

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO NA PRODUÇÃO CAFEIEIRA DE PEQUENOS  
AGRICULTORES DA REGIÃO DE MANHUAÇU-MG****Myllena Lopes de Melo<sup>1</sup>, Marcelus Xavier Oliveira<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Produção, Facig, myllenalopes@hotmail.com<sup>2</sup> Mestre em Modelagem Matemática Computacional, Facig, marcelusxavier@sempre.facig.edu.br

**Resumo** - A produção cafeeira no Brasil tem um importante papel na agropecuária e no PIB nacional, parte desta produção se concentra na região de Manhuaçu/MG. Neste trabalho, foram coletados dados de dez fazendas produtoras a região e através deles, foi possível realizar uma análise baseada em técnicas de previsão afim de estimar custos, preços e lucros dos próximos biênios. Utilizou-se técnicas de Média Móvel simples, Média Exponencial, *Holt Winters* e Regressão Linear com auxílio do software Excel. Os resultados se mostraram acurados por meio da utilização da técnica de Média Móvel.

**Palavras-chave:** Técnicas de Previsão; Planejamento e Controle da Produção; Cafeicultura.

**Área do Conhecimento:** Ciências Exatas e da Terra

**1 INTRODUÇÃO**

A produção de cafés é comumente associada como sinônimo de progresso e ocupa uma parte muito importante não só na história brasileira bem como no setor agropecuário, segundo o ministério da agricultura, o produto apresenta entre os dez principais setores exportadores, representando 9,8% das exportações brasileiras (MAPA, 2018). Atualmente, a produção cafeeira representa uma fonte relevante de receitas de vários municípios, de acordo com Ministério da Agricultura (MAPA, 2018), este setor configura como o principal gerador do trabalho na área agropecuária nacional. Com isso, os desempenhos da exportação e do consumo de café ressalta na sustentabilidade econômica do produtor e de sua atividade.

Dada a importância desse cenário, o bom planejamento e controle da produção (PCP) cafeeira por parte dos produtores se torna uma relevante ferramenta competitiva dentro do cenário nacional. O PCP é uma das áreas mais estudadas na Engenharia de Produção, uma vez que, faz parte do cotidiano gerencial de uma empresa a aplicação dos conceitos de gestão dos custos, mão de obra, matéria prima, entre outros. Logo, realizar o planejamento da produção e controlá-la é fundamental para o bom rendimento de qualquer organização.

Uma das técnicas mais estudadas no PCP são as previsões de demanda. Tais técnicas auxiliam na determinação de quais recursos são necessários, onde na programação dos recursos existentes, na aquisição de recursos adicionais e também na permissão da redução dos estoques ao longo das cadeias produtivas (VOLLMANN et al, 2006).

As previsões de demandas têm como potencial auxiliar nas tomadas de decisões, no nível operacional e estratégico, por apresentarem uma visão clara do futuro (ARMSTRONG, 2001) e podem ser aplicadas nos mais diferentes negócios. De acordo com Oliveira, Marins e Dalcol (2006), as imperfeições das técnicas de previsão de demanda podem causar riscos e incertezas em uma manufatura, contribuindo para uma análise imprecisa por parte do agente tomador de decisão. Uma das características destas técnicas é que quanto mais distantes no tempo a previsão for necessária, menor a assertividade. Contudo, a fim de evitar tal imprecisão, deve-se ter uma coleta de informações com alta coesão, conhecer as técnicas existentes estabelecendo prática racional e identificar, os métodos, e analisar o mais adequado do caso (BALLOU, 2005).

Na maioria dos mercados, as demandas da empresa não são tão estáveis, assim, uma previsão boa tornasse o fator chave para o sucesso. Desta maneira, quanto mais instável a demanda for de um determinado setor, maior a importância de possuir uma previsão de demanda de boa acurácia (WERNER, 2004).

Neste intuito, os trabalhos de Lemos (2006) e Boop (1985) sugerem melhorias na acurácia

utilizando previsões combinadas através da integração dos métodos, com o objetivo de diminuir os efeitos das variáveis externas. Com isso, para uma previsão de acurácia tem grande potencial de trazer economias, trazendo como resultado bom retorno monetário, onde também tem aumento na competitividade e satisfação para seus clientes (MOON et al., 2003).

Uma das características do método estudado é obter a partir do estudo e dos cálculos dos dados passados uma previsão acerca dos possíveis dados futuros, o que permite obter novos resultados com menores desperdícios e melhores benefícios.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar os resultados dos métodos de previsão de demanda no setor cafeeiro da região das matas de minas. Para tanto, serão utilizadas quatro técnicas de previsões: Média Móvel, Média Exponencial, Regressão Linear e a técnica de *Holt-Winters*. Para melhor entendimento, o restante deste artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção dois apresenta o referencial teórico, na seção três, a metodologia utilizada é descrita bem como as técnicas de previsão adotadas neste trabalho. Na seção quatro, os resultados obtidos são analisados e por fim, na seção cinco uma breve conclusão sobre o estudo foi realizada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste contexto, a previsão de demanda é analisada à capacidade do método - de estimar valores futuros para planejamento da demanda e sua tomada de decisão, com isso o valor previsto será próximo ao valor real (MAKRIDAKIS et al., 1998). As possíveis incertezas e os erros dos valores aproximado da previsão, podem prover da baixa previsibilidade da própria análise sendo que, com base nas informações de dados históricos, onde são gerados uma noção para poder antecipar a demanda ou valor futuro, que é possível conter incertezas em virtude da eficiência do modelo de previsão (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2011).

