

# Trabalho 1 — Séries Temporais

Análise e Modelagem

Davi Wentrick Feijó

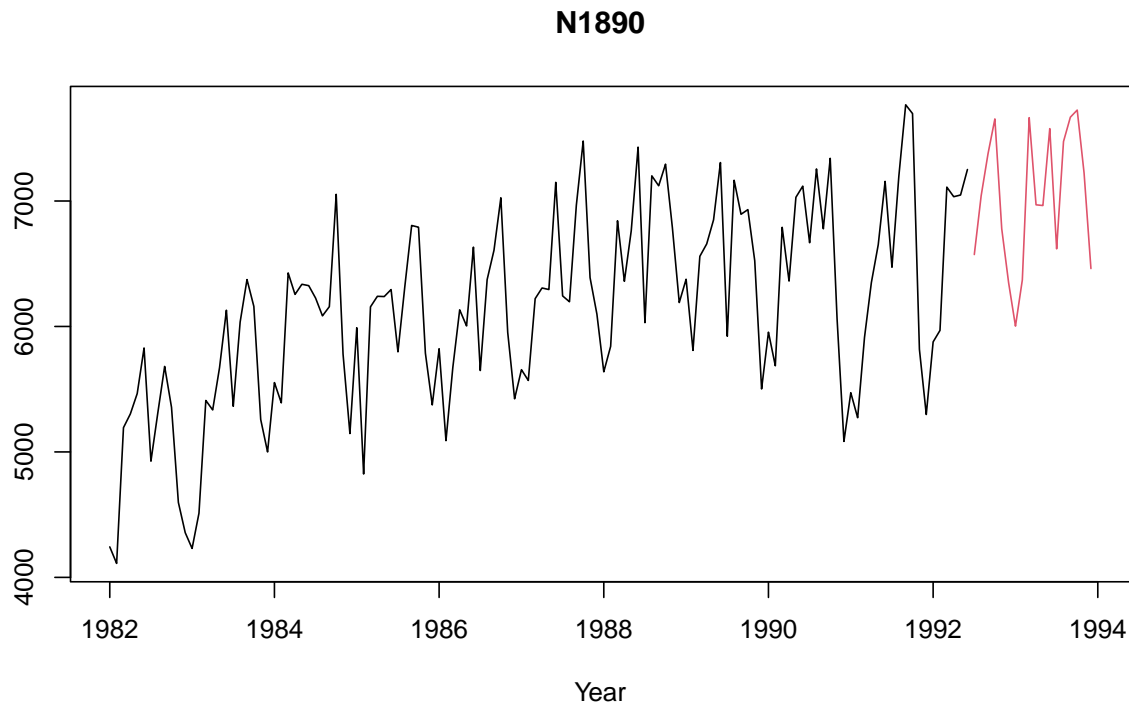
13/11/2025

## Contents

<b>1</b>	<b>Introducao</b>	<b>2</b>
1.1	Decomposição STL . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Seleção dos modelos</b>	<b>4</b>
2.1	SARIMA (Manual) . . . . .	4
2.2	SARIMA com Box-Cox . . . . .	5
2.3	SARIMA com Drift . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Parâmetros Estimados</b>	<b>6</b>
3.1	SARIMA (Manual) . . . . .	6
3.2	SARIMA com Box-Cox . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Análise dos Resíduos</b>	<b>8</b>
4.1	SARIMA (Manual) . . . . .	8
4.2	SARIMA com Box-Cox . . . . .	9
4.3	SARIMA com Drift . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Estudo Janela Deslizante</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Previsao</b>	<b>12</b>
6.1	MAE . . . . .	16

