

RAE – CEA– 16P05

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:

“Previsão de sazonalidade de frutas e hortaliças”

Cleisson Nascimento Cavalcante

Weiya Lin

São Paulo

2016

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

TÍTULO DO PROJETO: Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto:
“Previsão de sazonalidade de frutas e hortaliças”

PESQUISADORES: Sabrina Leite de Oliveira
Thiago Oliveira

INSTITUIÇÃO: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento do CEAGESP

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Profa. Dra. Chang Chiann
Cleisson Cavalcante
Weiya Lin

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

CHIANN, C., CAVALCANTE, C. e LIN, W. (2016). **Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Previsão de sazonalidade de frutas e hortaliças”**. São Paulo, IME-USP, RAE-CEA-16P05.

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSSAB, W.O. e MORETTIN, P.A. (2013). **Estatística Básica**. 8ª. Edição, São Paulo: Editora Saraiva.

MORETTIN, P. A. e TOLOI, C. M. C. (2006). **Análise de Séries Temporais**. 2ª. Edição, São Paulo: Editora Blucher.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Microsoft Office Excel for Windows, versão 2013

Microsoft Office Word for Windows, versão 2013

Software R for Windows, versão 3.1.3

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS: (classificação ISI entre parênteses)

Análise Descritiva unidimensional (03:010)

Análise de Séries Temporais (11:010)

Análise de Regressão (07:020)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Econometria (14:070)

RESUMO

O Brasil, em virtude de sua extensão territorial, possui uma grande diversidade de flora. Isso garante para muitas frutas e hortaliças, uma existência de diferentes origens de produção em cada época do ano com os preços bastante variados. Por isso, é importante identificar a sazonalidade dos produtos para conseguir aproveitar as boas oportunidades nos períodos de colheita farta e também permitir a melhor qualidade com o menor preço.

O objetivo deste trabalho é prever o comportamento da produção dos produtos e da respectiva variação de preços, indicando o melhor custo-benefício tanto pelo lado da oferta quanto pelo lado da demanda.

Em geral, são esperadas tendências crescentes dos preços e consequentemente redução do volume de produção.

Os dados analisados são: a cotação de preços e os volumes de entrada diários de dois produtos, banana nanica e mamão formosa. O período de coleta dos dados de preços foi de janeiro de 2007 a agosto de 2015 e para os volumes foi de janeiro de 2008 a dezembro de 2015.

Sumário

1. Introdução	6
2. Objetivo	6
3. Descrição do estudo e das variáveis	7
4. Análise descritiva	7
4.1. Mamão formosa	7
4.2. Banana nanica.....	10
4.3. Novos produtos	13
5. Análise inferencial.....	14
5.1. Mamão formosa	16
5.2. Banana nanica.....	22
6. Conclusão.....	27
Apêndice A. Modelos finais	28
A.1. Modelo final do volume para mamão formosa.....	29
A.2. Modelo final do volume para banana nanica	30
Apêndice B. Modelos de regressão.....	31
B.1. Modelo de regressão para mamão formosa	32
B.2. Modelo de regressão para banana nanica.....	33

1. Introdução

Devido ao extenso território geográfico, o Brasil apresenta uma grande diversidade climática, econômica, social e cultural. Isso garante a existência de diferentes níveis de produção de frutas e hortaliças em diferentes regiões. O período em que o produto tem a maior produção é considerado como um fator importante para o consumidor, pois em geral ele pode adquirir frutas e hortaliças da estação com melhor qualidade e menor preço. Mas para alguns produtos, nem sempre o volume da oferta relaciona-se diretamente com o preço.

O programa Hortiescolha é um serviço criado pelo Centro de Pesquisa do Desenvolvimento da CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo) para o setor de refeições coletivas. Esse programa oferece orientações e simplificações do processo de tomada de decisão na escolha da época, produto, variedade e classificação de melhor custo benefício, além de fornecer instrumentos para ajudar no padrão mínimo de qualidade e oferecer sugestões de substituição.

2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é prever o volume de entrada das frutas na CEAGESP, especificamente banana nanica e mamão formosa, e também estimar os preços de venda, identificando os períodos com melhor custo benefício, tanto pelo lado da oferta quanto pelo lado da demanda, oferecendo possíveis orientações do processo de tomada de decisão na escolha da época de compra.

Além disso, esse trabalho também busca responder questões operacionais sobre a identificação do período inicial da série de volume de entrada com a finalidade de obter a melhor previsão por meio do modelo ajustado.

3. Descrição do estudo e das variáveis

Os dados a ser analisados foram obtidos junto aos pesquisadores da CEAGESP e são divididos em duas partes, a cotação de preços médios diários por kg e os volumes de entrada diários, em toneladas. O período de coleta dos dados de preços foi de janeiro de 2007 a agosto de 2015 e o de volumes foi de janeiro de 2008 a dezembro de 2015.

Os produtos estudados são:

- Banana nanica;
- Mamão formosa.

As variáveis de interesse são:

- Mês e ano: Variável indicativa do mês e ano de coleta.
- Volume mensal (toneladas): Soma dos volumes de entrada diários no mês.
- Preço médio mensal (R\$/kg): Média dos preços médios diários por kg no mês.

4. Análise descritiva

Será realizada a análise descritiva dos dados apresentando-se informações em gráficos e tabelas com o objetivo de entender o comportamento de cada fruta.

4.1. Mamão formosa

O Gráfico 1 apresenta a série de volume mensal. Observa-se que a série tem comportamento oscilante ao redor da média. O maior volume mensal está presente no mês de fevereiro de 2011, com valor de 6.146 toneladas e o menor volume mensal está presente no mês de novembro de 2008 com valor de 3.132 toneladas.

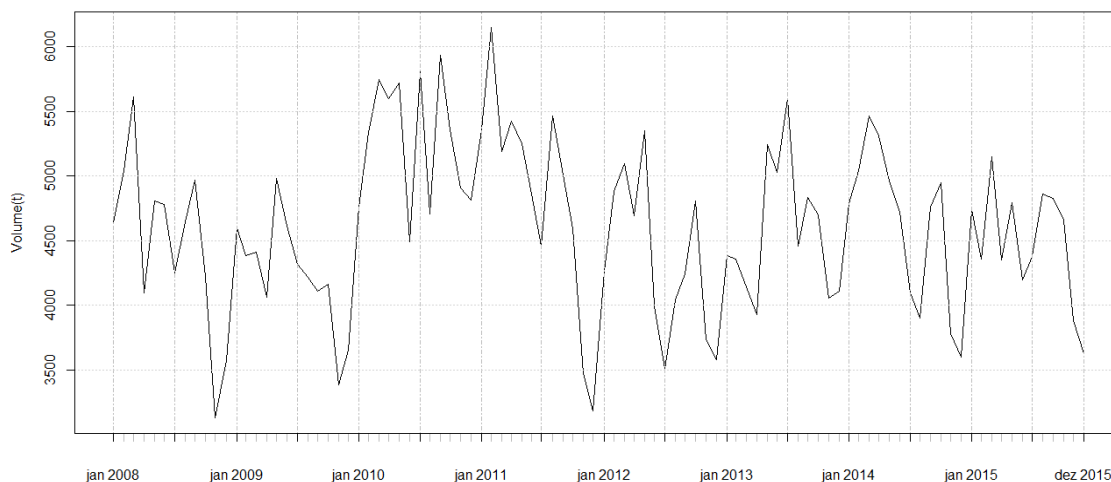


Gráfico 1. Evolução do volume mensal, em toneladas, do mamão formosa

A seguir são apresentadas duas tabelas descritivas do volume mensal.

Na Tabela 1 estão os volumes anuais, correspondendo à soma do volume mensal para cada mês do ano. Observa-se que o maior volume foi no ano de 2010, cujo valor foi de 63.174 toneladas e o menor volume foi no ano de 2009, cujo valor foi de 50.889 toneladas.