As técnicas de previsão podem ser classificadas em dois tipos de técnicas: as técnicas qualitativas e quantitativas. O método qualitativo utiliza a análise de uma opinião de um especialista ou de um grupo sobre a previsão final, podendo ser tendenciosa e pouca ou nenhuma ênfase a previsões quantitativas (GOODWIN, 2000). Essa técnica é mais usada para casos que não podem ser analisados ou coletados dados ou quando não haver um histórico de dados. Para Tubino (2007, p.18) “as técnicas qualitativas privilegiam principalmente dados subjetivos, os quais são difíceis de representar numericamente”. Para Peinaldo e Graeml (2007, p.334), “este modelo pode ser apropriado quando não existem dados históricos a serem analisados como base para a previsão”.

As técnicas quantitativas utilizam observações e um padrão histórico de demanda feito por modelos matemáticos, que torna possível estimar valores futuros (ELSAYED; BOUCHER, 1994). Esse método é o mais utilizado na previsão da demanda (MENTZER; COX, 1997) por sua vantagem de ter uma previsão que possa chegar mais próxima do futuro e melhorando seu planejamento evitando desperdícios desnecessários.

Existem pesquisas, no cenário da agricultura brasileira, que fazem uso das técnicas de previsão de demanda. Em Farias (2011), é aplicado a técnica ARIMA (Autor Regressivo – Integrado – Média Móvel) para a previsão de diminuição de riscos para negociações de valor do café commodity eliminando a variação de preço. Em Gomes (2016), foi empregada a previsão de Média Móvel e Suavização Exponencial para a previsão de amido de milho de uma agroindústria obtendo resultados satisfatórios e no trabalho (WERNER, 2017), as técnicas de Suavização Exponencial (*Holt Winters*) foi aplicada na produção de leite o que possibilitou encontrar melhores medidas de acurácia sobre os resultados.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Desenvolvimento do Método de Trabalho

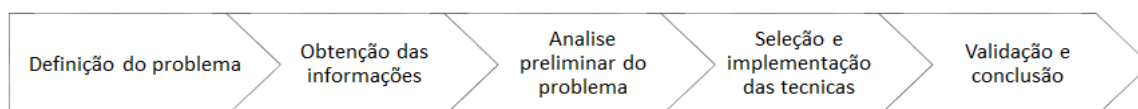
A pesquisa foi realizada com cafeicultores da região das matas de minas situada na zona da mata mineira, caracterizada principalmente pela produção naturalmente sustentável e marcada pela predominância da agricultura familiar.

O estudo realizado possui natureza aplicada, onde tem por objetivo conceber conhecimentos para aplicação prática das técnicas de previsão voltando para a solução de problemas específicos (SILVA e MENEZES, 2005). A abordagem tem caráter quantitativo, já que a análise foi desenvolvida por métodos matemáticos. Além disso, possuí, análises qualitativas através da previsão realizada. A pesquisa possui objetivo exploratório, através de revisão de critérios e métodos, propõe técnicas para uma melhor elaboração de uma previsão. E por se tratar de uma análise visando proporcionar maior proximidade com o problema descrito, através da investigação dos aspectos envolvidos na

metodologia atual e na análise dos dados de um setor específico da região, que se caracterizasse por um estudo de caso.

Para as etapas da implementação do sistema de previsão envolveram a metodologia de Lemos (2006), que foi ampliada através da adição do quarto passo chamado de Análise Preliminar. As etapas podem ser observadas a seguir através da Figura 1.

**Figura 1 - Etapas da Metodologia**



A primeira etapa do processo da aplicação do método foi a definição do problema a ser aplicado pelas técnicas de previsões. Contudo, levantasse informações suficientes, através de pesquisa exploratória, do processo atual e avaliar-se uma possível oportunidade de aplicação das técnicas de previsão na parte em estudo. As análises iniciais foram feitas com o objetivo de definir como as técnicas se adequariam à estrutura atual da produção e se realmente é uma ferramenta que possa agrega valor aos produtores. Levantou-se também variáveis relevantes sobre o café, tais como o horizonte de planejamento do produto e principais fases da produção, para direcionar a coleta das informações na etapa seguinte.

A seguinte etapa envolveu a utilização de informações a serem utilizadas. Os dados coletados auxiliam o produtor na gestão econômica de toda a fazenda, obtendo o controle sobre os custos médios fixos e variáveis, receitas, preço de venda, margens líquida, entre outros. A Figura 2 ilustra os principais dados levantados.