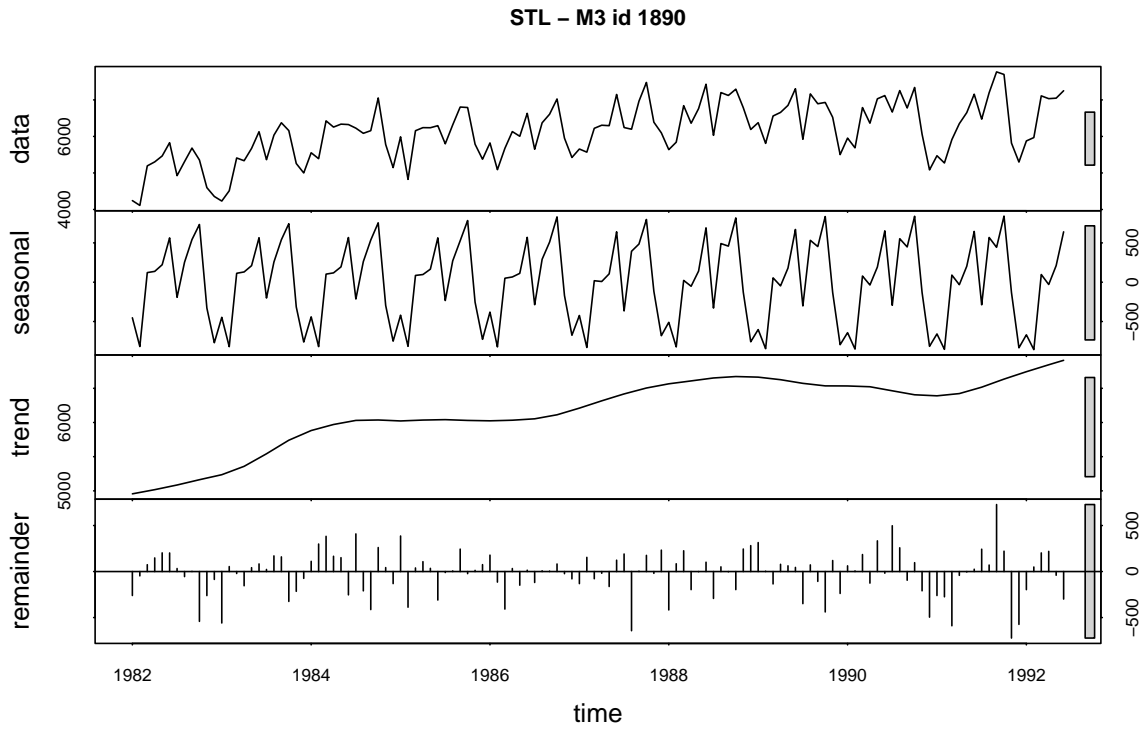
# 1 Introducao

A série M489, classificada como industrial e de periodicidade mensal, representa os embarques totais de pneus pneumáticos (pneumatic casings) ao longo do tempo. O período histórico cobre de janeiro de 1982 a junho de 1992, seguido por projeções (“future data”) até dezembro de 1993.



Observa-se uma tendência geral de crescimento moderado ao longo da década de 1980, partindo de cerca de 4.200 mil unidades em 1982 para valores próximos de 7.000 mil unidades em anos posteriores, com flutuações sazonais marcadas: os embarques tendem a atingir picos entre meados e o final do ano (junho a outubro) e quedas nos meses iniciais, padrão típico de sazonalidade anual. Há também oscilações cíclicas de médio prazo, refletindo possíveis variações na demanda industrial e no setor automotivo. As projeções para 1992-1993 sugerem manutenção dos níveis elevados de produção, em torno de 6.500 a 7.700 mil unidades mensais, indicando estabilidade após o crescimento observado na década anterior.

## 1.1 Decomposição STL

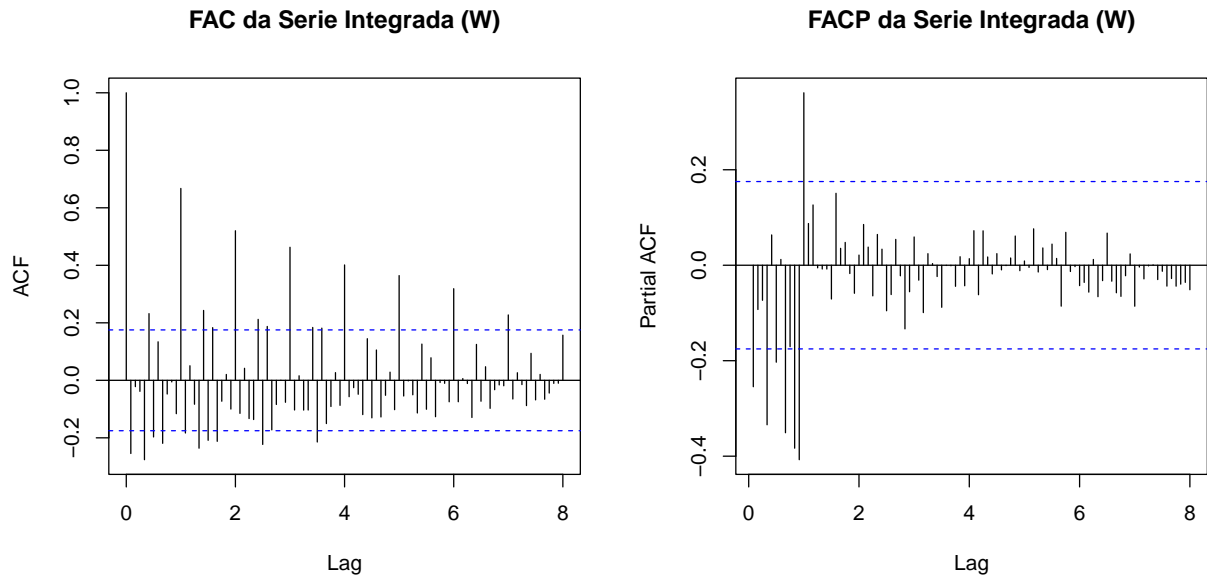


Aplicando a decomposicao, podemos notar que conseguimos capturar bem a sazonalidade e observamos uma tendencia de crescimento

## 2 Seleção dos modelos

### 2.1 SARIMA (Manual)

Para a seleção do modelo, foi observado que a série necessita somente de uma integração simples e sem uma sazonal, com isso podemos analisar os gráficos FAC e FACP da série integrada