Tabela 1. Volume anual do mamão formosa

Ano	Volume anual (t)
2008	53.762
2009	50.889
2010	63.174
2011	58.415
2012	52.185
2013	54.829
2014	55.364
2015	53.804
Total	442.423

Na Tabela 2 estão apresentados para cada mês, independentemente do ano, a média e o desvio padrão do volume mensal. Observa-se que, em média, o maior volume mensal está no mês de maio, cujo valor foi de 5.137 toneladas e

o menor volume mensal está no mês de dezembro, cujo valor foi de 3.767 toneladas. Os meses de abril e julho apresentaram as maiores variações com relação à média.

Tabela 2. Medidas descritivas do volume mensal do mamão formosa

Mês	Média	Desvio padrão
jan	4690,15	304,85
fev	4943,66	573,19
mar	5100,95	527,15
abr	4681,64	631,35
mai	5137,12	294,33
jun	4585,39	323,06
jul	4552,56	720,43
ago	4535,79	469,51
set	4833,96	516,83
out	4681,21	358,58
nov	3792,96	504,21
dez	3767,47	458,46

O Gráfico 2 apresenta a série temporal do preço médio mensal, iniciando em janeiro de 2007 até agosto de 2015. Observa-se que de janeiro de 2010 à setembro de 2011 houve pouca volatilidade e um comportamento de fortes oscilações nos demais tempos. O maior preço médio foi no mês de julho de 2015, com o valor aproximadamente R\$ 2,44/kg e menor preço médio foi no mês de agosto de 2007, com o valor aproximadamente R\$ 0,79/kg.

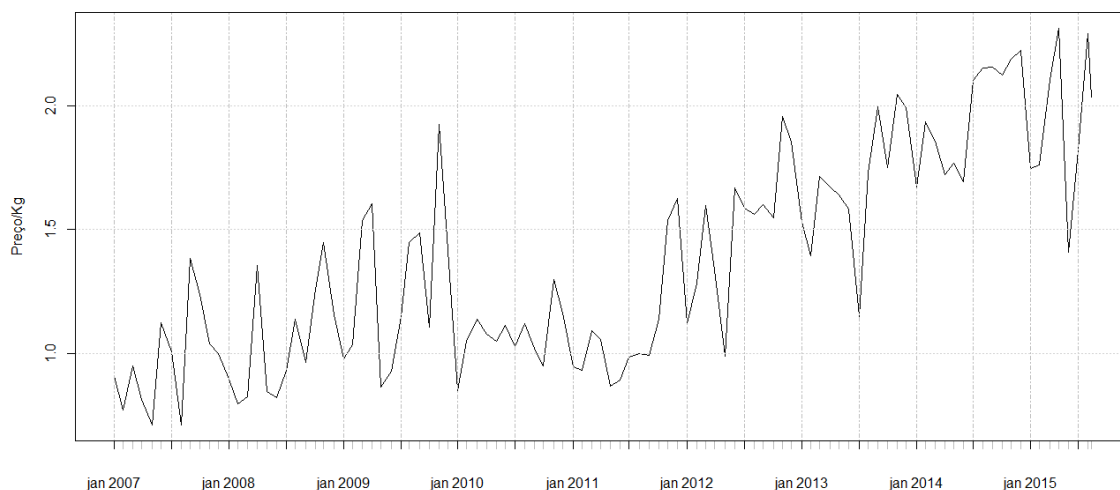


Gráfico 2. Evolução do preço médio mensal por kg do mamão formosa

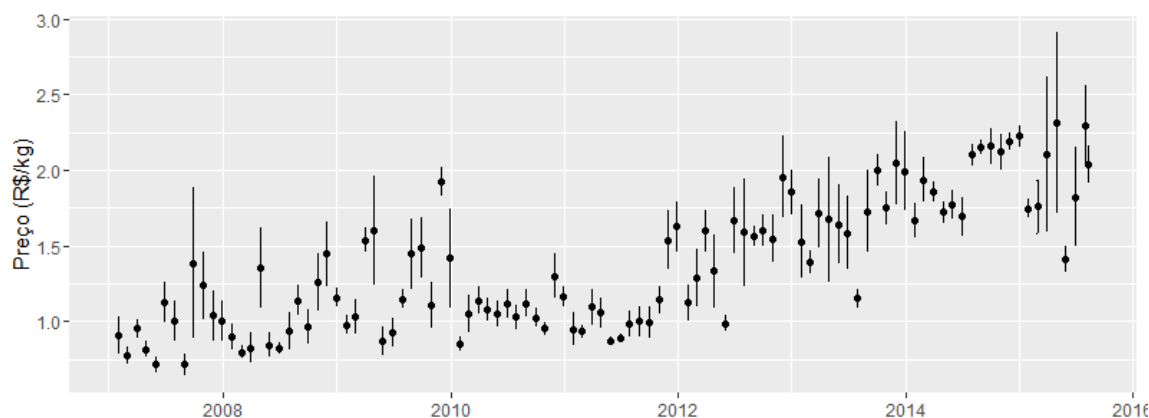


Gráfico 3. Gráfico da série temporal do preço médio mensal (± 1 desvio padrão) do mamão formosa

Observa-se, pelo Gráfico 3, que o ano de 2015 foi o período com as maiores oscilações de preço.

4.1 Banana nanica

O Gráfico 4 apresenta a série de volume mensal. Os maiores volumes estão presentes nos meses de março de 2007 e outubro de 2012, com valores de 5.992 e 5.935 toneladas, respectivamente. Os menores volumes

estão presentes nos meses de março e junho de 2014, com valores de 3.402 toneladas e 3.431 toneladas, respectivamente.

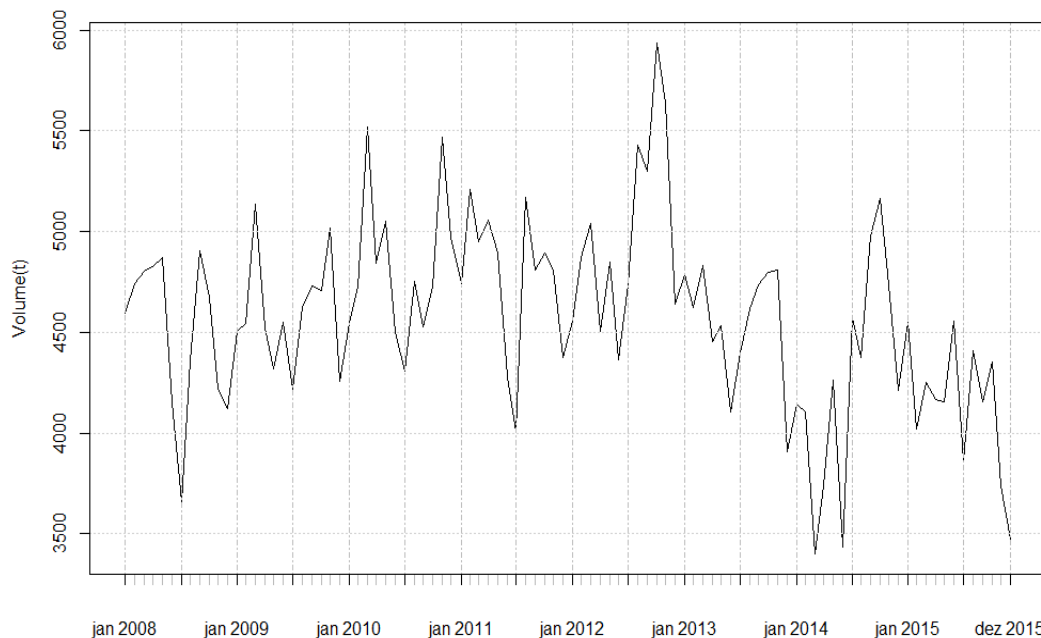


Gráfico 4. Evolução do volume mensal, em toneladas, da banana nanica

O volume anual será apresentado na Tabela 3. Observa-se que o maior volume foi no ano de 2012, cujo valor foi de 59.862 toneladas e o menor volume foi no ano de 2015, cujo valor foi 49.695 toneladas.