**Figura 2 - Dados obtidos junto aos produtores**

54 - Renda Bruta/área plantada	R\$/ha
55 - Preço médio de venda	R\$/sc
56 - COE/área plantada	R\$/ha
57 - COT/área plantada	R\$/ha
58 - CT/área plantada	R\$/ha
59 - COE/saca	R\$/sc
60 - COT/saca	R\$/sc
61 - CT/saca	R\$/sc
62 - Margem Bruta/área plantada	R\$/ha
63 - Margem Líquida/área plantada	R\$/ha
64 - Lucro/área plantada	R\$/ha
65 - Margem Bruta/saca	R\$/sc
66 - Margem Líquida/saca	R\$/sc
67 - Lucro/saca	R\$/sc
79 - Custo Fixo/área plantada	R\$/ha
80 - Custo Fixo/saca	R\$/sc
81 - Custo Fixo	%
82 - Gasto de mão de obra da atividade/COE	%
83 - Gasto de mão de obra da atividade/CT	%
84 - Gasto de mão de obra da atividade/Renda Bruta	%

A próxima etapa contemplou a definição dos dados a serem utilizados neste trabalho, as informações históricas foram agrupadas, tratadas e representadas graficamente. Desta maneira, foi possível analisar os diferentes valores das fazendas além de identificar a presença, de dados atípicos. É importante ressaltar que os gráficos contribuem para a identificação da presença de padrões, tendências ou sazonalidades. Esta análise auxiliou na escolha do modelo quantitativo na modelagem matemática da série temporal.

A quarta etapa constituiu a escolha e implantação dos métodos de previsão. Como as análises de séries temporais utilizam os dados históricos para elaborar a previsão, assumem que os padrões dos valores passados irão se repetir no futuro. Portanto, a decisão dos métodos foi realizada através da análise prévia dos resultados da análise anterior.

Por fim, as validações dos métodos propostos foram realizadas com o objetivo de assegurar sua finalidade. Onde a avaliação foi realizada de acordo com a medida da acurácia da previsão, através do  $R^2$  e do cálculo do desvio médio absoluto (MAD), sempre com o objetivo de avaliar a eficiência de cada uma das técnicas apresentadas em termos de assertividade nas previsões.

O MAD, segundo Mentzer e Bienstock (1998), retrata o distanciamento médio das previsões com relação aos valores observados, constituindo a média de erros da previsão, e pode ser calculado

através da formula:

$$MAD = \sum [A(t) - F(t)] / N$$

Onde:

- $A(t)$  = demanda real no período;
- $F(t)$  = previsão para o período  $t$ ;
- $N$  = números de períodos de previsão  $t$ .

### 3.2 Técnicas De Previsão

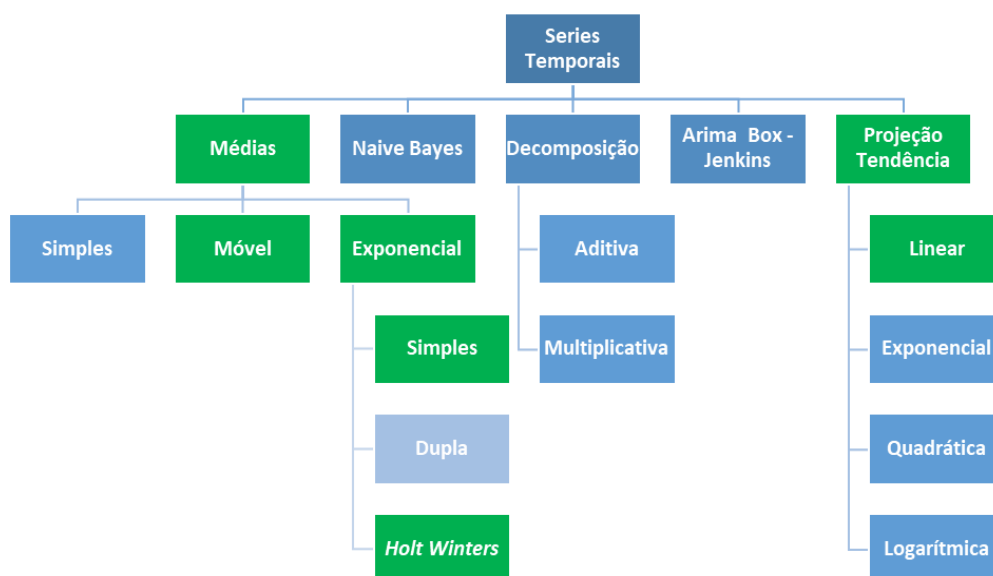
De maneira geral, as técnicas de previsão são os modelos utilizados para realizar previsões de modo que consigam resultados acurados em relação à realidade do problema em estudo.

Para Moreira (2009), estes métodos de previsão podem ser classificados com critérios variados, contudo a classificação mais comum leva em consideração a abordagem utilizada, ou seja, ferramentas e conceitos que cria a base da previsão. Por este critério os métodos podem ser qualitativos e quantitativos.

Segundo Tubino (2000), a classificação dos métodos de previsão também segue esta ideologia, no qual os métodos qualitativos beneficiam principalmente dados referentes, os quais são mais difíceis de representar numericamente; ao mesmo tempo que métodos de natureza quantitativos visam análise numérica de dados históricos, baseado de opiniões pessoais ou palpites.

De acordo com a classificação citada, este trabalho utilizou abordagens quantitativas para a obtenção dos resultados. Utilizou-se de previsões baseadas em séries temporais, que partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis (TUBINO, 2007). A figura a seguir exemplifica a divisão dos métodos de séries temporais e as quatro técnicas de previsão de demanda selecionadas (Média Móvel, Média Móvel Exponencial, Regressão Linear, *Holt Winters*) para este trabalho. Nas próximas seções serão apresentados a descrição de cada técnica destacada.