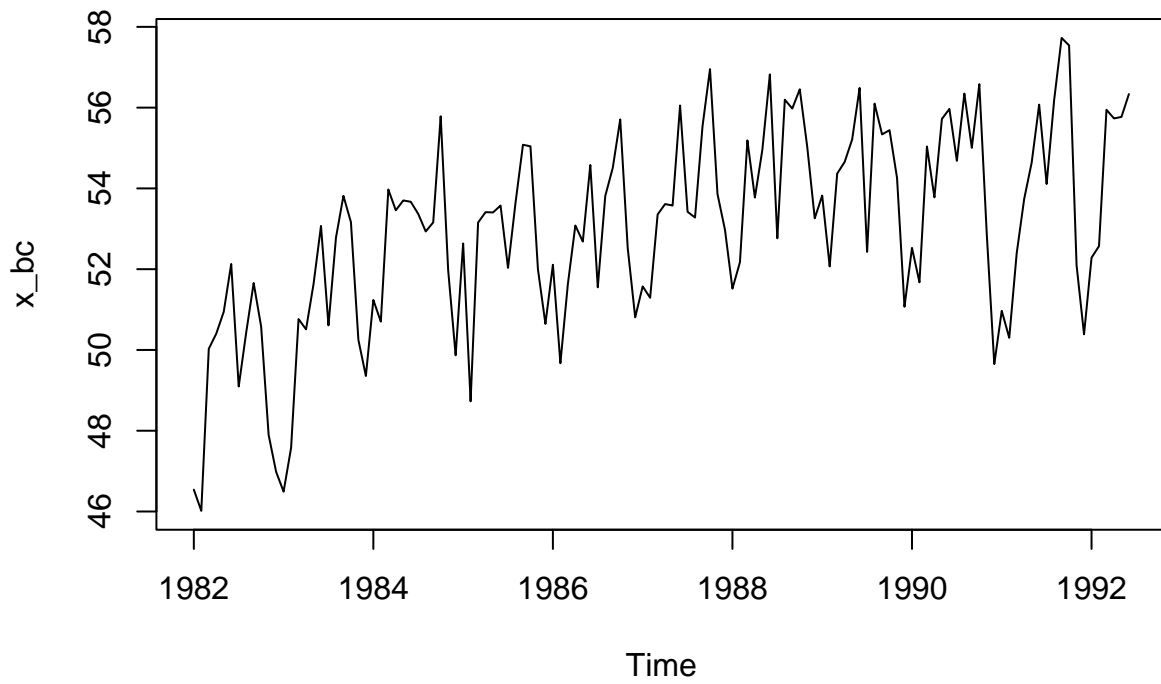


Nos gráficos de autocorrelação da série diferenciada  $w$ , observa-se que os *lags* intermediários não estão bem definidos, especialmente na FACP, indicando que valores pequenos de  $p$  e  $q$  devem ser testados inicialmente. Contudo, nota-se uma estrutura sazonal evidente: na FAC, os *lags* sazonais exibem um decaimento gradual, enquanto na FACP há um corte mais claro no primeiro *lag* sazonal, sugerindo um comportamento autorregressivo na parte sazonal. Assim, até este ponto, o modelo indicado é um **SARIMA**( $p, 1, q$ )  $\times$  (1, 0, 0), sendo conveniente agora variar os valores de  $p$  e  $q$  para identificar a melhor combinação e alcançar um ajuste mais adequado ao comportamento da série.

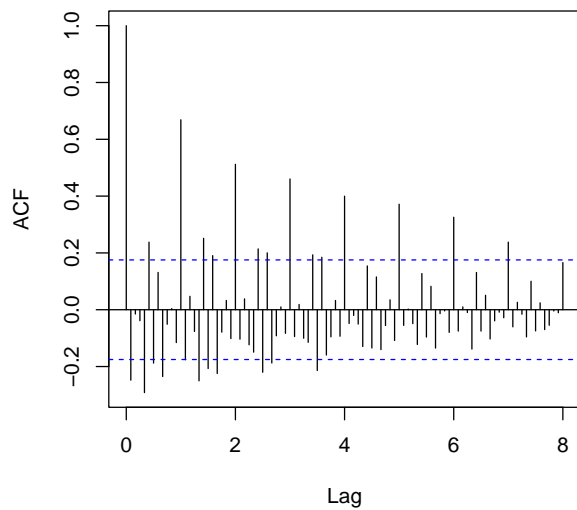
SARIMA(1,1,1) $\times$ (1,0,1)

## 2.2 SARIMA com Box-Cox

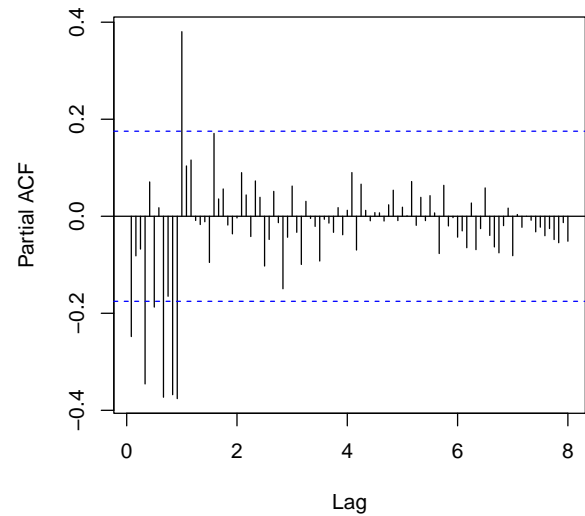
**Serie transformada por Box-Cox**



**FAC da Serie Integrada (W) com Box-Cox**



**FACP da Serie Integrada (W) com Box-Cox**



## 2.3 SARIMA com Drift

## 3 Parâmetros Estimados

### 3.1 SARIMA (Manual)

```
## Series: x
## ARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12]
##
## Coefficients:
##          ar1          ma1          sar1
##      0.1662   -0.7749   0.8106
## s.e.  0.1915    0.1385   0.0572
##
## sigma^2 = 135489:  log likelihood = -921.11
## AIC=1850.21   AICc=1850.55   BIC=1861.52
##
## Training set error measures:
##              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
## Training set 25.79928 362.1984 286.3816 0.1531367 4.693914 0.7814409 -0.0131891
```

### 3.2 SARIMA com Box-Cox

```
## Series: x
## ARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12]
## Box Cox transformation: lambda= 0.3369062
##
## Coefficients:
##          ar1          ma1          sar1
##      0.1828   -0.7675   0.8132
## s.e.  0.2099    0.1553   0.0581
##
## sigma^2 = 1.294:  log likelihood = -198.74
## AIC=405.48   AICc=405.82   BIC=416.8
##
## Training set error measures:
##              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
## Training set 28.71617 363.6663 286.5944 0.2184702 4.68873 0.7820214 -0.03418845
```