Tabela 3. Volume anual da banana nanica

Ano	Volume anual (t)
2008	53.935
2009	55.124
2010	57.932
2011	57.202
2012	59.862
2013	54.593
2014	51.124
2015	49.695
Total	439.467

Na Tabela 4 estão apresentados para cada mês, independente do ano, a média e o desvio padrão do volume mensal. Observa-se que, em média, o maior volume mensal está no mês de outubro, cujo valor foi de 4.905 toneladas e o menor volume mensal está no mês de julho, cujo valor foi de 4.220 toneladas. Os meses de março e novembro apresentaram as maiores variações com relação à média.

Tabela 4. Medidas descritivas do volume de mensal da banana nanica

Mês	Média	Desvio padrão
Jan	4552,72	180,68
Fev	4604,92	365,56
Mar	4741,85	605,86
Abr	4515,04	392,21
Mai	4615,88	319,95
Jun	4242,20	346,99
Jul	4220,03	337,54
Ago	4716,78	365,80
Set	4768,32	312,67
Out	4905,15	443,68
Nov	4805,36	577,03
Dez	4245,14	423,10

O Gráfico 5 apresenta-se a série temporal do preço médio mensal desde o mês de janeiro de 2007 até agosto de 2015. Observa-se que há um comportamento crescente do preço ao longo do tempo. O maior preço médio foi no mês de abril de 2014, com o valor aproximadamente R\$ 1,98/kg. O menor preço médio foi no mês de fevereiro de 2007, com o valor aproximadamente R\$ 0,58/kg.

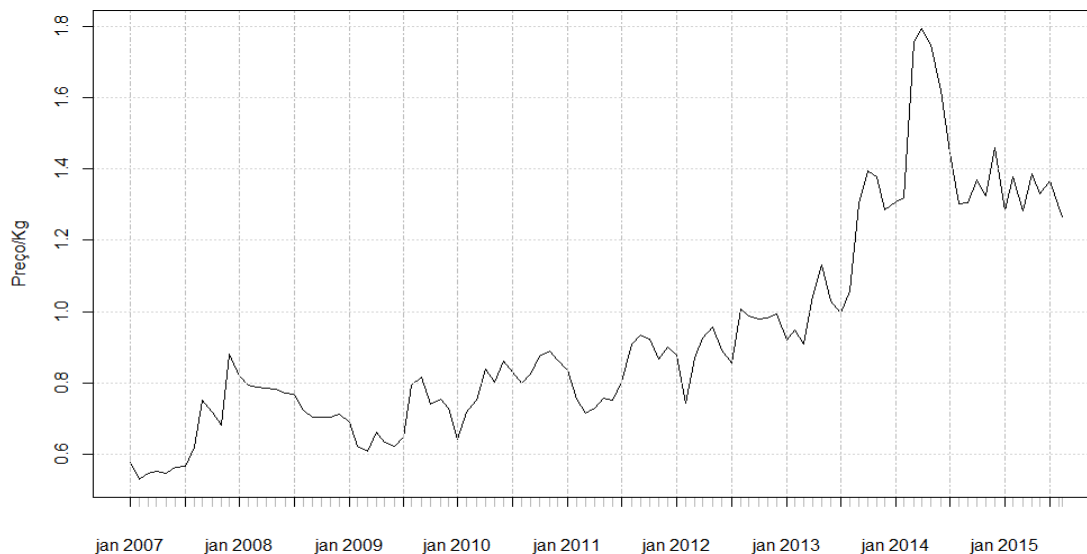


Gráfico 5. Evolução do preço médio mensal da banana nanica.

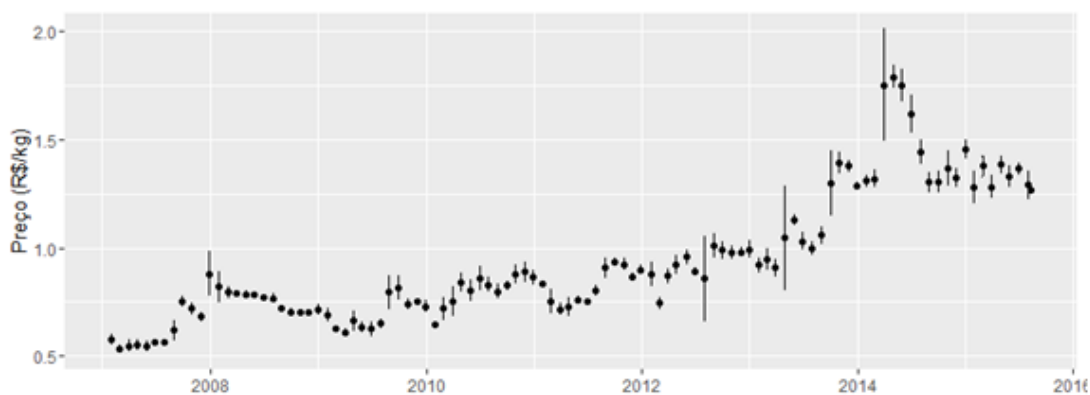


Gráfico 6. Gráfico do preço médio mensal (-/+ 1 desvio padrão) da banana nanica.

Observa-se, pelo Gráfico 6, que para a maioria dos meses, a variabilidade do preço médio diário é pequena.

4.2. Novos produtos

Após a análise descritiva dos dados das duas frutas, os pesquisadores sugeriram que fossem realizadas análises descritivas para outros 8 produtos,

dada a importância prática de tais produtos e os desafios teóricos envolvendo outras séries temporais.

Os novos produtos analisados foram:

- Batata
- Cebola branca
- Cebolinha
- Escarola
- Laranja Pera
- Limão Tahiti
- Maçã Fuji
- Manga Palmer

A análise descritiva desses produtos foi feita em um aplicativo web disponibilizado aos pesquisadores do CEAGESP através do seguinte endereço: <https://ccavalcante.shinyapps.io/Partel/>

Após a análise descritiva pelo aplicativo, os pesquisadores decidiram continuar com os mesmos produtos, mamão formosa e banana nanica, para realizar as análises inferenciais.

5. Análise inferencial

A análise inferencial foi elaborada conforme as seguintes etapas:

1) Identificar o início da série de volume

Tomemos como exemplo, os dados iniciando em janeiro de 2013 e finalizando em dezembro de 2014.

Para esse período de 24 observações foram ajustados sucessivos modelos ARIMA e para todos os modelos foram verificados: significância dos coeficientes e suposições usuais de normalidade e homocedasticidade (análise de resíduos). Como critério de seleção, o modelo escolhido foi aquele com o menor número de parâmetros, com coeficientes significativos e as suposições satisfeitas.

Sob o modelo selecionado e com o auxílio da função *forecast* do pacote *forecast* do software R, foram feitas 12 previsões para o período de janeiro de 2015 até dezembro de 2015.

Com as previsões, foi calculado o erro quadrático médio (EQM), conforme fórmula a seguir:

$$EQM = \frac{\sum_{i=1}^{12} (\hat{y}_i - y_i)^2}{12},$$

onde,

$\hat{y}_i$: Previsão do volume mensal para o mês i .

y_i : Valor observado do volume mensal para o mês i .

O EQM também foi calculado para séries iniciando em janeiro de 2010, janeiro de 2011, janeiro de 2012 e janeiro de 2013 ambas até dezembro de 2014.

O critério de seleção do período inicial da série de volume baseou-se no menor EQM.

As Tabelas 5 a 8 a seguir ilustram os resultados para o mamão formosa e a banana nanica.