**Figura 3 - Métodos de previsão de séries temporais**



Fonte: Adaptado de Makridakis et al. (1998)

#### 3.2.1 Média Móvel

A média móvel aplica dados de um número certo de períodos, sendo usado normalmente os

dados mais recentes, para estabelecer sua previsão. Onde para cada novo período se substitui o dado mais antigo pelo mais recente (TUBINO, 2007). Para calcular a Previsão de Demanda pela Média Móvel Simples é utilizada a Equação:

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Onde  $Mm_n$  é a média móvel de  $n$  períodos,  $D_i$  a demanda ocorrida no período  $i$ ,  $n$  o número de períodos e  $i$  o índice do período ( $i=1,2, 3,\dots$ ).

Segundo Tubino (2007), sempre que pegamos dado novo o introduzimos na previsão e abandonamos o mais antigo. O número de períodos do cálculo da técnica média móvel determina sua sensibilidade com relação aos dados mais recentes. Pequenos períodos permitem um aumento na reação das mudanças da demanda, enquanto as grandes tratam a média de forma mais homogênea.

Uma vantagem desta técnica é a sua simplicidade e de ser fácil entendimento, porém tem uma limitação em armazenar grande volume de dados. É uma técnica de previsão simples onde são considerados os últimos dados históricos e, com estes, é realizada uma média aritmética ou ponderada para prever o valor do próximo dado (TUBINO, 2007).

### 3.2.2 Média Móvel Exponencial

De acordo com os modelos anteriores, a média exponencial móvel tem como importância de que cada observação decresce no tempo, sendo que em progressão geométrica ou exponencialmente. Segundo Tubino (2007), “em sua forma de apresentação mais simples, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido corrigido por um coeficiente de ponderação”. A equação a seguir apresenta o cálculo da média móvel exponencial:

$$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1})$$

Onde  $M_t$  é a previsão do período  $t$ ,  $M_{t-1}$  a previsão do período  $t-1$ ,  $\alpha$  o coeficiente de ponderação e  $D_{t-1}$  a demanda do período  $t-1$ .

O coeficiente de ponderação  $\alpha$  é determinado em uma faixa que varia de 0 a 1. Assim quanto maior seu valor, mais o modelo reagirá a uma variação real da demanda. Se for muito grande, as previsões ficarão sujeitas às variações aleatórias da demanda; se for muito pequeno, as previsões poderão ficar afastadas da demanda real.

### 3.2.3 Técnica para a previsão da tendência

Em uma equação linear, onde tem o formato  $Y = a + bX$ , onde  $Y$  é a previsão da demanda para o período  $X$ , e a ordenada à origem ou intersecção no eixo dos  $Y$ ,  $b$  o coeficiente angular e  $X$  o período (partindo de  $X = 0$ ) para sua previsão. De acordo com os dados históricos da demanda, têm-se pelas equações (onde é  $n$  o número de períodos observados) os coeficientes  $a$  e  $b$ .

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

### 3.2.4 Holt Winters

A técnica de *Holt-Winters* é utilizada na previsão de demanda de séries temporais onde ela é formada por dados onde visam representar melhor a tendência linear e a sazonalidade. Neste caso a técnica é feita através dos componentes de suavizações para estimar o nível, a tendência e a sazonalidade da série (MAKRIDAKIS et al., 1998).

Com isso, previsão é obtida de acordo com o uso de duas constantes de suavização, o  $\alpha$  para o cálculo do nível (base), e  $\beta$  para a da tendência (com valores entre 0 e 1). Para gerar a previsão, a técnica utiliza a estimativa do nível da série no período  $t$  e na estimativa do grau de inclinação da linha de tendência da mesma.

A aplicação da técnica de Suavização Exponencial Sazonal de *Holt-Winters* é realizada através de suavizações onde estima o nível, a tendência e a sazonalidade da série (Makridakis et al., 1998). A sazonalidade pode ser modelada através da forma multiplicativa onde a amplitude da sazonalidade varia com o nível de demanda.

As equações do método multiplicativo são (MAKRIDAKIS et al., 1998):

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

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

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

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

No entanto, onde  $S$  é o número de períodos por ciclo sazonal, e  $S_t$  a estimativa do componente sazonal da série temporal no período  $t$  e  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ; são as constantes de suavização (com valores entre 0 e 1, e não relacionados). A previsão é conseguida através da multiplicação do componente sazonal à previsão do método de *Holt*. O nível  $L_t$  é para a tendência do período anterior, pela adição de  $b_{t-1}$  ao último valor suavizado de nível  $L_{t+1}$ . O primeiro termo de sua equação  $Y_t$  é dividido por um termo sazonal  $S_{t-s}$  para eliminar as flutuações sazonais no cálculo. O componente sazonal é estimado de acordo com a ponderação de uma constante  $\gamma$ , entre  $Y_t$  e  $L_t$  (correspondente da sazonalidade do período  $t$ ) e sazonalidade  $S_{t-s}$  (sazonalidade do período analisado ciclo anterior).