#### 3.2.0.1 SARIMA com Drift

```
## Series: x
```

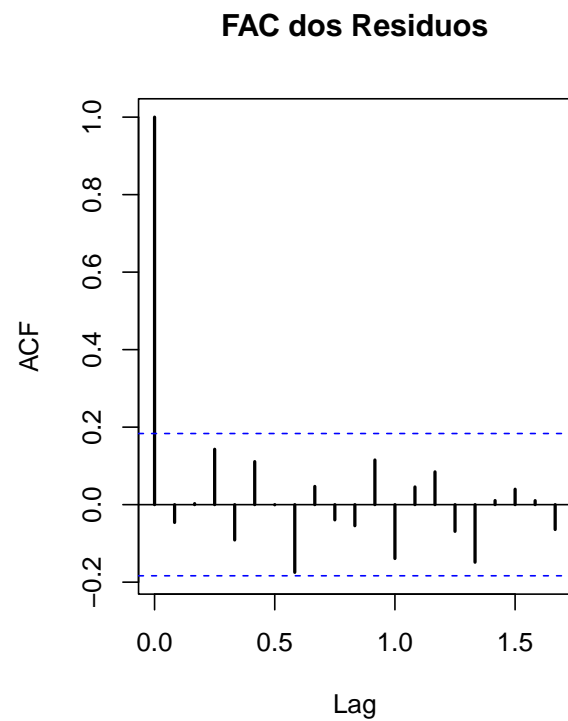
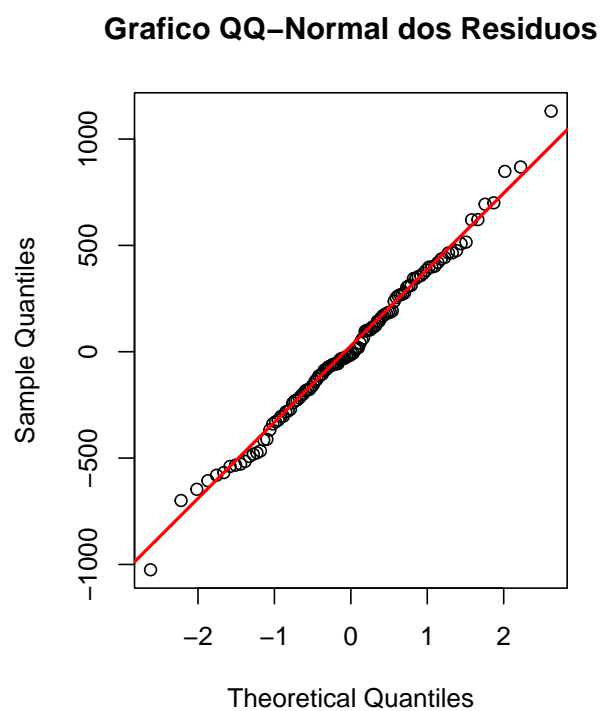
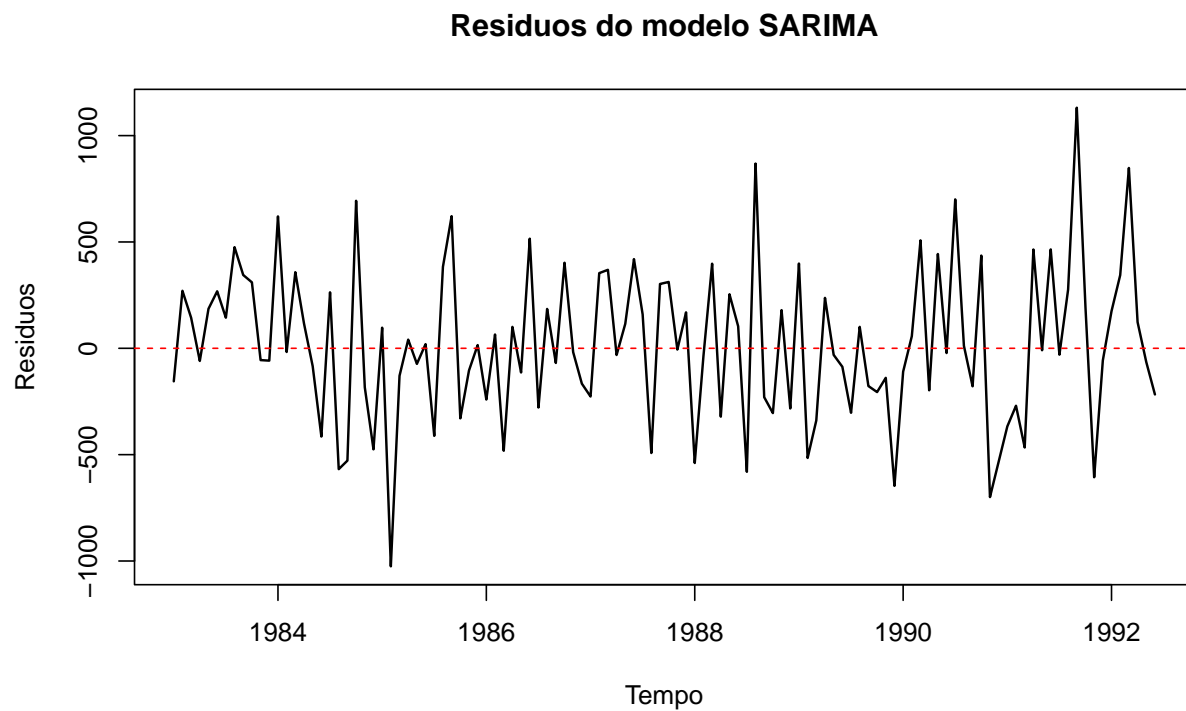
```

## ARIMA(1,0,1)(1,1,1)[12] with drift
##
## Coefficients:
##          ar1          ma1          sar1          sma1          drift
##      0.8980   -0.5810   0.2914   -1.0000   13.3067
## s.e.  0.0669    0.1186   0.1104    0.1236    3.2589
##
## sigma^2 = 91257:  log likelihood = -821.26
## AIC=1654.52   AICc=1655.3   BIC=1670.93
##
## Training set error measures:
##              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
## Training set 16.30541 280.9705 215.9047 0.1027304 3.493005 0.5891327
##              ACF1
## Training set 0.000707696