2) Previsão do volume

A partir do período inicial da série identificado no passo anterior, foi ajustado um novo modelo ARIMA incorporando as 12 observações de 2015 e foram obtidas previsões de jan/2016 a dez/2016 com seus respectivos intervalos de confiança (ICs) com coeficiente de confiança de 95%. A qualidade do ajuste do modelo foi verificada através da análise dos resíduos.

3) Previsão do preço

Para ajustar um modelo de regressão do preço médio mensal em função do volume mensal, foi estudada a associação entre essas variáveis através da construção do gráfico de correlação cruzada e do cálculo dos coeficientes de correlação de Kendall e Pearson. Com base no modelo ajustado, foram obtidas

as previsões do preço de jan/2016 a dez/2016. A qualidade do ajuste do modelo foi verificada por meio da análise dos resíduos.

4) Período com melhor custo benefício

Os valores das previsões do volume mensal e do preço médio mensal foram multiplicados e os resultados foram ordenados do menor para o maior.

5.1. Mamão formosa

A Tabela 5 apresenta para a série de volume mensal, o modelo ARIMA selecionado para cada período inicial fixado e o EQM. A série que inicia em 2012 produziu o menor EQM e foi escolhida como período inicial da série.

Tabela 5. Estudo das informações da série do volume mensal

Anos atrás	Período observado	Modelo	EQM
2	01/2013 - 12/2014	ARIMA (0,0,1)	197.792
3	01/2012 - 12/2014	ARIMA (0,0,1)	190.765
4	01/2011 - 12/2014	ARIMA (1,0,0)	233.335
5	01/2010 - 12/2014	ARIMA (0,1,3)	232.228

O Gráfico 7 apresenta a série do volume mensal do mamão formosa no intervalo entre janeiro de 2012 até dezembro de 2015.

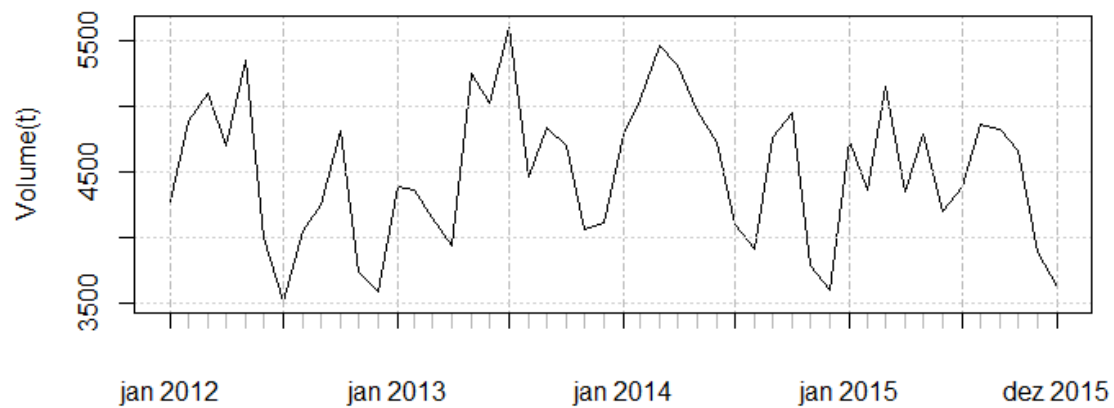


Gráfico 7. Série do volume mensal do mamão formosa

Sob o período filtrado, foram construídas as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial para diagnosticar o efeito de defasagem, ambas apresentadas no Gráfico 8. Observa-se que na primeira função, o lag1 (defasagem) está fora do intervalo de confiança (linhas azuis pontilhadas). Isso sugere que o mês presente pode estar relacionado com o mês anterior.

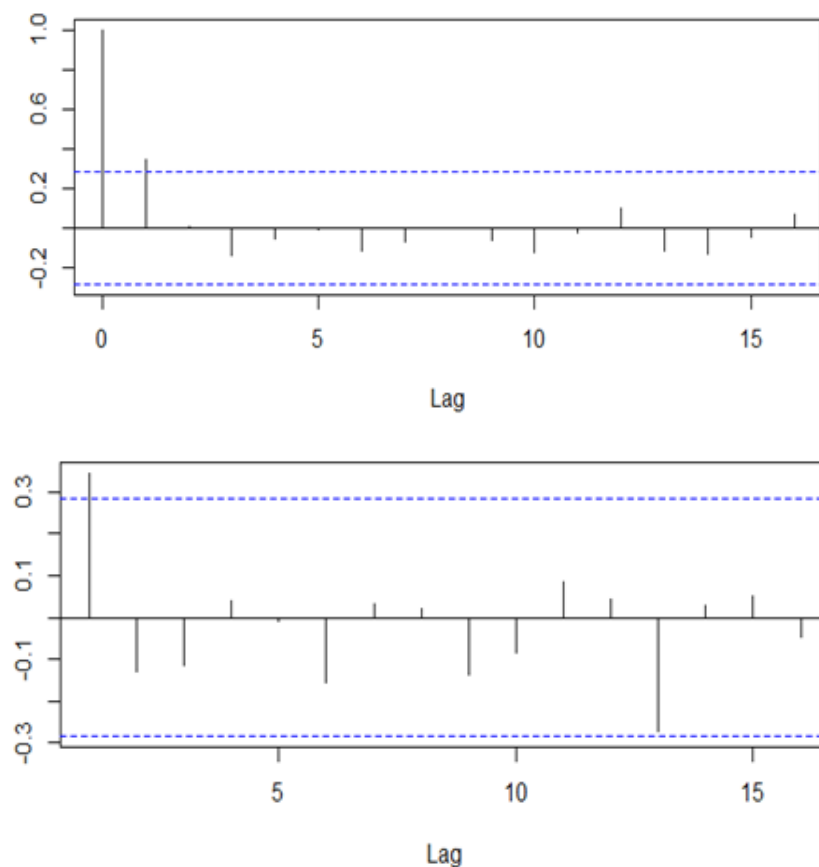


Gráfico 8. Função de autocorrelação e autocorrelação parcial do volume mensal do mamão formosa

Considerando o período de janeiro de 2012 até dezembro de 2015, foram ajustados vários modelos ARIMA para a série com 48 observações. O critério de seleção do modelo foi aquele que apresentava estimativas significativas e satisfazia as suposições usuais dos modelos de séries temporais.

O modelo selecionado foi o ARIMA(1,0,0), os coeficientes e a análise de resíduo podem ser consultados no Apêndice A.1.

Na Tabela 6 e no Gráfico 9, estão apresentadas as previsões do volume mensal com seus intervalos de confiança de 95%.

Tabela 6. Previsões do volume mensal em toneladas para mamão formosa, obtidos pelo modelo ARIMA(1,0,0) com intervalos de confiança de 95%.