#### 4 RESULTADOS

Os dados levantados da produção cafeeira são de dez fazendas localizadas na região das matas de minas. As variáveis selecionadas para análise são: preço médio de vendas, custo total por saca, lucro por saca e custo fixo por saca. As técnicas de previsão aplicadas são: Média Móvel, Média Móvel Exponencial, Regressão Linear e *Holt Winters*, todas descritas na Seção três.

Utilizando os dados de preço médio de venda obtidos de uma fazenda como exemplo, as quatro técnicas de previsão foram aplicadas e ilustradas pela Figura 4.

A Média Móvel foi aplicada variando entre dois a quatro períodos, o resultado da previsão em todos os casos foi próximo de R\$430,00, destaque para a média com quatro períodos que apresentou menor variação em relação aos dados reais (menor erro médio MAD).

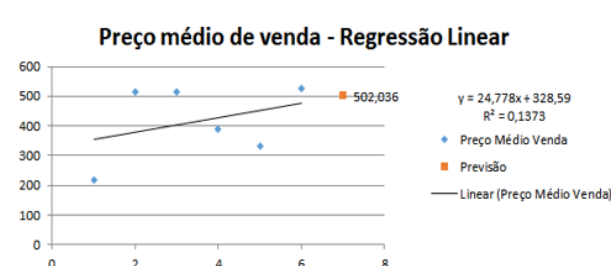
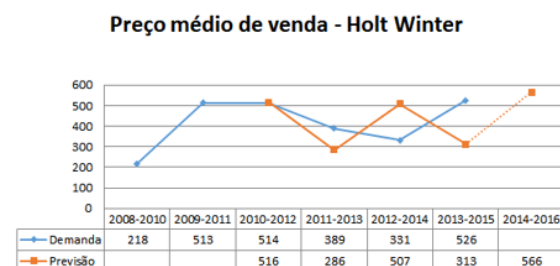
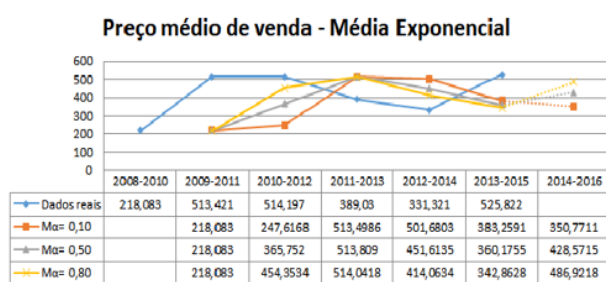
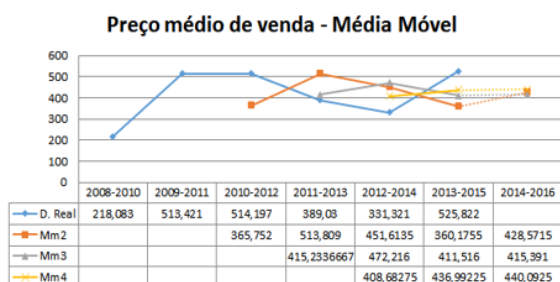
Em relação à Média Móvel Exponencial, a técnica sofreu variação em relação no  $\alpha$ , alternando entre 0,10, 0,50 e 0,80. Os resultados da previsão em para o biênio 14/16 foram distintos, R\$350,77 para  $\alpha$  0,10, R\$428,57 utilizando  $\alpha$  0,50 e R\$486,92 com  $\alpha$  no valor de 0,80. A técnica que apresentou o menor erro médio (MAD) foi  $\alpha=0,80$ , ou seja, apresenta ser mais estável em relação ao dado real.

É possível notar pelo gráfico que a técnica de *Holt Winters* não obteve um resultado preciso por intercalar os resultados reais com o previsto. A Regressão Linear apresentou uma tendência de alta com a previsão para o biênio 2014-2016 de, aproximadamente, R\$501,00.

A Tabela 1, ilustra o preço médio de vendas com os valores de cada uma das 4 técnicas de previsão para o biênio de 2014-2016 e o MAD de cada uma das 10 fazendas. Para as técnicas Média Móvel e Média Móvel Exponencial, foram selecionados as que apresentaram o menor erro médio (MAD), quatro períodos e  $\alpha$  0,80, respectivamente.