```

## 4 Análise dos Resíduos

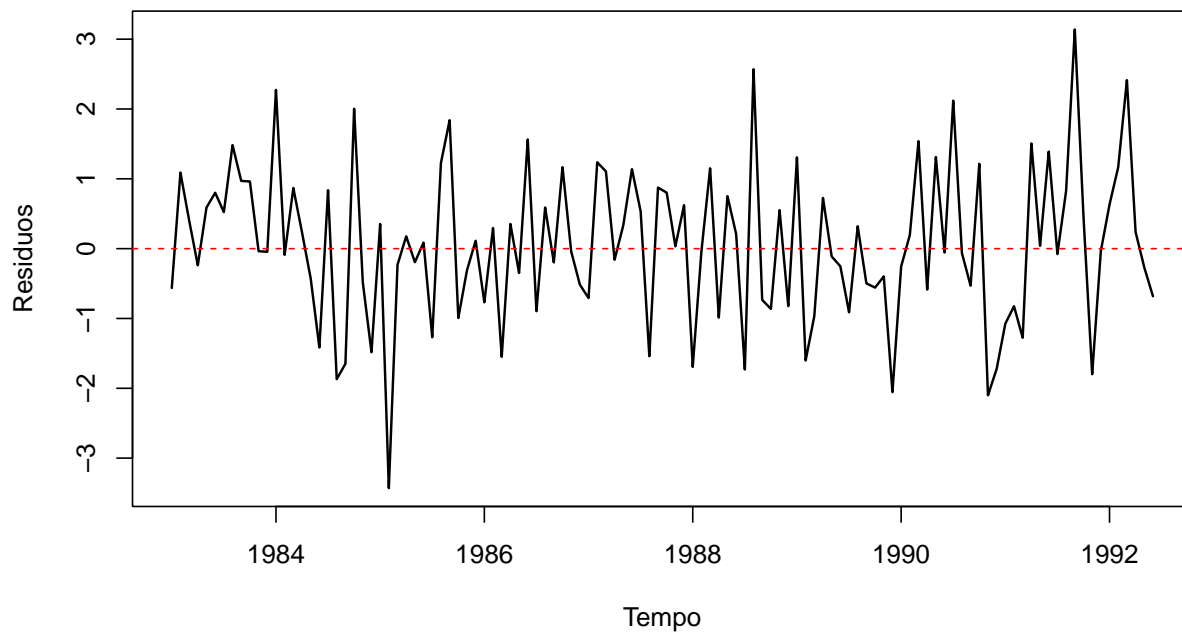
### 4.1 SARIMA (Manual)



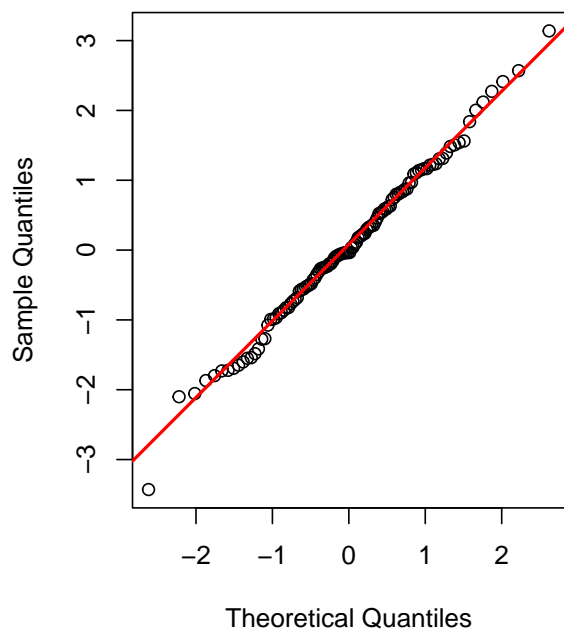


## 4.2 SARIMA com Box-Cox

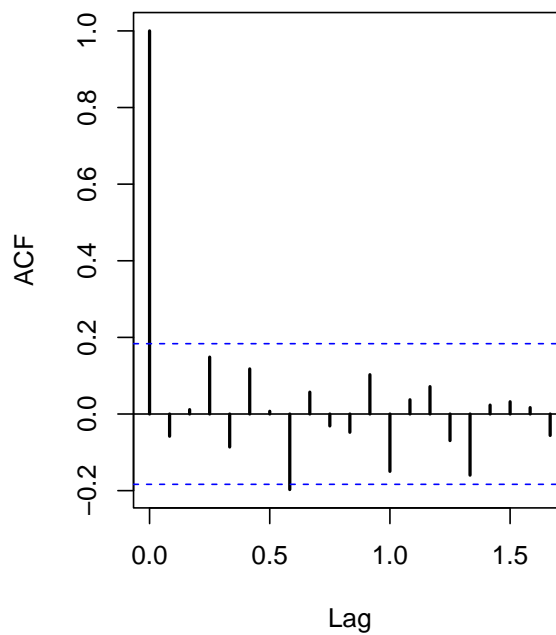
**Resíduos do modelo SARIMA com Box-Cox**