Mês	Volume Previsto (toneladas)	Limite Inferior	Limite Superior
jan/16	4.180	3.196	5.164
fev/16	4.379	3.334	5.425
mar/16	4.451	3.397	5.504
abr/16	4.477	3.422	5.531
mai/16	4.486	3.431	5.541
jun/16	4.489	3.435	5.544
jul/16	4.490	3.436	5.545
ago/16	4.491	3.436	5.545
set/16	4.491	3.436	5.546
out/16	4.491	3.436	5.546
nov/16	4.491	3.436	5.546
dez/16	4.491	3.436	5.546

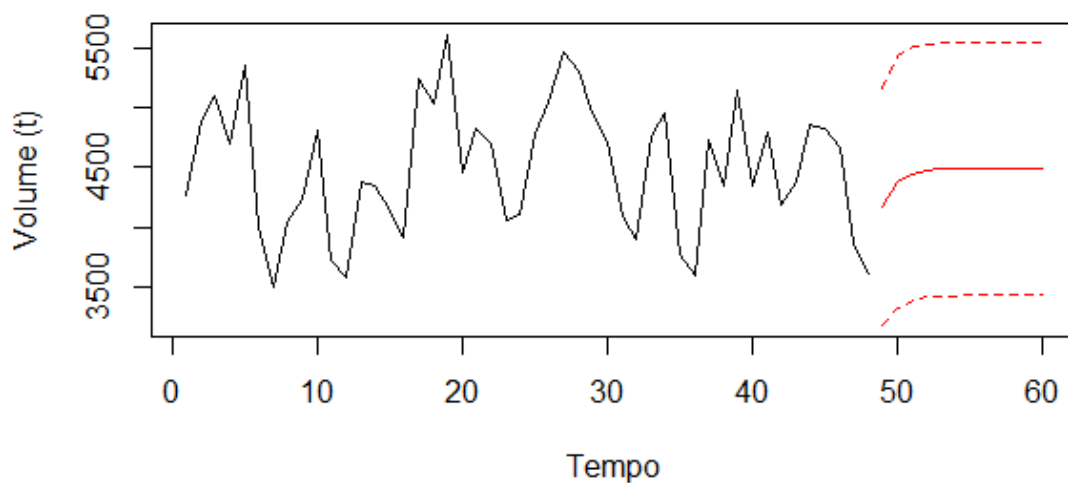


Gráfico 9. Previsões do volume mensal em toneladas para mamão formosa, obtidos pelo modelo ARIMA(1,0,0) com intervalos de confiança de 95%.

A seguir, o Gráfico 10 mostra a correlação cruzada entre o volume mensal e o preço médio mensal. Observa-se que o lag4 (defasagem) está fora do intervalo de confiança (linhas azuis pontilhadas). Isso sugere que há uma correlação significativa entre o preço médio mensal presente e o volume mensal de 4 meses atrás.

Além disso, foram calculados dois coeficientes de associação, o de Kendall ($\tau = -0,2914$) e o de Pearson ($r = -0,4285$) que indicaram existir uma associação moderada entre o volume mensal e o preço médio mensal para o mamão formosa.

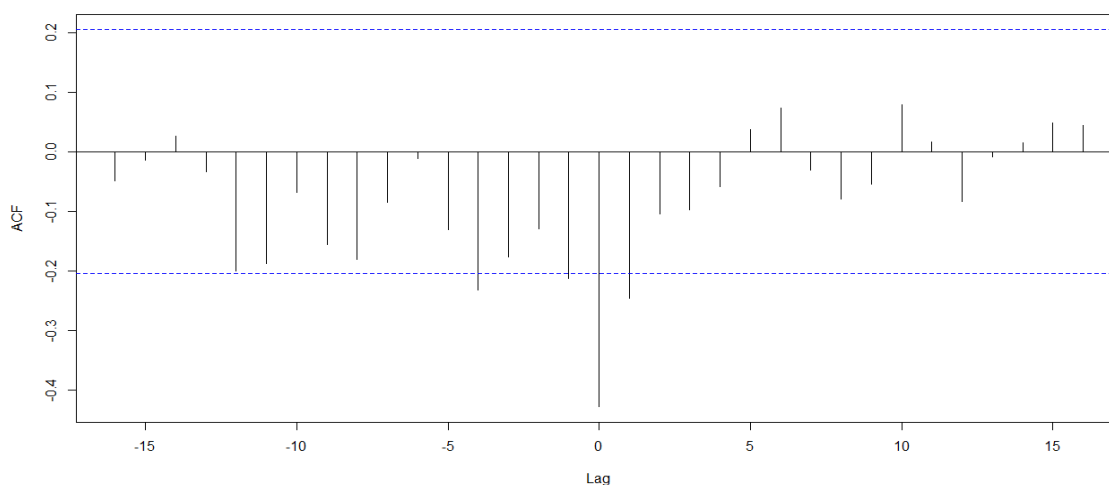


Gráfico 10. Correlação cruzada entre o volume mensal e o preço médio mensal para o mamão formosa

A partir dos resultados obtidos, foi estabelecido um modelo de regressão do preço médio mensal em função do volume mensal com o objetivo de obter as previsões do preço médio mensal, apresentadas na Tabela 7. O ajuste e o diagnóstico do modelo podem ser consultados no Apêndice B.1.

Tabela 7. Previsões dos preços médios mensais para o produto mamão formosa, obtidas pelo modelo de regressão do preço médio mensal em função do volume médio mensal

Tempo	Preço previsto (R\$/kg)
jan/16	1,96
fev/16	2,09
mar/16	2,02
abr/16	1,96
mai/16	1,98
jun/16	1,96
jul/16	1,93
ago/16	1,92
set/16	1,92
out/16	1,90
nov/16	1,89
dez/16	1,88

Tabela 8. Tabela resumo das previsões e a multiplicação dos resultados

Tempo	Preço previsto (R\$/kg)	Volume previsto (toneladas)	Preço * Volume
jan/16	1,96	4.180	8.193
dez/16	1,88	4.491	8.443
nov/16	1,89	4.491	8.488
out/16	1,90	4.491	8.533
set/16	1,92	4.491	8.623
ago/16	1,92	4.491	8.623
jul/16	1,93	4.490	8.666
abr/16	1,96	4.477	8.775
jun/16	1,96	4.489	8.798
mai/16	1,98	4.486	8.882
mar/16	2,02	4.451	8.991
fev/16	2,09	4.379	9.152

Conforme os resultados obtidos, o melhor custo benefício ocorreu em janeiro de 2016.

5.2. Banana nanica

Conforme a Tabela 9, a série que inicia em 2013 produziu o menor EQM e foi escolhida como período inicial da série.

Tabela 9. Estudo das informações da série do volume mensal

Anos atrás	Período observado	Modelo	EQM
2	01/2013 - 12/2014	ARIMA (1,0,0)	169.576
3	01/2012 - 12/2014	ARIMA (1,1,1)	190.021
4	01/2011 - 12/2014	ARIMA (1,1,1)	198.184
5	01/2010 - 12/2014	ARIMA (1,1,1)	207.771

O Gráfico 11 apresenta a série do volume mensal da banana nanica desde o mês de janeiro de 2013 até dezembro de 2015.

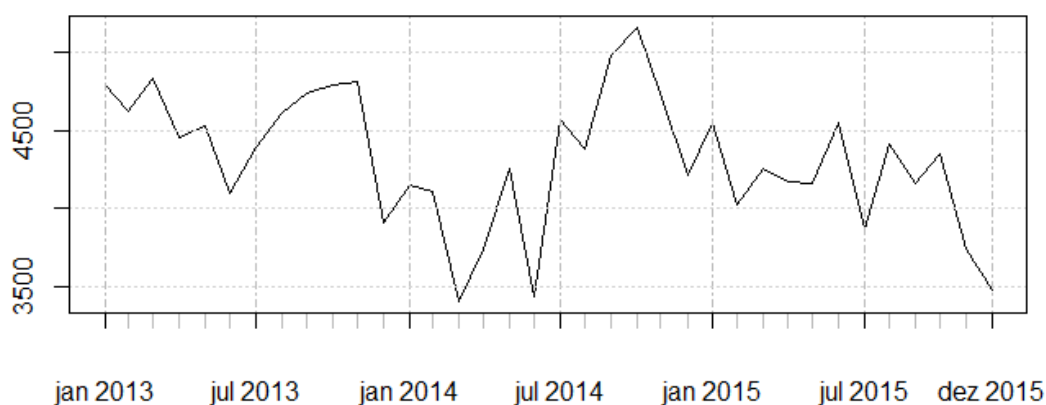


Gráfico 11. Evolução do volume mensal da banana nanica

Pelo Gráfico 12 observa-se que na função de autocorrelação, o lag1 (defasagem) está fora do intervalo de confiança (linhas azuis pontilhadas). Isso sugere que o preço médio mensal presente pode estar relacionado com o mês anterior.

