

# APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA PROJETAR OS DIAS DE UTILIZAÇÃO DE SONDAS DE MANUTENÇÃO

**Raquel Carneiro de Assumpcao (UFF)**

quelcarneiro@hotmail.com

**Iara Tammela (UFF)**

iaratammela@vm.uff.br

**Edwin Benito Mitacc Meza (UFF)**

emitacc@gmail.com

**Marcelle de Sa Guimaraes (UFF)**

marcelledes@gmail.com



*O presente artigo trata de um estudo de caso realizado em uma empresa de grande porte do ramo de petróleo. Seu objetivo principal é a aplicação de técnicas de previsão de demanda para projetar a demanda diária de sondas para as atividades de manutenção. Para isso, foram coletados e analisados dados de utilização de sondas para manutenção do período de 2004 a 2011. Foram aplicadas técnicas quantitativas de previsão de demanda e calculados o desvio absoluto médio (MAD) e o erro médio percentual absoluto (MAPE) para cada uma delas. Em seguida foi selecionada a técnica que gerou os menores erros para se realizar a previsão de demanda para o ano seguinte da série analisada.*

*Palavras-chaves: previsão de demanda, sondas de manutenção, estudo de caso, setor de petróleo*

## 1. Introdução

A indústria do petróleo vem crescendo cada vez mais, tanto no Brasil como no mundo inteiro. A descoberta de novas jazidas de petróleo, como a camada do pré-sal, impulsiona o desenvolvimento de novas tecnologias e leva a um maior investimento no setor.

Neste setor, o desenvolvimento de um campo de petróleo abrange as fases de: exploração, desenvolvimento da produção e de manutenção da produção. Todas estas fases em algum momento necessitam da utilização de uma sonda. A sonda é uma unidade composta de equipamentos para a realização de perfuração, completação e intervenções em poços.

A sonda é muito importante para as atividades de exploração do petróleo, uma vez que é necessária tanto nas fases de desenvolvimento da produção (poços novos), manutenção (para poços que já estão operando) e abandono de poços.

Muitas das atividades relacionadas ao processo de exploração de petróleo possuem um custo muito elevado, como por exemplo, a utilização de Sondas e Barcos. Devido ao seu alto custo, esses recursos devem ser bem administrados para que sejam utilizados da forma mais eficiente possível.

Tendo em vista estes altos custos, é importante que se faça uma boa previsão de demanda para que estes recursos não fiquem ociosos. Uma boa previsão de demanda é relevante para um bom desempenho organizacional, uma vez que irá refletir diretamente nos resultados econômico-financeiros da empresa (VERRUCK et al., 2009).

Desta forma, esta pesquisa vai tratar justamente da previsão de demandas para sondas. Assim, será realizado um estudo de caso em uma empresa de grande porte que atua na produção, exploração, refino, comercialização e transporte de petróleo e seus derivados. O principal objetivo é aplicar técnicas de previsão de demanda para projetar a demanda de dias de utilização de sondas. A demanda é em número de dias de utilização de sondas e não em número de sondas, uma vez que uma mesma sonda é utilizada para outras atividades além da manutenção da produção. Sendo assim, não seria possível realizar a previsão em número de sondas, e sim em número de dias de utilização de sondas.

Os seguintes tópicos serão discutidos: importância das sondas no ambiente *offshore*; principais métodos para previsão de demanda; a aplicação usando dados de uma empresa do setor de petróleo; análise dos resultados e conclusões.

## 2. Importância das sondas no ambiente offshore

No ambiente *offshore*, existem diferentes tipos de sonda, dentre as quais destacam-se as sondas marítimas, que são equipamentos de perfuração/intervenção na maioria das vezes montados em uma Unidade Marítima (Sonda ou Navio), que se locomovem e permanecem estacionadas nas coordenadas do poço no momento de realizar as operações.

Na realidade, existem diversos tipos destas unidades, tais como: plataformas fixas, auto-elevatórias, semi-submersíveis, *tension legs* e navios-sonda. Suas características se adequam aos diferentes requisitos, como: laminais d'água, condições marítimas, relevo do fundo do mar e a relação custo/benefício.

De acordo com D'Almeida (2000), o custo diário de uma sonda é muito elevado, porém em função das condições de mercado, os preços flutuam, sendo que a variação do preço do barril de petróleo é a variável que mais influencia na flutuação da diária de uma sonda. As características físicas de uma sonda e o seu tipo também influenciam no custo.