**Grafico QQ-Normal dos Resíduos**

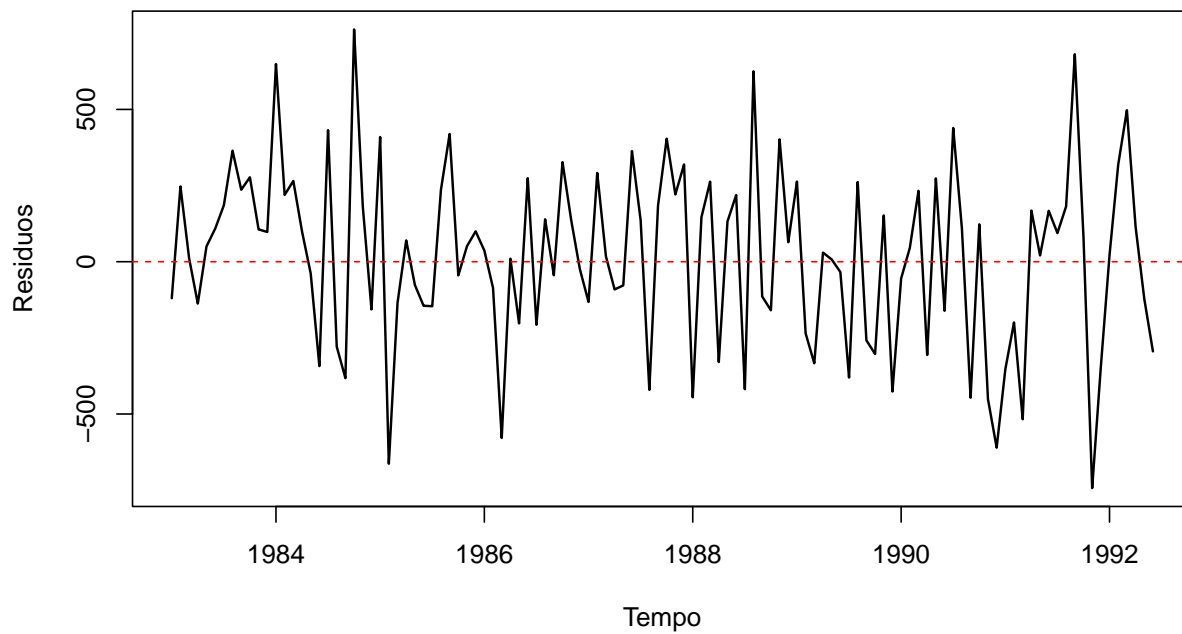


**FAC dos Resíduos**

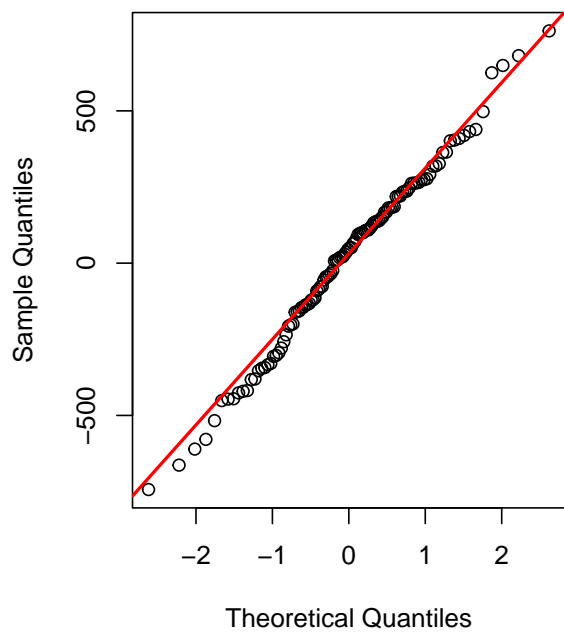


### 4.3 SARIMA com Drift

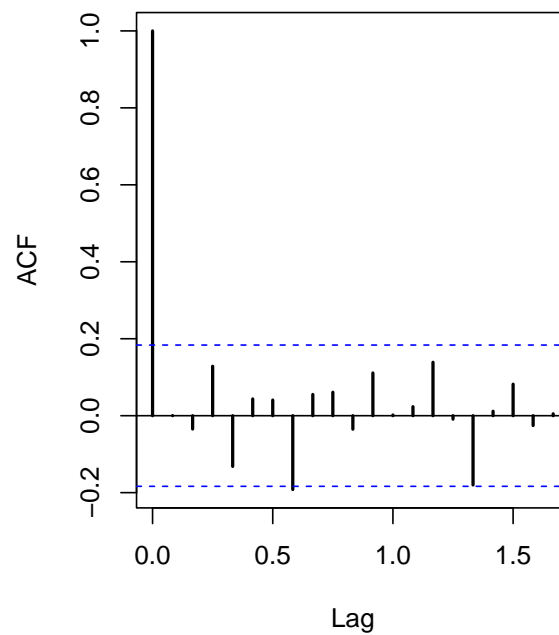
**Resíduos do modelo SARIMA com Drift**



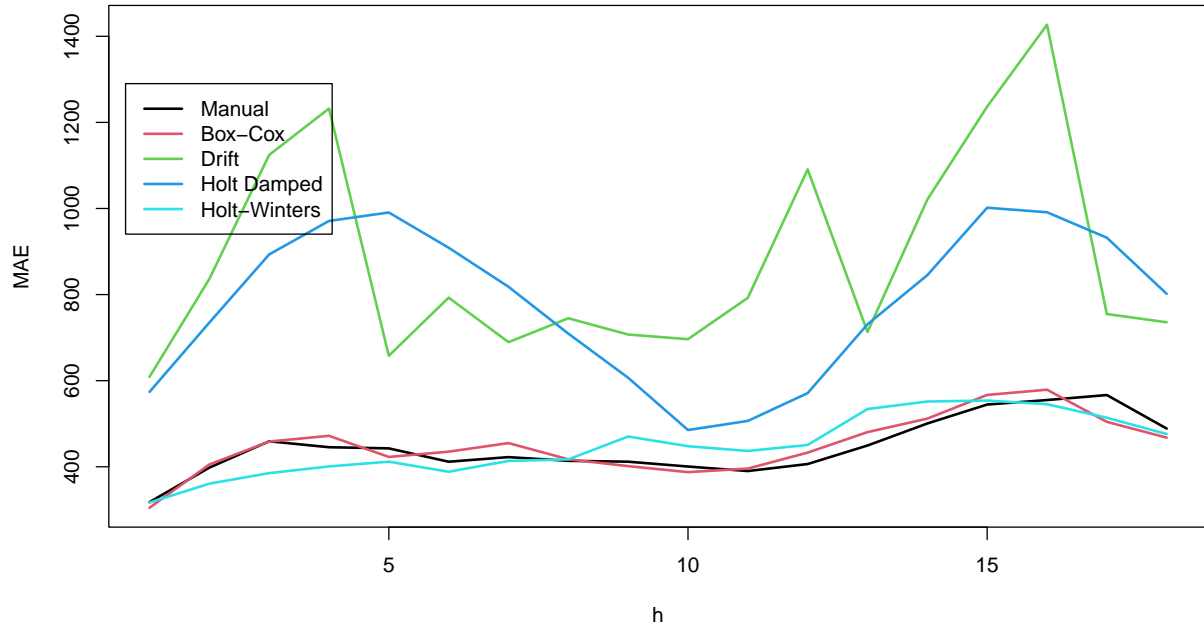
**Grafico QQ-Normal dos Resíduos**



**FAC dos Resíduos**



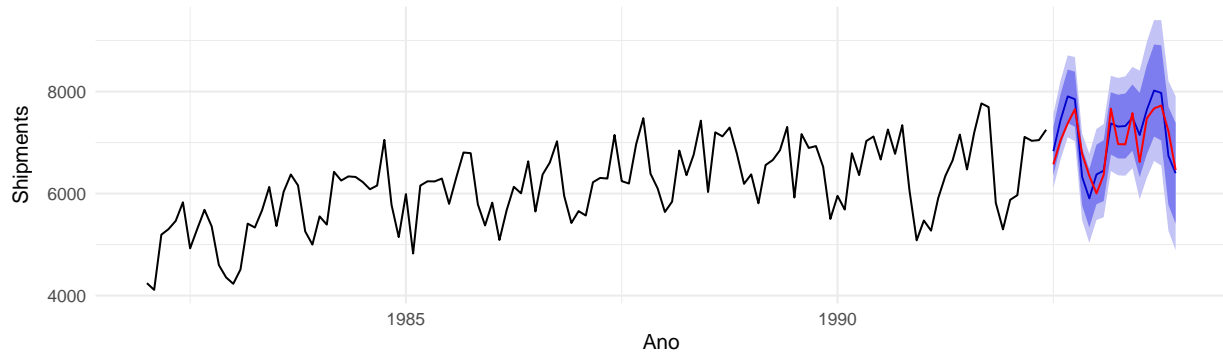
## 5 Estudo Janela Deslizante



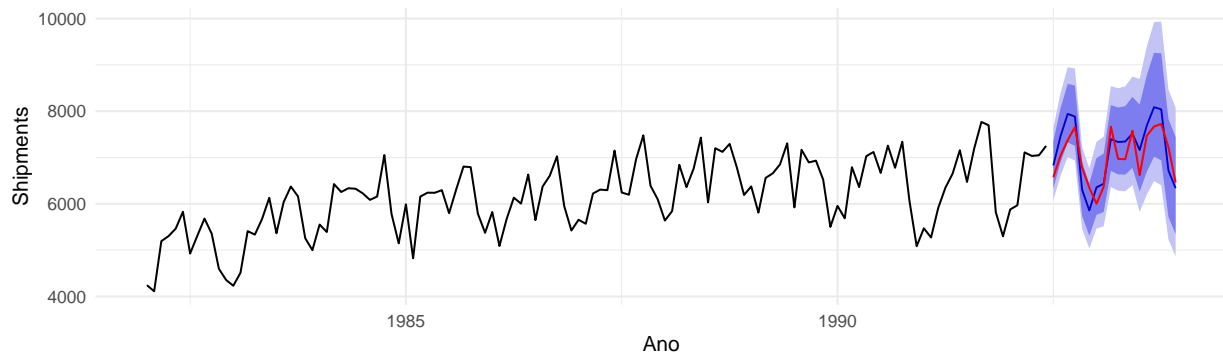
## 6 Previsao

Comparacao das previsoes — Serie M489

Previsao – ARIMA base



Previsao – ARIMA com Box-Cox



Previsao – ARIMA com Drift

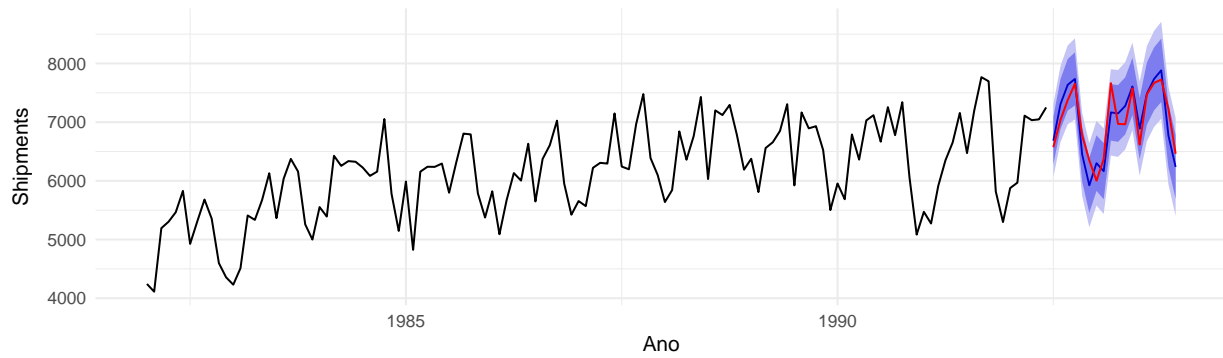


Table 1: Previsões — ARIMA base

Data	Teste	Previsto	Lower95	Upper95
<b>jul-1992</b>	6573.0	6830.61	6109.17	7552.05
<b>ago-1992</b>	7041.6	7439.16	6664.46	8213.87
<b>set-1992</b>	7376.7	7906.10	7103.62	8708.59
<b>out-1992</b>	7654.2	7849.82	7023.46	8676.17
<b>nov-1992</b>	6778.8	6326.70	5477.61	7175.80
<b>dez-1992</b>	6348.6	5905.79	5034.63	6776.96
<b>jan-1993</b>	6002.7	6374.87	5482.19	7267.55
<b>fev-1993</b>	6370.5	6449.04	5535.35	7362.72
<b>mar-1993</b>	7664.1	7374.78	6440.57	8309.00
<b>abr-1993</b>	6969.6	7312.78	6358.47	8267.08
<b>mai-1993</b>	6963.9	7323.72	6349.74	8297.70
<b>jun-1993</b>	7576.8	7488.59	6495.32	8481.85
<b>jul-1993</b>	6618.6	7147.83	5885.18	8410.49
<b>ago-1993</b>	7473.6	7641.11	6309.30	8972.92
<b>set-1993</b>	7668.0	8019.59	6638.81	9400.37