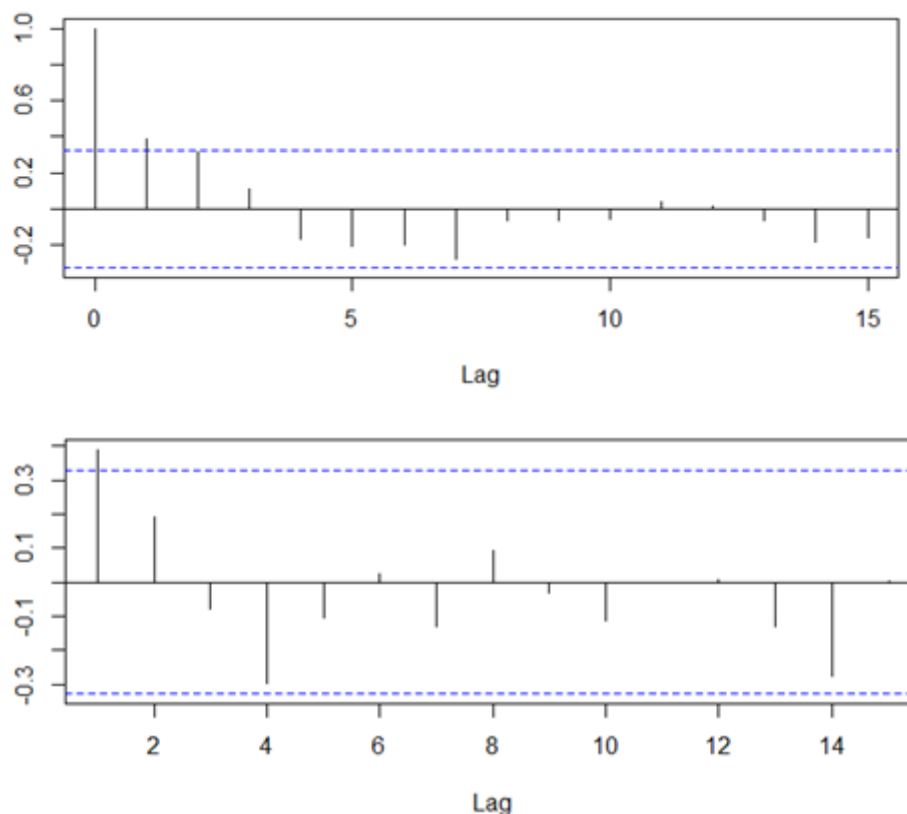


Gráfico 12. Função de autocorrelação e autocorrelação parcial do volume mensal da banana nanica

O modelo escolhido para a série iniciando em 2013 foi o ARIMA (1,0,0). Na Tabela 10 e no Gráfico 13, são apresentadas as previsões do volume mensal com seus intervalos de confianças de 95%. O ajuste e o diagnóstico do modelo podem ser consultados no Apêndice A.2.

Tabela 10. Previsões do volume mensal em toneladas para banana nanica, obtidas pelo modelo ARIMA (1,0,0) com intervalos de confiança de 95%.

Mês	Volume previsto (toneladas)	Limite inferior	Limite superior
jan/16	3.942	3.158	4.725
fev/16	4.148	3.292	5.004
mar/16	4.238	3.369	5.107
abr/16	4.278	3.406	5.149
mai/16	4.295	3.423	5.167
jun/16	4.303	3.431	5.175
jul/16	4.306	3.434	5.178
ago/16	4.308	3.436	5.180
set/16	4.308	3.436	5.180
out/16	4.309	3.437	5.180
nov/16	4.309	3.437	5.181
dez/16	4.309	3.437	5.181

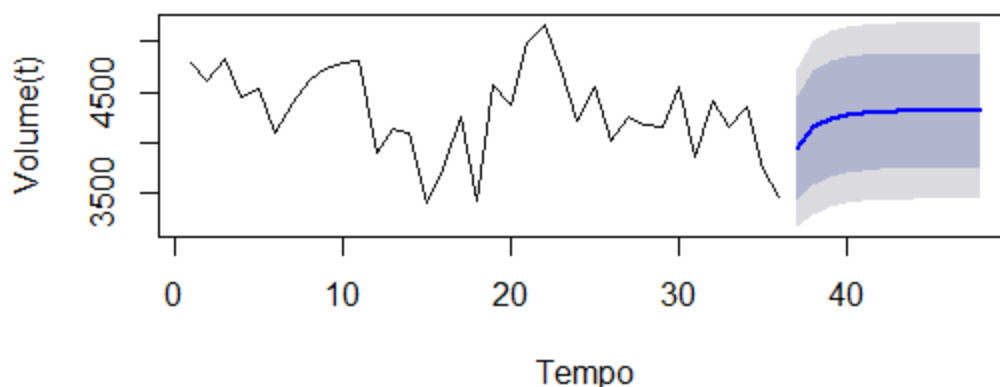


Gráfico 13. Previsões do volume mensal em toneladas para banana nanica, obtidas pelo modelo ARIMA (1,0,0) com intervalos de confiança de 95%

Pela análise descritiva, a série dos preços médios mensais da banana nanica apresenta uma tendência crescente ao longo do tempo. Isso pode dificultar no ajuste do modelo de previsão dos preços. Portanto, foi aplicada a diferença dos logs da série dos preços médios mensais (ver Apêndice B.2.) com a finalidade de torná-la estacionária.

A seguir, o Gráfico 14 mostra a correlação cruzada entre o volume mensal e a série transformada do preço, indicando que o preço tem correlação com volumes passados, aparentemente nos lags 5 e 7 (defasagem).

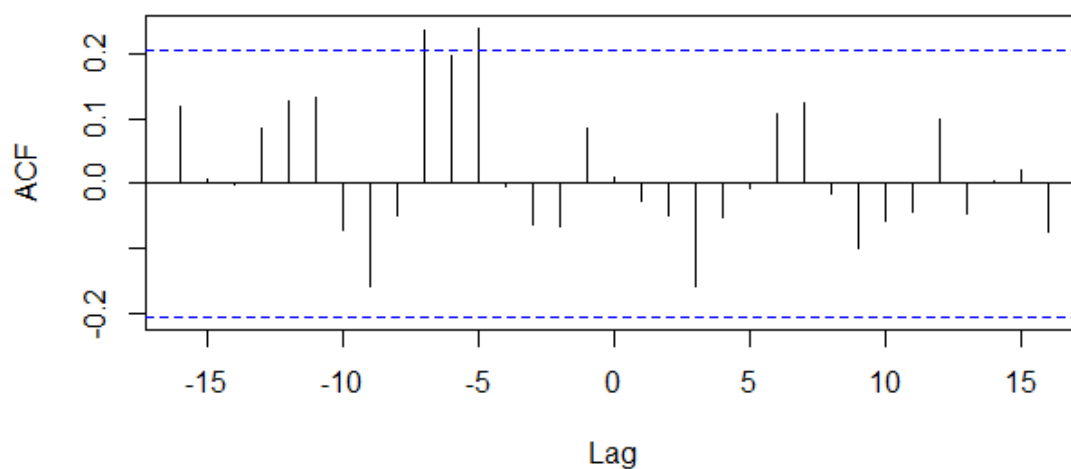


Gráfico14. Correlação cruzada entre o volume mensal e a série transformada do preço médio mensal para a banana nanica.

A partir dos resultados obtidos no gráfico de correlação cruzada, foi estabelecido um modelo de regressão do preço em função do volume com o objetivo de obter as previsões do preço apresentadas na Tabela 11. O ajuste e o diagnóstico do modelo podem ser consultados no Apêndice B.2.