**Figura 4** - Gráficos das técnicas de previsão do preço médio de venda



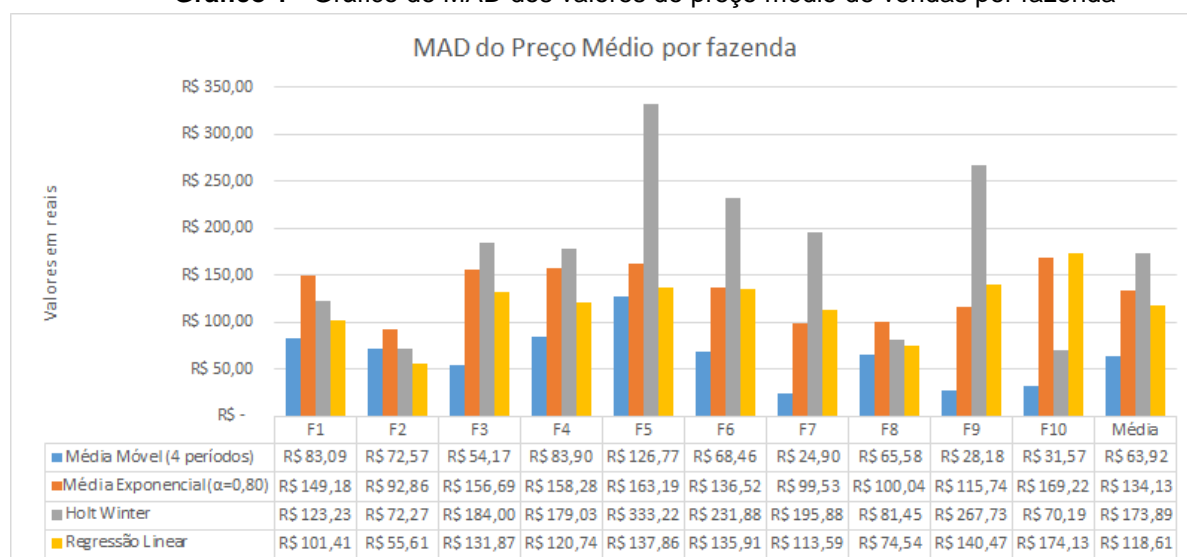


**Tabela 1 - Previsão preço médio de vendas biênio 2014-2016**

TABELA PREVISÃO PREÇO MÉDIO DE VENDAS BIÊNIO 2014-2016										
Previsão	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Média Móvel (4 períodos)	R\$ 440,09	R\$ 309,85	R\$ 447,90	R\$ 404,23	R\$ 412,70	R\$ 420,51	R\$ 413,22	R\$ 381,63	R\$ 430,28	R\$ 455,65
MAD	R\$ 83,09	R\$ 72,57	R\$ 54,17	R\$ 83,90	R\$ 126,77	R\$ 68,46	R\$ 24,90	R\$ 65,58	R\$ 28,18	R\$ 31,57
Média Exponencial ( $\alpha=0,80$ )	R\$ 486,92	R\$ 351,77	R\$ 445,17	R\$ 416,24	R\$ 417,74	R\$ 473,14	R\$ 436,56	R\$ 443,77	R\$ 454,51	R\$ 464,08
MAD	R\$ 149,18	R\$ 92,86	R\$ 156,69	R\$ 158,28	R\$ 163,19	R\$ 136,52	R\$ 99,53	R\$ 100,04	R\$ 115,74	R\$ 169,22
Holt Winter	R\$ 566,00	R\$ 261,00	R\$ 365,00	R\$ 325,00	R\$ 428,00	R\$ 385,00	R\$ 355,00	R\$ 268,00	R\$ 401,00	R\$ 507,00
MAD	R\$ 123,23	R\$ 72,27	R\$ 184,00	R\$ 179,03	R\$ 333,22	R\$ 231,88	R\$ 195,88	R\$ 81,45	R\$ 267,73	R\$ 70,19
Regressão Linear	R\$ 438,13	R\$ 350,27	R\$ 484,16	R\$ 439,43	R\$ 510,75	R\$ 519,43	R\$ 494,59	R\$ 495,22	R\$ 542,90	R\$ 405,96
MAD	R\$ 101,41	R\$ 55,61	R\$ 131,87	R\$ 120,74	R\$ 137,86	R\$ 135,91	R\$ 113,59	R\$ 74,54	R\$ 140,47	R\$ 174,13

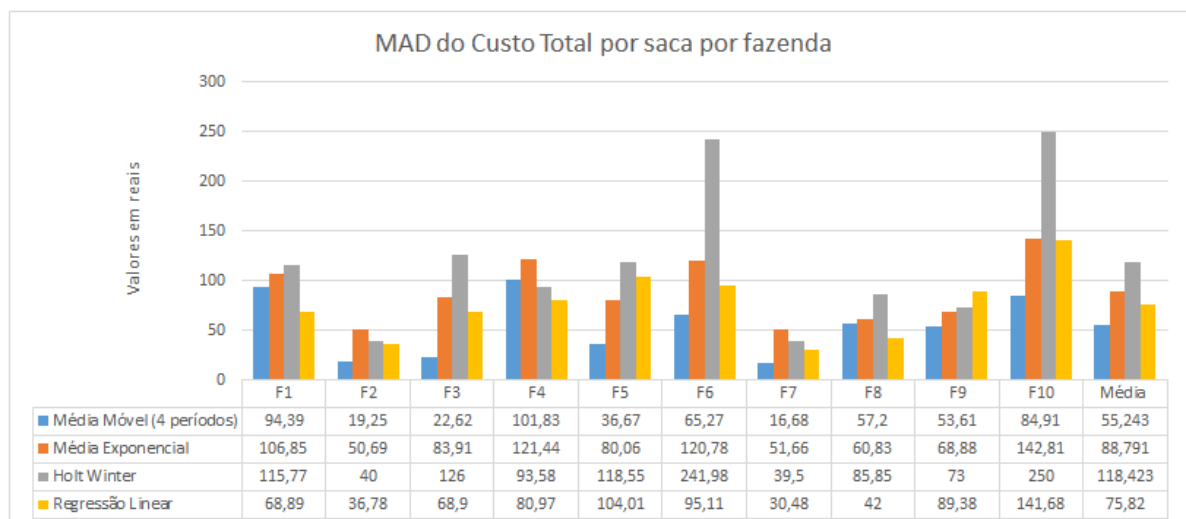
Os dados foram compilados no gráfico 1 para facilitar a análise das técnicas. De acordo com os dados é possível notar que a técnica *Holt Winters* apresentou uma média maior do MAD em relação às demais técnicas. Em contrapartida, a Média Móvel, apesar de ser a técnica simples, mostrou-se ser mais aderente aos dados reais, uma vez que, apontou o menor erro médio absoluto em relação aos demais.