<b>out-1993</b>	7725.0	7973.97	6548.38	9399.56
<b>nov-1993</b>	7223.1	6739.38	5270.74	8208.03
<b>dez-1993</b>	6461.4	6398.21	4887.80	7908.61

Table 2: Previsões — ARIMA com Box-Cox

Data	Teste	Previsto	Lower95	Upper95
<b>jul-1992</b>	6573.0	6829.43	6080.72	7636.87
<b>ago-1992</b>	7041.6	7462.49	6604.36	8391.50
<b>set-1992</b>	7376.7	7941.51	7012.34	8948.88
<b>out-1992</b>	7654.2	7884.52	6931.17	8921.01
<b>nov-1992</b>	6778.8	6304.40	5462.00	7228.75
<b>dez-1992</b>	6348.6	5856.17	5033.69	6763.19
<b>jan-1993</b>	6002.7	6355.34	5464.02	7338.13
<b>fev-1993</b>	6370.5	6433.62	5513.46	7450.29
<b>mar-1993</b>	7664.1	7397.92	6363.15	8538.57
<b>abr-1993</b>	6969.6	7334.01	6283.07	8495.40
<b>mai-1993</b>	6963.9	7345.30	6271.52	8534.44
<b>jun-1993</b>	7576.8	7514.97	6402.80	8748.29
<b>jul-1993</b>	6618.6	7162.58	5819.21	8697.08
<b>ago-1993</b>	7473.6	7690.75	6203.22	9397.53
<b>set-1993</b>	7668.0	8086.53	6490.92	9922.79
<b>out-1993</b>	7725.0	8039.60	6400.05	9936.06
<b>nov-1993</b>	7223.1	6719.62	5228.53	8468.61
<b>dez-1993</b>	6461.4	6337.49	4866.63	8076.65

Table 3: Previsões — ARIMA com Drift

Data	Teste	Previsto	Lower95	Upper95
<b>jul-1992</b>	6573.0	6683.80	6065.12	7302.48
<b>ago-1992</b>	7041.6	7309.74	6660.83	7958.65
<b>set-1992</b>	7376.7	7636.52	6964.30	8308.75
<b>out-1992</b>	7654.2	7736.61	7046.24	8426.98
<b>nov-1992</b>	6778.8	6453.51	5748.94	7158.08
<b>dez-1992</b>	6348.6	5923.79	5208.10	6639.47
