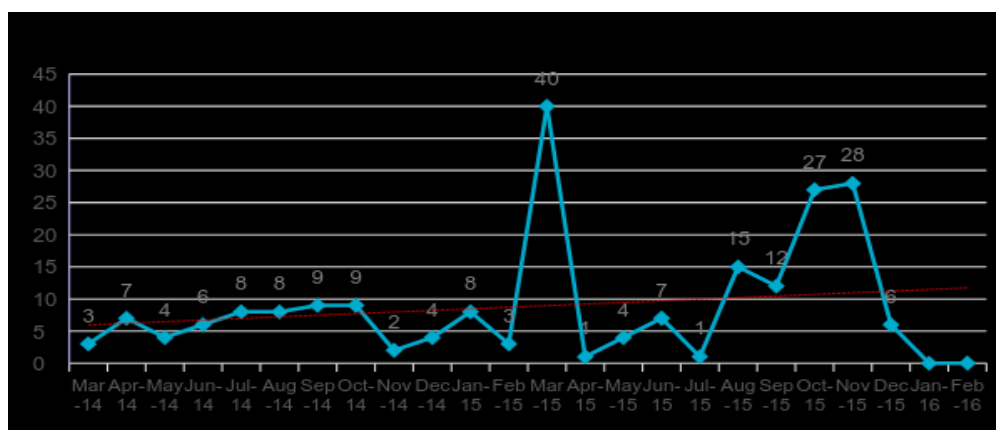
#### 4.2. Tratamento dos dados

Foram analisados os oito itens de maior representatividade no estoque, ou seja, itens classe “A” a partir da classificação ABC da empresa, conjuntamente a esta classificação também foram utilizados os dados de giro de estoque, e a partir do cruzamento desses, chegou-se aos itens referidos. Itens Classe “A” de alto giro. O consumo dos itens por mês foram coletados a partir do sistema ERP da empresa e tratados previamente no programa Access.

Por motivos práticos, serão apenas expostas as séries temporais de dois dos oito itens estudados. O gráfico 1, apresenta a série temporal de março/2014 a fevereiro/2016 referente ao item XX30YWZ, onde se percebe uma linha de tendência em que a demanda com o passar do tempo tende a crescer. Ademais, cabe ressaltar os picos de consumo ocorridos nos meses de março, outubro e novembro de 2015.

Dado o consumo dos materiais, foram feitas as previsões a partir dos métodos de média, média móvel e média móvel ponderada a partir das fórmulas colocadas em uma planilha eletrônica no programa Excel. Também foram feitas simultaneamente as análises dos erros da previsão MAD, MPE, MAPE, MSE e RMSE. Abaixo são mostrados os gráficos das previsões para cada material.

**Gráfico 1 - Consumo do Item XX30YWZ**



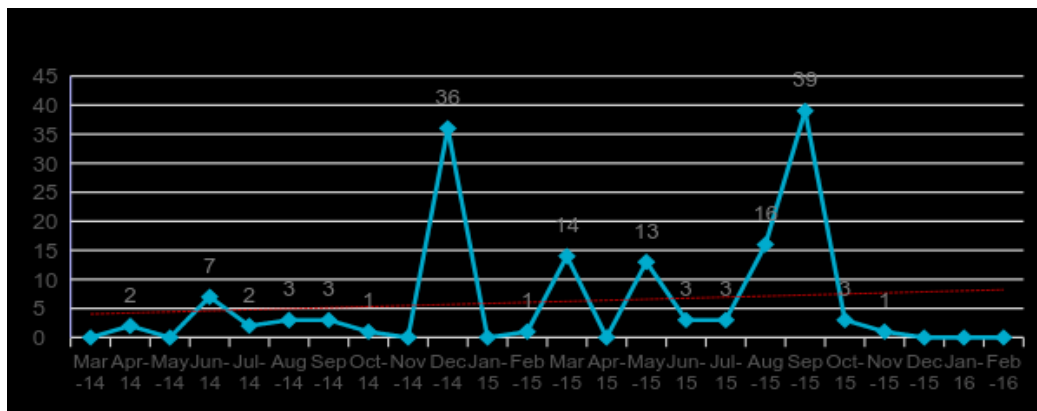
Fonte: Autores (2017)





Já o gráfico 2, apresenta a série temporal de março/2014 a fevereiro/2016 referente ao item XX28YWZ, onde se percebe uma linha de tendência em que a demanda com o passar do tempo tende a crescer. Onde podemos perceber os picos de consumo ocorridos nos meses de dezembro de 2014 e setembro de 2015.