As sondas com foco, nesta pesquisa, são as que desenvolvem operações de manutenção ou *workover*. Segundo Thomas (2001), os tipos de operações de *workover* podem ser classificados em:

- a) **Avaliação:** esta atividade visa o monitoramento do poço ou da rocha reservatório.
- b) **Restauração:** esta atividade tem o objetivo de restaurar as condições normais de fluxo da rocha reservatório para o poço produtor.
- c) **Limpeza:** esta atividade visa remover sólidos depositados indevidamente no poço, por motivos técnicos ou resultado de uma avaliação econômica.
- d) **Mudança de método de elevação:** esta operação tem o objetivo de substituir um determinado método de elevação de óleo por outro.
- e) **Estimulação:** envolve as atividades que visam aumentar o índice de produtividade (produção de óleo) ou de injetividade (injeção de água) de um poço em uma rocha reservatório.

- f) **Abandono:** esta atividade pode ser de abandono provisório ou definitivo, dependendo se existe ou não possibilidade de retorno de produção.

Neste trabalho, os termos intervenção, *workover* e manutenção são utilizados como sinônimos e representam todo o tipo de trabalho realizado em um poço após ele ter começado a produzir. Porém as atividades de abandono, sejam elas provisórias ou definitivas, não foram tratadas como *workover* uma vez que na empresa em análise os custos para esta atividade provêm de recursos distintos.

Cabe ressaltar que, atualmente, a previsão de demanda na Unidade de Macaé (RJ) é realizada a partir do levantamento das demandas de todos os Ativos de Produção que compõe esta Unidade. As demandas são elaboradas inicialmente dentro de cada Ativo considerando os serviços de sondas pendentes e não realizados no ano corrente e os previstos a serem realizados no ano seguinte. Em seguida, são consideradas as limitações das sondas disponíveis e o orçamento aprovado e disponível para cada Ativo de Produção. A previsão é finalizada quando se somam as previsões feitas pelos Ativos e passa a ser considerada a visão geral levando em conta as suas metas e mantendo o nivelamento dos recursos disponíveis.

Entretanto, a previsão de demanda para a utilização das sondas pela área da empresa em questão, atualmente, é feita de forma empírica, sem a utilização de métodos de previsão. Assim sendo, a utilização de métodos de previsão podem melhorar o planejamento da empresa na utilização de seus recursos críticos e conseqüentemente nos custos diários de utilização das sondas.

### 3. Previsão de demanda

As previsões de demanda são fundamentais para: o planejamento de novas instalações; o planejamento da produção; e a programação da força de trabalho. Portanto, devem ser realizadas previsões de longo, médio e curto prazo respectivamente para que haja tempo suficiente para que essas questões sejam planejadas e colocadas em prática (GAITHER e FRAIZIER, 2001).

O processo de previsão de demanda é fundamental em uma empresa, uma vez que isso disponibiliza a mesma as bases para a elaboração de um planejamento e controle de todas as

áreas da empresa (VERRUCK et al., 2009). A previsão de demanda é o ponto de partida para todo planejamento empresarial. As previsões de demanda podem ser realizadas através de técnicas qualitativas (que envolvem análises subjetivas, opiniões e palpites), técnicas quantitativas (que envolvem a análise de dados históricos) ou ambas.

### 3.1. Os métodos qualitativos

Os métodos qualitativos se baseiam na opinião, no julgamento de pessoas-chaves/fundamentais sobre a probabilidade dos fatores que influenciaram no passado venham a continuar agindo no futuro (GAITHER e FRAIZIER, 2001). São úteis quando não se dispõe de dados históricos para análise. Também podem ser utilizados para se ajustar os resultados obtidos por métodos quantitativos (KRAJEWSKI et al., 2009).

### 3.2. Os métodos quantitativos

As técnicas de previsão quantitativas baseiam-se na análise numérica de dados históricos para projetar os dados futuros. De acordo com Verruck et al., (2009), os métodos quantitativos utilizam-se de modelos matemáticos, com base estatística, como forma de realizar a previsão.