Tabela 11. Previsões dos preços médio mensal para a banana nanica, obtidas pela modelo regressão do preço em função do volume

Tempo	Preço Previsto (R\$/kg)
jan/16	1,25
fev/16	1,25
mar/16	1,26
abr/16	1,24
mai/16	1,23
jun/16	1,21
jul/16	1,20
ago/16	1,19
set/16	1,19
out/16	1,18
nov/16	1,18
dez/16	1,17

Tabela 12. Tabela resumo das previsões e a multiplicação dos resultados

Mês	Preço Previsto (R\$/kg)	Volume previsto (toneladas)	Preço * Volume
jan/16	1,25	3.942	4.928
dez/16	1,17	4.309	5.042
out/16	1,18	4.309	5.085
nov/16	1,18	4.309	5.085
ago/16	1,19	4.308	5.127
set/16	1,19	4.308	5.127
jul/16	1,2	4.306	5.167
fev/16	1,25	4.148	5.185
jun/16	1,21	4.303	5.207
mai/16	1,23	4.295	5.283
abr/16	1,24	4.278	5.305
mar/16	1,26	4.238	5.340

Conforme os resultados gerados, para o produto banana nanica, o mês de melhor custo benefício foi janeiro de 2016.

6. Conclusão

Para o mamão formosa, podemos concluir que para obter a melhor previsão do volume, a série pode ser iniciada no ano de 2012. O mês de melhor custo benefício foi janeiro.

Para a banana nanica, podemos concluir que para obter a melhor previsão do volume, a série pode ser iniciada pelo ano de 2013. O mês de melhor custo benefício foi janeiro.

Apêndice A

Modelos finais

A.1. Modelo final do volume para mamão formosa

O modelo ARIMA (1,0,0) ajustado é dado por:

$$\hat{V}_t - 4491 = 0,359 * (\hat{V}_{t-1} - 4491)$$

em que

$\hat{V}_t$: o volume estimado no mês t;

$\hat{V}_{t-1}$: o volume estimado no mês t-1;

Tabela A.1.1: Estimativas dos parâmetros do modelo ARIMA(1,0,0)

Coefficientes	Estimativa	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	4491	112,08	< 0,0001
AR(1)	0,359	0,14	0,009

Gráfico A.1.2: Diagnóstico do modelo ARIMA(1,0,0) – Análise dos Resíduos

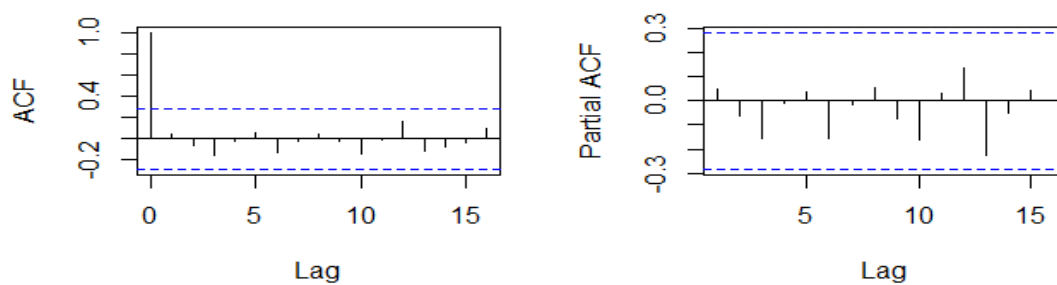
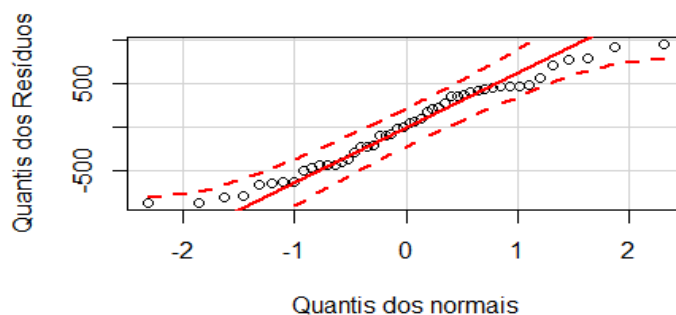


Gráfico de quantis



A.2. Modelo final do volume para banana nanica

O modelo ARIMA (1,0,0) ajustado é dado por:

$$\hat{V}_t - 4309 = 0,43 * (\hat{V}_{t-1} - 4309)$$

em que

$\hat{V}_t$: o volume estimado no mês t;

$\hat{V}_{t-1}$: o volume estimado no mês t-1;

Tabela A.2.1: Estimativas dos parâmetros do modelo ARIMA (1,0,0)

Coeficientes	Estimativa	Erro Padrão	Valor p
Intercepto	4309,23	113	< 0,0001
$\hat{V}_{t-1}$	0,438	0,15	0,0059

Gráfico A.1.2: Diagnóstico do modelo ARIMA (1,0,0) – Análise dos Resíduos

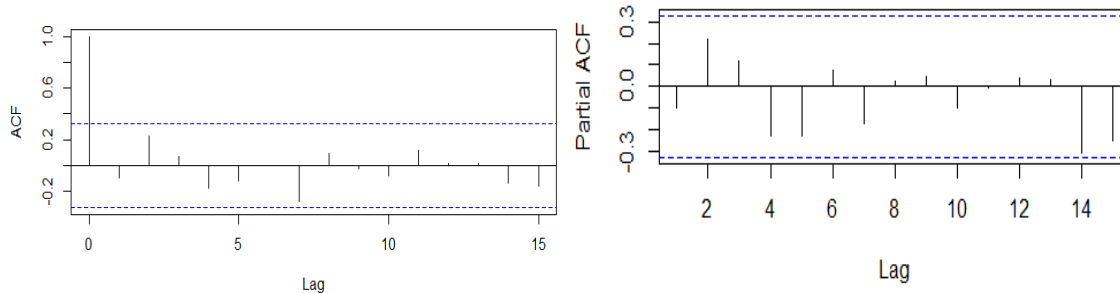
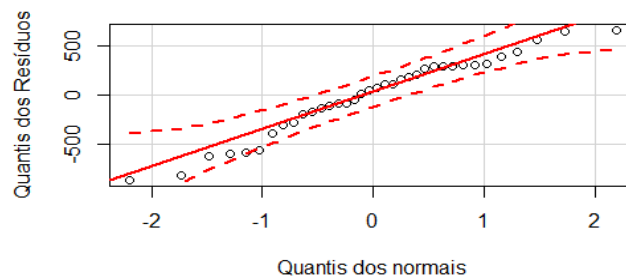


Gráfico de quantis



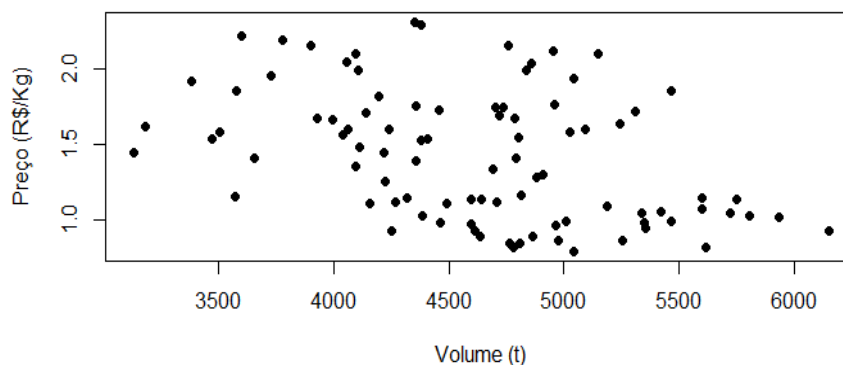
Apêndice B

Modelos de regressão

B.1. Modelo de regressão para mamão formosa

O Gráfico B.1.1 mostra a dispersão entre o preço e volume.