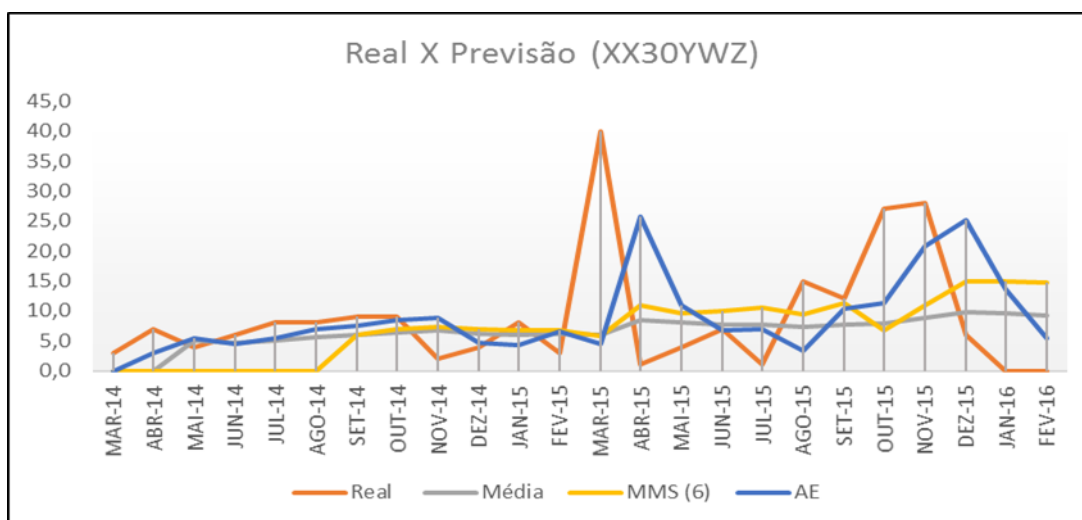
**Gráfico 2 - Consumo do Item XX28YWZ**



Fonte: Autores (2017)

O gráfico 3, apresenta as previsões de Média, MMS (6) e AE de uma serie temporal de março/2014 a fevereiro/2016 referente ao item XX30YWZ, onde se percebe, que nos meses seguintes aos de pico, a assertividade dos modelos passa a ser mais irregular, acarretando o distanciamento das linhas referentes às previsões em relação a demanda real (Linha Laranja), conforme pode-se observar nos meses de março, outubro e novembro de 2015.

**Gráfico 3 - Demanda Real x Previsão (XX30YWZ)**



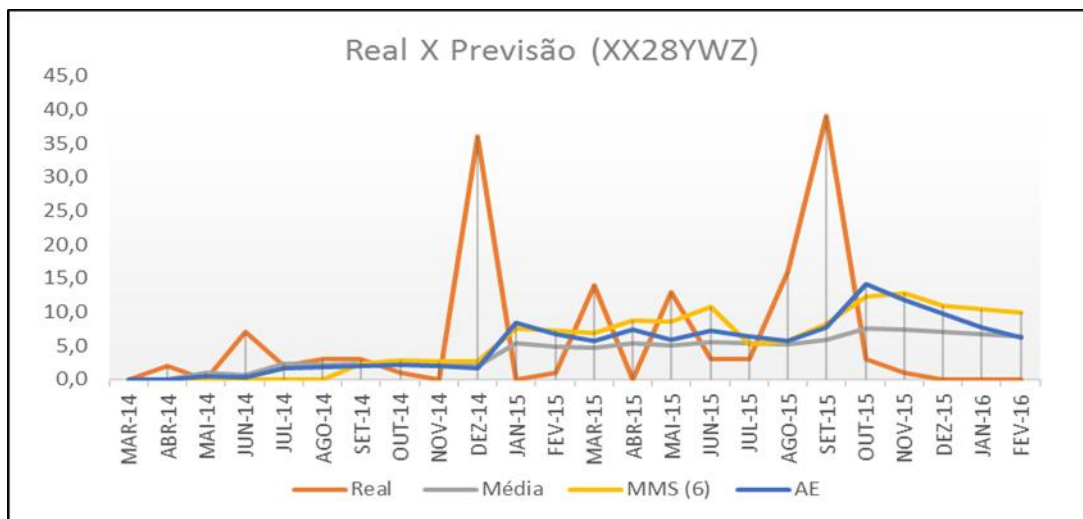
Fonte: Autores (2017)