Estes métodos podem ser subdivididos em dois grandes grupos: técnicas baseadas em séries temporais e técnicas causais. Segundo Gaither e Fraizier (2001, p.57): “uma série temporal é um conjunto de valores observados medidos ao longo de períodos de tempo sucessivos”. Para prever séries temporais é necessário representar o comportamento do processo por um modelo matemático que pode ser extrapolado para o futuro (QUEIROZ e CAVALHEIRO, 2003).

De acordo com Queiroz e Cavalheiro (2003) e Gaither e Fraizier (2001) as séries temporais podem possuir: tendência; variação sazonal; variação cíclica; e variação aleatória.

Já os métodos causais são utilizados quando existe uma relação entre os dados históricos do produto com uma ou mais variáveis relacionadas à demanda (KRAJEWSKI et al., 2009).

Neste artigo, dentre os métodos causais será tratada a regressão linear e dentre os métodos de análise de séries temporais serão abordados a média móvel simples, a média ponderada

móvel, exponencial móvel e exponencial com tendência, descritos em (KRAJEWSKI; et al., 2009; GAITHER e FRAIZIER, 2001).

### **3.3 Algumas considerações sobre os métodos de previsão**

De acordo com Gaither e Fraizier (2001), algumas razões para se obter previsões ineficazes são: não escolher uma equipe ampla de pessoas para realização da previsão de demanda; não reconhecer a importância da previsão de demanda para a tomada de decisões estratégicas; não perceber que a previsão é apenas uma previsão; não realizar previsões para as coisas certas; não escolher o método de previsão apropriado; e não monitorar e controlar os modelos de previsões.

### **3.4 Como monitorar e controlar os métodos de previsão**

Como o futuro não é espelhado perfeitamente no passado, a previsão da demanda futura conterá erros. Sendo este definido como a diferença entre a demanda real e a demanda prevista (GAITHER e FRAIZIER 2001).

Segundo Corrêa et al. (2006) a previsão da demanda só terá sucesso se esses erros forem calculados e analisados, para que através deles possa-se controlar o método de previsão e modificá-lo quando necessário. Alguns critérios de validação que podem ser utilizados são o Erro Médio Percentual Absoluto (MAPE) e o Desvio Absoluto Médio (MAD).

Os assuntos tratados nesta seção são importantes, uma vez que foram descritos alguns métodos de previsão de demanda que serão utilizados no estudo de caso.

## **4. Estudo de Caso**

A empresa na qual foi realizado o estudo de caso é uma das maiores empresas de energia do mundo. É uma empresa de capital aberto (sociedade anônima), na qual o acionista majoritário é o Governo do Brasil. Possui sua sede no Rio de Janeiro e opera em 28 países. Atua nas áreas de exploração, produção, refino, comercialização, transporte de óleo e gás natural, distribuição de derivados, energia elétrica, biocombustíveis e outras fontes renováveis de energia.

Algumas atividades relacionadas à produção de petróleo possuem um custo muito elevado, como é o caso da utilização das sondas e barcos de apoio operacional. Estes recursos podem

ser alugados ou comprados, mas é de suma importância que sejam utilizados de forma eficiente, uma vez que estes recursos são limitados e possuem um alto custo.

Para a realização deste estudo de caso foram coletados dados históricos que já haviam sido registrados e armazenados por uma determinada gerência da empresa em análise. Os dados são referentes à utilização de sondas para um período de 8 anos, de 2004 até 2011. Este projeto se delimita apenas as atividades de manutenção referentes à unidade da empresa que se localiza em Macaé.

A empresa em questão dispõe de aproximadamente 40 sondas, sendo parte alugadas e parte compradas. Estas são utilizadas/compartilhadas pelas suas quatro Unidades que estão distribuídas geograficamente no Brasil. Cada Unidade é responsável por determinados campos, e um setor é responsável por intermediar e organizar a sequência de poços que cada uma das sondas irá executar, de acordo com a solicitação dos responsáveis por cada área.

A sequência de poços a ser executado depende da produção do poço, da lâmina d'água, do tempo da intervenção, do tipo de atividade (manutenção para ganho de produção, manutenção por questões de segurança, manutenção para prevenir uma falha ou por algum outro motivo), da compatibilidade da sonda com o poço, etc.

#### **4.1 Coleta dos dados**

Os dados utilizados foram cedidos por uma determinada gerência da empresa na qual está sendo realizado o estudo de caso, registrados em planilhas do software Microsoft Excel.