Gráfico B.1.1. Gráfico de dispersão entre o preço médio por quilograma (kg) e volume em toneladas para Mamão Formosa



O modelo de regressão ajustado é dado por:

$$\hat{P}_t = 1,001 + 0,43 * \hat{P}_{t-1} + 0,43 * \hat{P}_{t-3} - 0,0002 * \hat{V}_t$$

em que

$\hat{P}_t$: o preço estimado no mês t;

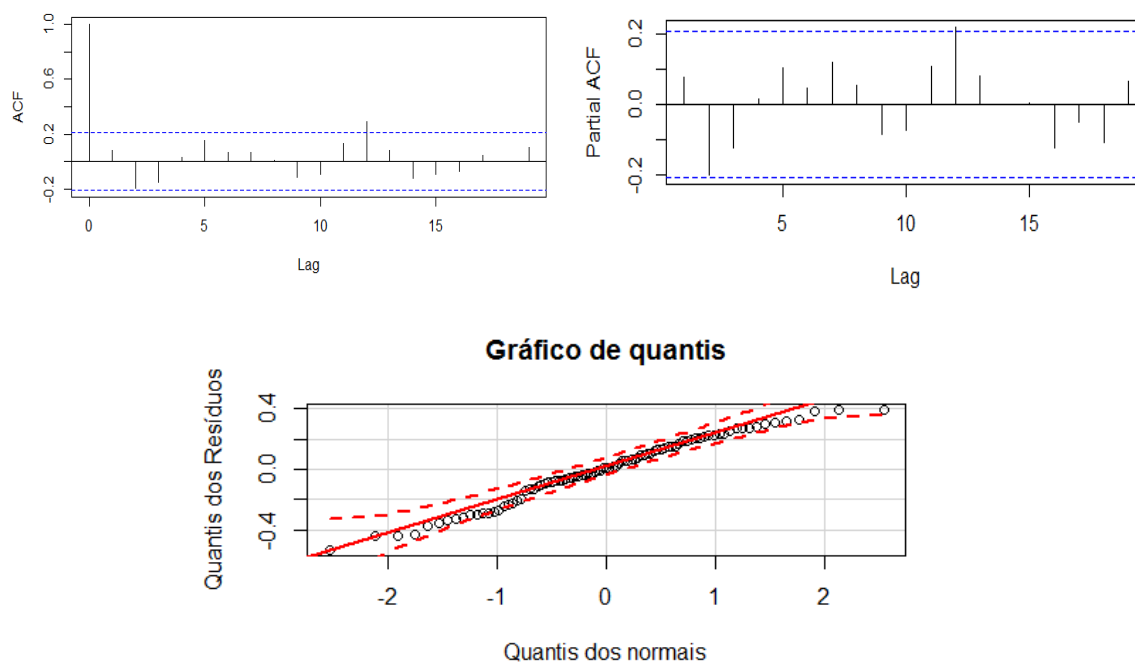
$\hat{P}_{t-1}$: o preço estimado no mês t-1;

$\hat{P}_{t-3}$: o preço estimado no mês t-3;

$\hat{V}_t$: o volume estimado no mês t.

Tabela B.1.2: Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão

Coeficientes	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	1,001	0,21	4,696	<0,001
$\hat{P}_{t-1}$	0,43	0,0072	5,98	<0,001
$\hat{P}_{t-3}$	0,43	0,0071	6,08	<0,001
$\hat{V}_t$	-0,0002	0,00003	-4,57	<0,001

Gráfico B.1.3: Diagnóstico do modelo de regressão – Análise dos Resíduos

B.2. Modelo de regressão para banana nanica

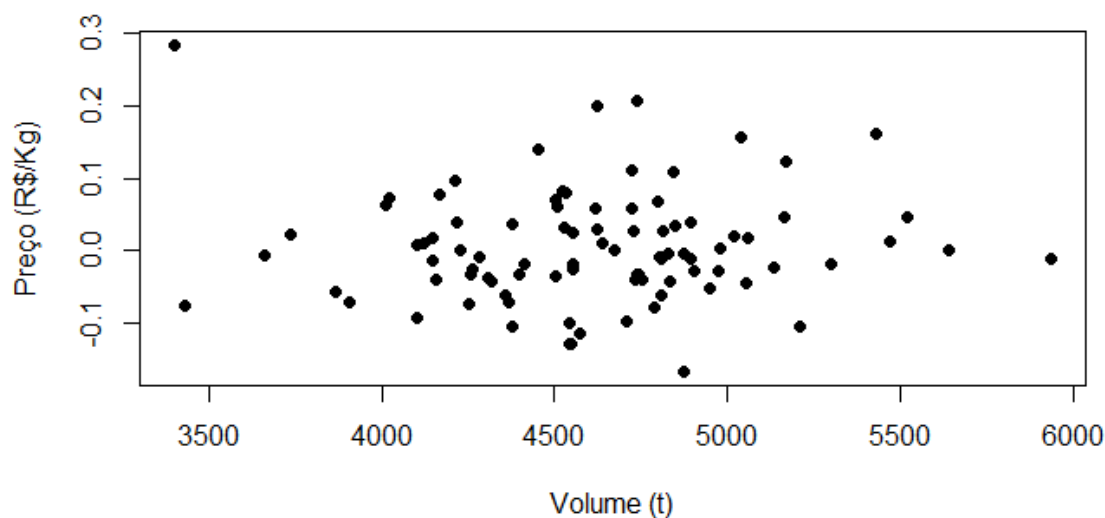
O Gráfico B.2.1 mostra a dispersão entre a diferença do log da série de preço e diferença da série do volume, observa que os pontos possuem concentração.

A diferença do log da série de preço é calculada da seguinte forma:

$$Z_t = \log P_t - \log P_{t-1}$$

A diferença da série de volume é calculada da seguinte forma:

$$W_t = V_t - V_{t-1}$$

Gráfico B.2.1. Gráfico de dispersão para Banana Nanica

O modelo de regressão ajustado é dado por:

$$\hat{Z}_t = -0,178 - 0,241 * \hat{Z}_{t-3} + 0,00004 * \hat{W}_{t-5} + \hat{\epsilon}_t$$

em que

$\hat{Z}_t$: a diferença estimada entre o log do preço no mês t e mês t-1;

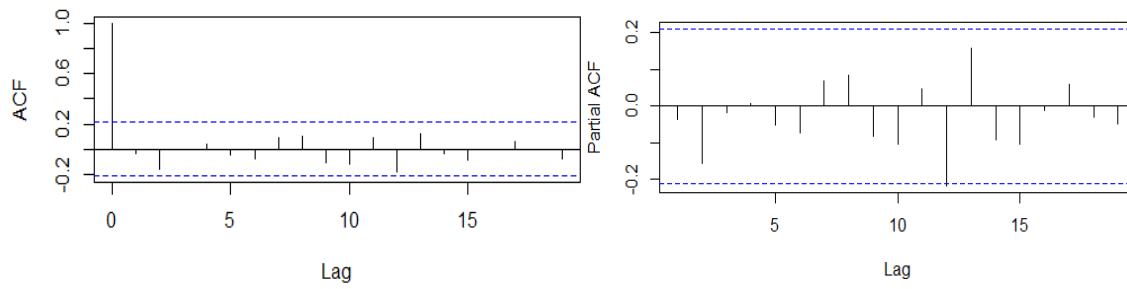
$\hat{Z}_{t-3}$: a diferença estimada entre o log do preço no mês t-3 e mês t-4;

$\hat{W}_{t-5}$: a diferença estimada entre o volume no mês t-5 e mês t-6;

$\hat{\epsilon}_t$: o erro aleatório da diferença estimada entre o log do preço no mês t e mês t-1.

Tabela B.2.2: Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão

Coeficientes	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	-0,178	0,08	-2,11	0,0379 *
$\hat{Z}_{t-3}$	-0,241	0,10	-2,32	0,0226 *
$\hat{W}_{t-5}$	0,00004	0,00002	2,21	0,0301 *

Gráfico B.2.3: Diagnóstico do modelo de regressão – Análise dos Resíduos**Gráfico de quantis**