**Gráfico 1 - Gráfico do MAD dos valores do preço médio de vendas por fazenda**



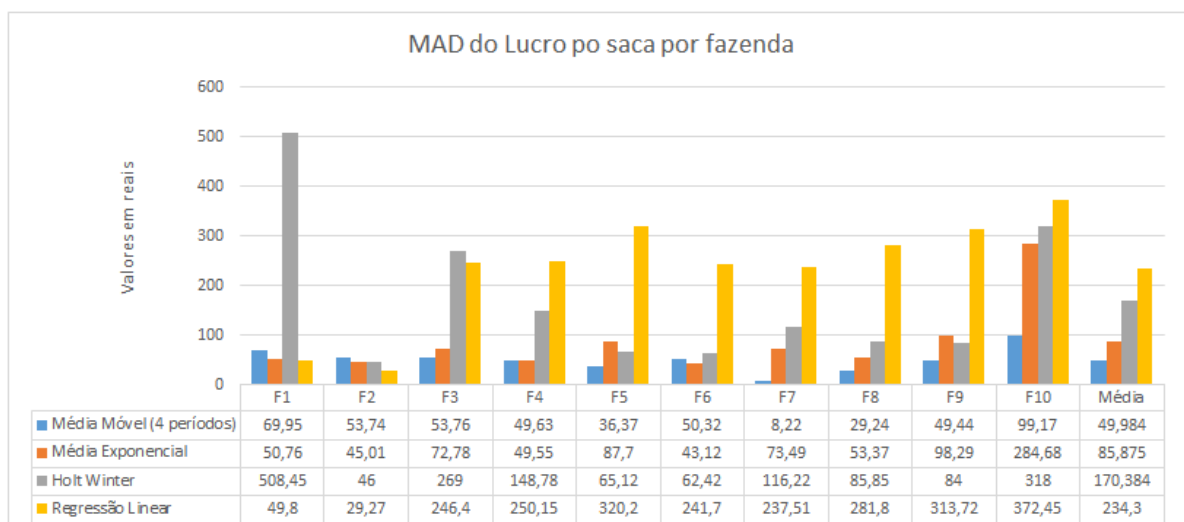
Analisando a variável custo total por saca pelo gráfico 2, é possível notar que, assim como a variável preço médio, para a maioria das fazendas, a técnica de *Holt Winters* obteve o valor MAD mais elevado e a Média Móvel apresentou menor MAD.

**Gráfico 2:** Gráfico dos valores do MAD do custo total por fazenda



Já o gráfico 3 da variável Lucro por saca, a técnica *Holt Winters* teve um valor atípico para primeira fazenda, entretanto, a Regressão Linear apresentou maior erro médio para a maioria dos dados das demais fazendas. Assim como para as demais variáveis analisadas, a Média Móvel se comportou melhor em relação as demais técnicas, retratando um erro médio entre as fazendas de R\$49,98.

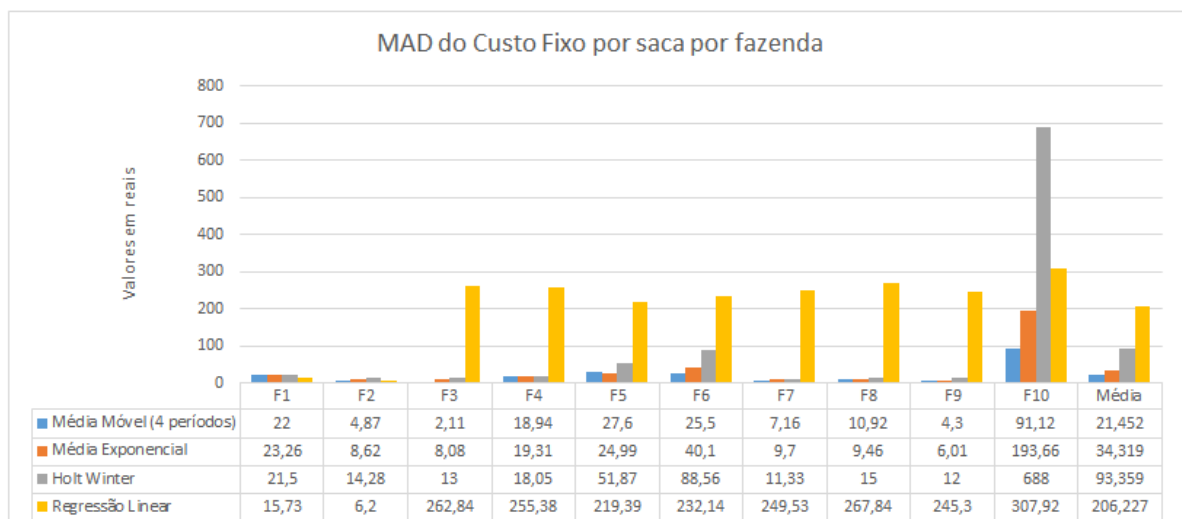
**Gráfico 3:** Gráfico do MAD dos valores do lucro por fazenda