Cada planilha continha as informações referentes a um determinado ano e para cada atividade presente na planilha estavam registradas diversas informações, como: o mês que a operação foi realizada, a Unidade/Pólo responsável, a gerência responsável pelo poço, a sonda que foi utilizada, o nome do poço, o tipo de operação, a duração da operação, entre outras.

Antes de ser realizada a previsão de demanda, os dados precisaram ser selecionados uma vez que esta planilha continha dados referentes às diversas unidades da empresa, dados referentes a todos os tipos de operações que uma determinada sonda realizou e demais informações que não foram consideradas necessárias para a análise em questão.

A previsão da demanda será realizada com os dados anuais devido a diversos fatores: (1) na empresa em questão esse tipo de previsão é realizada anualmente; (2) a empresa necessita se

programar com antecedência, pois existem diversas variáveis que precisam estar disponíveis no momento da utilização da sonda, como por exemplo, equipe técnica e materiais necessários; (3) outro motivo também pelo qual a previsão da demanda não será realizada mensalmente é o fato de que a demanda de serviços de manutenção deve justificar ou não a contratação de uma sonda e esta contratação não é realizada por um período curto e sim para períodos mais longos (anos).

#### 4.2 Análise e tratamento dos dados

O tratamento de dados é importante para se obter uma informação mais significativa no processo. Este tópico irá analisar a presença de registro com *missing values* e *outliers*, assim como a normalidade dos dados. Para estas análises foram utilizados os seguintes softwares voltados para fins estatísticos: o Minitab e o SPSS. Analisando os dados, percebeu-se que o número de dias em serviço de manutenção com sonda no ano de 2010 foi bem abaixo da média dos dados, sendo retirado por ser considerado um *outlier*. Vale ressaltar que foi pesquisado na empresa se havia alguma razão para isso, porém ninguém soube dizer se havia algum motivo ou não, acredita-se que esse foi apenas um ano atípico.

O próximo passo foi a análise de normalidade dos dados. Para isso pode-se observar alguns fatores como a assimetria e curtose. De acordo com Figueiredo (2003), para análises univariadas, as variáveis observadas podem ser consideradas tendo uma normalidade univariada caso a assimetria esteja entre  $-1$  e  $+1$  e a curtose entre  $+2$  e  $-2$ . De acordo com os dados obtidos, pode-se perceber que os valores da assimetria e da curtose encontram-se dentro dos padrões para considerar a normalidade univariada dos dados. É importante ressaltar que o teste de normalidade é mais sensível para amostras grandes e a amostra em questão possui tamanho reduzido.

#### 4.3 Aplicação das técnicas de previsão de demanda

As técnicas quantitativas de previsão de demanda que foram apresentadas na seção 3 serão analisadas a seguir para que possa ser escolhida a melhor técnica para o caso em questão. Os softwares que foram utilizados para estes cálculos foram o Minitab e Excel.



### 4.3.1 Método da média móvel

Na Tabela 1 pode-se observar os cálculos para a previsão de demanda pelo método da média móvel empregando-se 2 períodos (representado na coluna “MM2”). Também observa-se a diferença absoluta entre a demanda real e a demanda prevista (representada na coluna “Erro”). Obteve-se um MAD de 219,27 que significa que o erro de previsão médio foi de 219,27 dias para mais ou para menos. Nota-se que o MAPE foi de 7,28 por cento, indicando que o erro de previsão foi cerca de 7 por cento da demanda real. Devido ao número restrito de dados optou-se por realizar os cálculos empregando-se apenas 2 períodos. Observa-se que nos anos de 2007, 2008 e 2011 a diferença entre o real e o previsto foi relativamente pequena.

Tabela 1 - Média Móvel

Ano	Demanda Real	MM2	Erro
2004	2338,88		
2005	2602,30		
2006	2959,38	2470,59	488,79
2007	2742,58	2780,84	38,25
2008	2773,02	2850,98	77,96
2009	3174,82	2757,80	417,02
2011	2899,60	2973,92	74,32
MAD de 2006 ate 2011		219,27	
MAPE de 2006 ate 2011		7,28%	

### 4.3.2 Método da média móvel ponderada

Este método assim como o anterior foi calculado empregando-se apenas 2 períodos, uma vez que o número de dados é relativamente pequeno. Na Tabela 2 observam-se os cálculos para a previsão de demanda utilizando-se 2 períodos e diferentes pesos. Os valores escolhidos para os pesos foram aleatórios. Comparando-se o MAD e o MAPE para as diferentes ponderações

percebe-se que para os pesos de 4 para o ano mais antigo e 6 para o ano mais recente obteve-se os menores erros. Logo, dentre as previsões geradas através deste método a melhor é a dos pesos 4 e 6, que geram um MAD de 224,23 e um MAPE de 7,47%. Porém ainda assim, esses erros são relativamente altos e maiores do que os gerados no método anterior.