O gráfico 4, apresenta as previsões de Média, MMS (6) e AE de uma serie temporal de março/2014 a fevereiro/2016 referente ao item XX28YWZ, onde se percebe, que nos meses seguintes aos de pico, a assertividade dos modelos passa a ser mais irregular, acarretando o



distanciamento das linhas referentes às previsões em relação a demanda real (Linha Laranja), conforme pode-se observar nos meses de dezembro de 2014 e setembro de 2015.

**Gráfico 4 - Demanda Real x Previsão (XX28YWZ)**



Fonte: Autores (2017)

Após as previsões, foram realizados os métodos de avaliação de precisão dos modelos com base nos respectivos erros como podemos observar a seguir.

A tabela 2 apresenta a precisão dos modelos de previsão aplicados para o item XX30YWZ. Observa-se que no caso do método MAD, que mede o erro absoluto das previsões, tem seu menor valor para a previsão baseada na média em aproximadamente 7 unidades. Também pode-se associar o fato de que o MPE nos 3 modelos tem um valor negativo, com o seu menor valor em -155,38% (não absoluto), mostrando que mesmo o modelo mais assertivo de previsão, nesse caso a média, prevê o consumo aproximadamente 1,5 vezes menor que a demanda real.

**Tabela 2 - Precisão dos modelos de previsão do item XX30YWZ**

<b>XX30YWZ</b>			
	<b>Média</b>	<b>MMS(6)</b>	<b>AE</b>
<b>MAD</b>	7,10	9,05	7,61
<b>MPE</b>	-155,38%	-297,86%	-239,70%
<b>MAPE</b>	246,29%	335,30%	279,90%
<b>MSE</b>	95,13	1,68	0,08
<b>RMSE</b>	9,75	1,30	0,28

Fonte: Autor (2017)

A tabela 3 apresenta a precisão dos modelos de previsão aplicados para o item X28YWZ. Observa-se que no caso do método MAD, que mede o erro absoluto das previsões,



tem seu menor valor para a previsão baseada na média em aproximadamente quatro unidades. Também pode-se associar o fato de que o MPE nos 3 modelos tem um valor negativo, com o seu menor valor em -198,80% (não absoluto), mostrando que mesmo o modelo mais assertivo de previsão, nesse caso a média, prevê o consumo aproximadamente 1,9 vezes menor que a demanda real.

**Tabela 3: Precisão dos modelos de previsão do item XX28YWZ**

<b>XX28YWZ</b>			
	<b>Média</b>	<b>MMS(6)</b>	<b>AE</b>
<b>MAD</b>	4,40	9,76	7,87
<b>MPE</b>	-198,80%	-403,41%	-257,35%
<b>MAPE</b>	266,98%	441,66%	313,37%
<b>MSE</b>	105,21	0,22	26,57
<b>RMSE</b>	10,26	0,47	5,15

Fonte: Autores (2017)

A partir dos dados e dos gráficos e tabelas mostrados acima e dos demais itens, pode-se concluir que os métodos de previsão utilizados não se mostraram precisos quanto a demanda estudada, por esse motivo faz-se necessário uma análise da sazonalidade das previsões dos itens com o intuito de observar um modelo de previsão mais adequado. Para tal verificação, será aplicado o teste de Kruskal-Wallis.

#### 4.3. Teste de Kruskal-Wallis

O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado utilizando o programa de análise estatística chamado Minitab. E após o teste foram obtidos os seguintes resultados.