Em relação a variável de Custo Fixo por saca ilustrado pelo gráfico 4, duas técnicas se mostraram eficazes em prever os dados do bienio 2014-2016. Tanto a Média Móvel quanto a Média Móvel Exponencial apresentaram valores baixos para o MAD, destaque novamente para a Média Móvel Simples que obteve valor médio de R\$21,45. Em relação as demais técnicas, a Regressão Linear e *Holt Winters* se mostraram pouco aderentes aos dados reais, principalmente a Regressão Linear que foi pouco capaz de prever corretamente para a maioria das fazendas analisadas.

**Gráfico 4:** Gráfico do MAD dos valores do custo fixo por fazenda



## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo exemplificar a importância da previsão de demanda para tomada de decisão além da análise da melhor técnica para tal previsão. O artigo abordou quatro métodos quantitativos de previsão de demanda, sendo eles a Média Móvel, Média Móvel Exponencial, *Holt Winters* e Regressão Linear, aplicados a uma base de dados (preço médio de vendas, custo total, lucro por saca e custo fixo por saca) de dez fazendas cafeeiras da região de Manhuaçu-MG.

Foi analisado a capacidade de prever cada uma das abordagens citadas para as quatro variáveis em estudo, para isto, calculou-se o erro médio absoluto (MAD) de cada técnica em relação às dez fazendas. Através do levantamento de dados foi apresentado gráficos com cada método proposto, para cada técnica utilizada.

Além disso, com base nos gráficos do erro médio absoluto (MAD), o método do *Holt Winters* além de ser um modelo para sazonalidade, mostrou-se instável entre os valores reais com os valores previstos, não obtendo um resultado satisfatório, sendo assim os métodos de Regressão Linear e Média Móvel Exponencial também não tiveram resultados satisfatórios.

Contudo, foi possível concluir através do valor médio do gráfico, que a Média Móvel, apesar de simples, apresentou maior acurácia em relação aos dados reais, ou seja, menor erro médio para a maioria das fazendas analisadas.

## 6 REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A handbook for Researchers and Practitioners**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. P. Alegre: Bookman, 2005.

BOPP, A. E. **On Combining Forecasts: Some Extensions and Results**. Management Science, v. 31, 1492-1498, 1985.

CHASE, C. W. **Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting**. 2a ed. Cary: Wiley, 2013.

CORRÊA, et al., **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 4.ed. SP: Atlas, 2001.

DA SILVA; E. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

ELSAIED, E. A.; BOUCHER, T. O. **Analysis and Control of Production Systems**. New Jersey: Prentice Hall, 1994.

FARIAS, Tácito Augusto. **Mercado Futuro de café**: Um Estudo de Caso. Revista de Estudos Sociais, v.13. p.155, 2011.

GOMES, Genilso, et al. **Previsão Quantitativa da Demanda de Amido de Milho de uma Agroindústria**. Conteco, 2016.

GOODWIN, P. **Improving the voluntary integration of statistical forecasts and judgement**. *International Journal of Forecasting*, v. 16, 85–99, 2000.

LEMONS, F. O. **Metodologia para Seleção de Método de Previsão de Demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C; HYNDMAN, R. J. **Forecasting**: Methods and Applications. 3a ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**: Café no Brasil. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acessado em 10 de outubro de 2018.

MENTZER, J. T.; BIENSTOCK, C. C. Sales **Forecasting Management**. California: Sage, 1998.

MENTZER, J. T.; COX Jr., J. E. Familiarity, application, and performance of sales forecasting techniques. *Journal of Forecasting*, v. 3, 11.1, p. 27-37, 1997.

MOON, M. A.; MENTZER, J. T.; SMITH, C. D. **Conducting a sales forecasting audit**. *International Journal of Forecasting*, v. 19, 5–25, 2003.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

OLIVEIRA, U.; MARINS, F.; DALCOL, P. Seleção dos tipos de flexibilidade de manufatura versus seleção de carteira de ações: uma analogia para minimização de riscos e incertezas no ambiente fabril. Anais do XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, Fortaleza, 2006.

PEINALDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. 1. ed. Curitiba: Unicenp, 2007.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia Para Implementação De Sistemas De Previsão De Demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SANDERS, N. R.; MANRODT. K. B. Forecasting practices in US corporations: survey results. *Interfaces*, v. 24, 92- 101, 1994.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas. 2000.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

VOLLMANN, T.; BERRY, W.; WHYBARK, D.; JACOBS, F. **Sistemas de planejamento & controle da**

produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. P. Alegre: Bookman, 2006.

WERNER, L. Um Modelo Composto Para Realizar Previsão De Demanda Através Da Integração Da Combinação De Previsões E Do Ajuste Baseado Na Opinião. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

WERNER, Liane. Utilização de técnicas de previsão para quantidade de leite industrializado no Brasil. APREPRO, 2017.

WINTERS, P. R. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Avarage. Management Science. v. 6, p. 324-342, 1960.