**Tabela 2 - Média Móvel Ponderada**

Ano	Demanda Real	MM2 Pesos (4 e 6)	Erro	MM2 Pesos (3 e 7)	Erro	MM2 Pesos (2 e 8)	Erro
2004	2338,88						
2005	2602,30						
2006	2959,38	2496,93	462,45	2523,27	436,10	2549,61	409,76
2007	2742,58	2816,54	73,96	2852,25	109,67	2887,96	145,38
2008	2773,02	2829,30	56,28	2807,62	34,60	2785,94	12,92
2009	3174,82	2760,85	413,97	2763,89	410,93	2766,93	407,89
2011	2899,60	3014,10	114,50	3054,28	154,68	3094,46	194,86
MAD de 2006 ate 2011		224,23		229,20		234,16	
MAPE de 2006 ate 2011		7,47%		7,65%		7,84%	

### 4.3.3 Método da média exponencial móvel

Nas Tabelas 3 e 4 podem-se observar alguns dos cálculos que foram realizados para a previsão de demanda pelo método da média exponencial móvel utilizando-se diferentes coeficientes de ponderação.

Ainda nas referidas tabelas obtêm-se os valores referentes aos erros para cada previsão realizada com os diferentes coeficientes de ponderação. Nota-se que os menores erros foram para o coeficiente de ponderação de 0,6, que gerou um MAD de 206,50 e um MAPE de 6,83. Apesar destes valores ainda serem relativamente altos, são menores do que os erros obtidos nos métodos calculados anteriormente.

**Tabela 3 - Média Exponencial Móvel**

Ano	Demanda Real	$\delta=0,1$	Erro	$\delta=0,3$	Erro	$\delta=0,5$	Erro
2004	2338,88						
2005	2602,30	2338,88	263,42	2338,88	263,42	2338,88	263,42
2006	2959,38	2365,22	594,16	2417,90	541,47	2470,59	488,79
2007	2742,58	2424,63	317,95	2580,34	162,24	2714,98	27,60
2008	2773,02	2456,43	316,59	2629,02	144,00	2728,78	44,24
2009	3174,82	2488,09	686,73	2672,22	502,60	2750,90	423,92
2011	2899,60	2556,76	342,84	2823,00	76,61	2962,86	63,26
MAD de 2006 ate 2011		451,65		285,38		209,56	
MAPE de 2006 ate 2011		15,31%		9,58%		6,93%	

**Tabela 4 - Média Exponencial Móvel**

Ano	Demanda Real	$\delta=0,6$	Erro	$\delta=0,7$	Erro	$\delta=0,9$	Erro
2004	2338,88						
2005	2602,30	2338,88	263,42	2338,88	263,42	2338,88	263,42
2006	2959,38	2496,93	462,45	2523,27	436,10	2575,96	383,42
2007	2742,58	2774,40	31,81	2828,54	85,96	2921,03	178,45
2008	2773,02	2755,31	17,71	2768,37	4,65	2760,43	12,59
2009	3174,82	2765,94	408,88	2771,63	403,19	2771,76	403,06
2011	2899,60	3011,27	111,66	3053,86	154,26	3134,51	234,91
MAD de 2006 ate 2011		206,50		216,83		242,49	
MAPE de 2006 ate 2011		6,83%		7,21%		8,14%	

#### 4.3.4 Método da média exponencial com tendência

Este método foi realizado para diversos valores de constante de amortecimento para média ( $\alpha$ ) e para tendência ( $\beta$ ). Nas Tabelas 5 e 6 podem-se observar alguns destes cálculos que foram realizados. Nota-se que os erros de previsão são menores quando a constante de amortecimento para média foi de 0,09 e a constante de amortecimento para tendência foi de 0,05, obtendo-se desta forma um MAD de 177,83 e um MAPE de 5,92%. Isto significa que o erro de previsão médio foi de 177,83 dias para mais ou para menos e que o erro de previsão foi cerca de 6 por cento da demanda real.