A figura 2 mostra o teste de Kruskal-Wallis para o item XX30YWZ, gerado pelo programa Minitab17. Pode-se ressaltar que o valor de K, que é o fator utilizado para o teste da hipótese nula é de 0,10.

A figura 3 mostra o teste de Kruskal-Wallis para o item XX28YWZ, gerado pelo programa Minitab17. Pode-se ressaltar que o valor de K, que é o fator utilizado para o teste da hipótese nula, é de 3,12.



Figura 2 - Teste de Kruskal-Wallis para o item XX30YWZ

```

Kruskal-Wallis Teste: Quantity versus Semester

Kruskal-Wallis test on Quantity

Semester  N    Median    Ave Rank    Z
A          6    6,500     12,1       -0,17
B          6    6,000     12,3       -0,10
C          6    5,500     12,4       -0,03
D          6    9,000     13,3        0,30
Overall   24                    12,5

K = 0,10  GL = 3  P = 0,992

```

Fonte: Autores (2017)

Figura 3 - Teste de Kruskal-Wallis para o item XX28YWZ

```

Kruskal-Wallis Teste: Quantity versus Semester

Kruskal-Wallis test on Quantity

Semester  N    Median    Ave Rank    Z
A          6    1,000     8,3        -1,67
B          6   13,000    15,2        1,07
C          6   10,500    13,5        0,40
D          6   10,500    13,0        0,20
Overall   24                    12,5

K = 3,09  GL = 3  P = 0,378
K = 3,12  GL = 3  P = 0,373 (Adjusted for ties)

```

Fonte: Autores (2017)

#### 4. Conclusões

A partir dos resultados alcançados no podemos observar que os SKUs XX30YZW, XX28YZW, XX168YZW, XX11YZW, XX31YZW, XX51YZW, XX97YZW e XX4YZW não obtiveram a rejeição das hipóteses nulas, ou seja, todos provem de uma população igualmente distribuída, o que significa no estudo em tela que o consumo desses itens possui um comportamento sazonal.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis, fazem mais sentido ao se analisar a soma dos dados de cada grupo, observa-se que não existe uma grande diferença entre os grupos e a médias dos mesmos após a ordenação de dados em ranking. É natural que os itens algumas vezes apresentem alguns picos de consumo (outliers), pois existem épocas do ano em que o



mercado de petróleo brasileiro é mais ou menos ativo, podemos citar como exemplo a variação do preço do barril de petróleo e até mesmo a aprovação de licitações, principalmente por parte da Petrobrás, que é a principal empresa de petróleo brasileira.

Portanto, a partir dos da união dos dados obtidos com os modelos de previsão, com o método de análise das precisões dos modelos, o teste de Kruskal-Wallis e a matriz de seleção a priori, observa-se que o modelo mais adequado para a previsão desses itens é o Amortecimento Exponencial Triplo (ou Método de Winter), visto que as séries históricas apresentam tendências crescentes ou decrescentes e sazonais.

## REFERÊNCIAS

BLACK, Ken. **Business Statistics Contemporary Decision Making**. Wiley, 2004

CHAN Y, WALMLEY Roy. **Learning and understanding the Kruskal-Wallis one-way analysis-of-variance-by-ranks test for differences among three or more independent groups**. Phys Ther. v.77, n. 12,p.1755-1762, Dec. 1997.

HILLER, Frederick; LIBERMAN, Gerald. **Introdução à Pesquisa Operacional**. AMGH, 2013.

NOVAES, Antonio. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Elsevier, 2007.

Portal Petróleo e Energia Disponível em: < <http://www.petroleoenergia.com.br/entrevista-capacidade-ampliada-em-offshore/2/>> Acesso em: 11 de Maio 2017.

RAGSDALE, Cliff. **Modelagem e Análise de Decisão**. Cengage Learning, 2011.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. Atlas, 2015.

WANKE, Peter; JULIANELLI, Leonardo. **Previsão de Vendas: Processos Organizacionais & Métodos Quantitativos e Qualitativos**. Atlas, 2006.