<b>jan-1993</b>	6002.7	6301.39	5578.73	7024.05
<b>fev-1993</b>	6370.5	6164.88	5435.10	6894.67
<b>mar-1993</b>	7664.1	7166.57	6431.11	7902.02
<b>abr-1993</b>	6969.6	7148.54	6408.56	7888.52
<b>mai-1993</b>	6963.9	7278.43	6534.84	8022.02
<b>jun-1993</b>	7576.8	7608.03	6861.57	8354.50
<b>jul-1993</b>	6618.6	6889.08	6087.74	7690.42
<b>ago-1993</b>	7473.6	7483.55	6672.39	8294.71
<b>set-1993</b>	7668.0	7736.24	6917.34	8555.14
<b>out-1993</b>	7725.0	7883.43	7058.45	8708.41
<b>nov-1993</b>	7223.1	6771.76	5942.05	7601.47
<b>dez-1993</b>	6461.4	6236.98	5403.65	7070.31

## 6.1 MAE

```
##           Modelo    MAE
## 1      auto.arima() 211.47
## 9  SARIMA com Drift 232.26
## 5           hw() 245.40
## 6           ets() 260.44
## 7      SARIMA Manual 313.92
## 8 SARIMA com Box-Cox 336.14
## 4  holt(damped=TRUE) 475.10
## 2           ses() 475.85
## 3           holt() 500.10
```

```
knitr::kable(
  tabela_mae,
  caption = "Tabela da MAE por modelo",
  booktabs = TRUE,
  align = "c"
) %>%
  kable_styling(
    full_width = FALSE,
    position = "center",
    latex_options = c("striped", "hold_position")
  ) %>%
  column_spec(1, bold = TRUE)
```

Table 4: Tabela da MAE por modelo

	Modelo	MAE
<b>1</b>	auto.arima()	211.47
<b>9</b>	SARIMA com Drift	232.26
<b>5</b>	hw()	245.40
<b>6</b>	ets()	260.44
<b>7</b>	SARIMA Manual	313.92
<b>8</b>	SARIMA com Box-Cox	336.14
<b>4</b>	holt(damped=TRUE)	475.10
<b>2</b>	ses()	475.85
<b>3</b>	holt()	500.10