**Tabela 5 - Média Exponencial com Tendência**

Ano	Demanda	$\alpha=0,2 \quad \beta=0,3$		$\alpha=0,2 \quad \beta=0,1$		$\alpha=0,1 \quad \beta=0,05$	
		FT	Erro	FT	Erro	FT	Erro
2004	2338,88	2338,88		2338,88		2338,88	
2005	2602,30	2432,33	169,97	2432,33	169,97	2432,33	169,97
2006	2959,38	2559,78	399,60	2559,78	399,60	2542,78	416,59
2007	2742,58	2743,35	0,77	2736,55	6,03	2678,75	63,84
2008	2773,02	2870,83	97,80	2842,60	69,58	2781,52	8,50
2009	3174,82	2978,85	195,97	2933,65	241,17	2877,37	297,45
2011	2899,60	3139,76	240,15	3085,46	185,86	3003,78	104,18
MAD de 2006 ate 2011		186,86		180,45		178,11	
MAPE de 2006 ate 2011		6,30%		6,05%		5,93%	

Comparando este método de previsão com os demais que foram calculados anteriormente, nota-se que os menores erros foram obtidos através da média exponencial com tendência quando a constante de amortecimento para média foi de 0,09 e a constante de amortecimento para tendência foi de 0,05.

Tabela 6 - Média Exponencial com Tendência

Ano	Demanda	$\alpha=0,05 \quad \beta=0,05$		$\alpha=0,09 \quad \beta=0,05$		$\alpha=0,2 \quad \beta=0,05$	
		FT	Erro	FT	Erro	FT	Erro
2004	2338,88	2338,88		2338,88		2338,88	
2005	2602,30	2432,33	169,97	2432,33	169,97	2432,33	169,97
2006	2959,38	2534,28	425,09	2541,08	418,29	2559,78	399,60
2007	2742,58	2649,42	93,17	2672,95	69,64	2734,85	7,73
2008	2773,02	2749,02	24,00	2775,32	2,30	2835,55	62,53
2009	3174,82	2845,39	329,43	2871,53	303,29	2922,27	252,55
2011	2899,60	2957,10	57,50	2995,23	95,62	3071,38	171,78
MAD de 2006 ate 2011		185,84		177,83		178,84	
MAPE de 2006 ate 2011		6,20%		5,92%		5,98%	

### 4.3.5 Método da Regressão Linear

Para analisar a regressão linear deve-se realizar o seguinte teste de hipótese:

$H_0: \rho=0$  Não existe correlação linear

$H_1: \rho \neq 0$  Existe correlação linear

Se o p-valor der maior do que o nível de significância não há indícios para rejeitar a hipótese nula. Calculando pelo Minitab o p-valor deu 0,07 que é maior do que o nível de significância de 0,05. Logo não existe correlação linear. Como não existe correlação linear entre as seguintes variáveis: número de dias de utilização de sondas para manutenção e tempo, este método não foi utilizado para realizar a previsão de demanda.

## 5. Análise dos Resultados

A comparação entre os diferentes métodos foi realizada através do MAD e do MAPE, para que esta análise possa ser realizada os erros foram calculados para a mesma quantidade de períodos. Conforme a Tabela 7, o método que gerou os menores erros de previsão foi o método da média exponencial com tendência para  $\alpha=0,09$  e  $\beta=0,05$  que obteve o menor MAD

e o menor MAPE. E, portanto, esse será o método utilizado para se realizar a previsão da demanda.

Tabela 7 - Comparação dos erros entre os diferentes métodos de previsão

Método de previsão	MAD	MAPE
Média móvel para 2 períodos	219,27	7,28%
Média móvel ponderada Pesos (4 e 6)	224,23	7,47%
Média exponencial móvel $\alpha=0,6$	206,50	6,83%
Média Exponencial com tendência $\alpha=0,09$ e $\beta=0,05$	177,83	5,92%

A seguir foi realizada a previsão da demanda através da média móvel exponencial que foi o método que obteve os menores erros.

Tabela 8 - Média Exponencial com Tendência ( $\alpha=0,09$  e  $\beta=0,05$ )

Ano	Demanda	St	Tt	FTt
2004	2338,88	2338,88	93,45	2338,88
2005	2602,30	2447,63	93,45	2432,33
2006	2959,38	2578,73	94,22	2541,08
2007	2742,58	2679,22	96,10	2672,95
2008	2773,02	2775,11	96,42	2775,32
2009	3174,82	2898,82	96,40	2871,53
2011	2899,60	2986,62	97,77	2995,23
2012				3084,39

Pelos cálculos mostrados na Tabela 8, a previsão da demanda por sondas para manutenção no ano de 2012 para a base de Macaé foi de 3084,39 dias. A demanda real foi de 1958 dias. Comparando-se o resultado obtido com a demanda real pode-se observar que o previsto foi bem maior do que o realizado.

O valor real pode ter sido menor do que o previsto, pois durante o transcorrer do ano de 2012 a prioridade em exploração e produção foi uma determinação da alta gerência da empresa para recuperar e aumentar a produção de petróleo no Brasil, focando na descoberta do Pré-Sal. As ações foram desdobradas na empresa realocando recursos humanos e materiais para concluir o desenvolvimento tecnológico nas áreas de exploração, produção e completação. Como nestas áreas as atividades *offshore* são realizadas utilizando-se sondas, houve a

necessidade de remanejamento destes recursos para que se complementasse a quantidade de sondas requeridas para as atividades priorizadas do Pré-Sal.

É importante ressaltar algumas limitações do projeto:

- Como o número de períodos analisados é relativamente pequeno isto pode influenciar nos resultados obtidos, pois quanto maior o número de dados melhor será a previsão;
- A previsão de demanda foi realizada com os dados anuais, porém os dados coletados encontravam agrupados mensalmente, logo se existisse alguma incoerência nos dados mensais, isto pode ter refletido nos dados anuais, influenciando assim o resultado obtido.
- O projeto se restringiu a análise de apenas algumas das técnicas de previsão de demanda. Porém poderia ter algum outro modelo que não foi utilizado neste projeto e que gerasse uma melhor estimativa da demanda.

## 6. Conclusões

Este artigo teve como principal objetivo realizar a previsão de demanda por sondas para as atividades de manutenção da empresa que está sendo feito o estudo de caso. Para isso utilizou-se algumas das técnicas de previsão de demanda, selecionou-se a técnica que obteve os menores erros de previsão - que foi o método da média exponencial com tendência para  $\alpha=0,09$  e  $\beta=0,05$  - e estimou-se a demanda para o ano seguinte da série de dados - que gerou uma previsão de 3084,39 dias de demanda por sondas para manutenção na base de Macaé para o ano de 2012.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados. Do ponto de vista acadêmico, os resultados obtidos foram relevantes uma vez que foi possível colocar em prática as teorias e métodos de previsão de demanda.

Porém, do ponto de vista gerencial seria necessário uma análise mais profunda nas seguintes questões: ampliar o período de dados coletados; realizar a previsão de demanda para as demais bases da empresa; analisar as demais atividades além da manutenção de poços; analisar outras variáveis, além do tempo, que podem influenciar na previsão de demanda de sondas; utilizar outras técnicas de previsão de demanda que não foram citadas neste trabalho; integrar métodos quantitativos e qualitativos para realizar a previsão de demanda.

## 7. Referências

Corrêa, Henrique L.; Gianesi, Irineu G. N.; Caon, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas S. A. 2006.

D'Almeida, Albino Lopes. **Estruturação e dimensionamento de frota e pessoal numa empresa de sondagem e serviços especiais em petróleo**. Rio de Janeiro, 2000. 254p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

Figueiredo, Moacyr Amaral Domingues. **Sistema de medição de desempenho organizacional: Um modelo para auxiliar a sua auto-avaliação**. Rio de Janeiro, 2003. 262p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

Gaither, Norman; Fraizier, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8ª edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

Krajewski, Lee; Ritzman, Larry; Malhotra, Manoj. **Administração de Produção e Operações**. 8ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

Queiroz, Abelardo Alves; Cavalheiro, Darlene. **Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção de indústrias de alimentos**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.

Thomas, José Eduardo. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2001.

Verruck, Fabio; Bampi, Rodrigo Eduardo; Milan, Gabriel Sperandio. **Previsão de demanda em operações de serviços: Um estudo em uma empresa do setor de transportes**. SIMPOI, 2009.