

Trabalho 2

Parte III: Modelos ARIMA

Questão 10

Seja X_t um processo que represente a série de mortalidade cardiovascular **cmort** discutida no Exemplo II.2.

- (a) Ajuste um modelo $AR(2)$ à X_t usando regressão linear como no Exemplo III.18.
- (b) Assumindo que o modelo ajustado em (a) seja o modelo verdadeiro, encontre as previsões ao longo de um horizonte de quatro semanas, X_n^{n+m} para $m=1,2,3,4$ e os intervalos de previsão de 95% correspondentes.

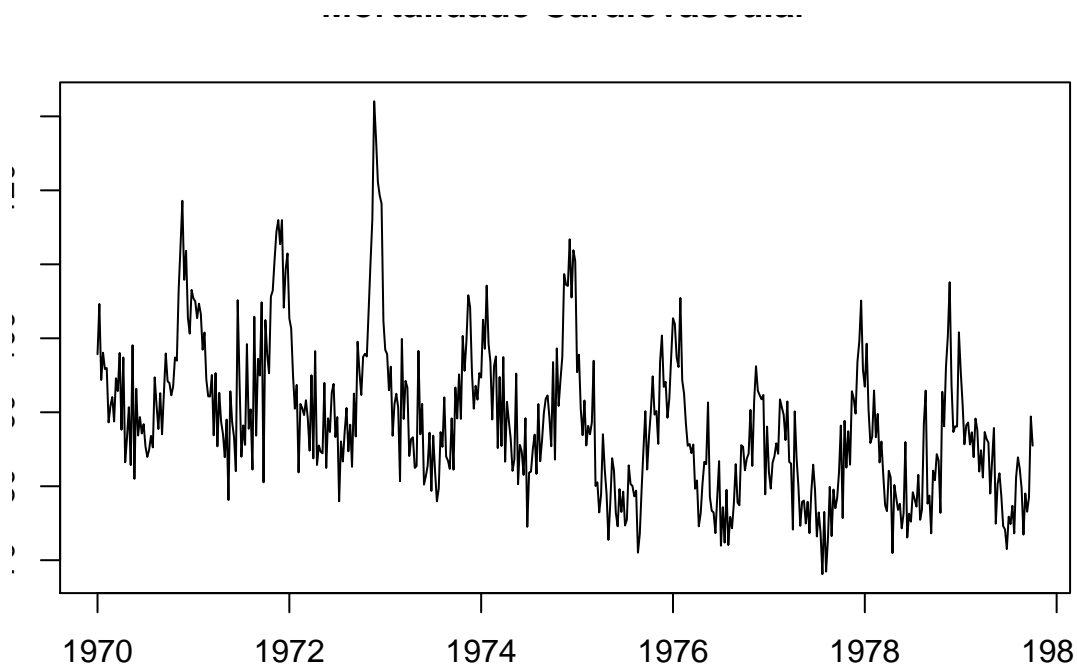
```
View(head(rec))  
length(rec)
```

```
## [1] 453
```

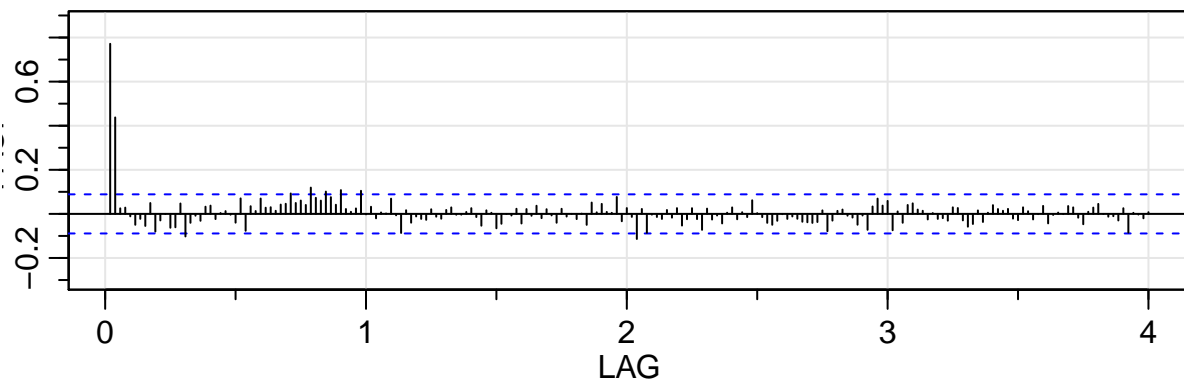
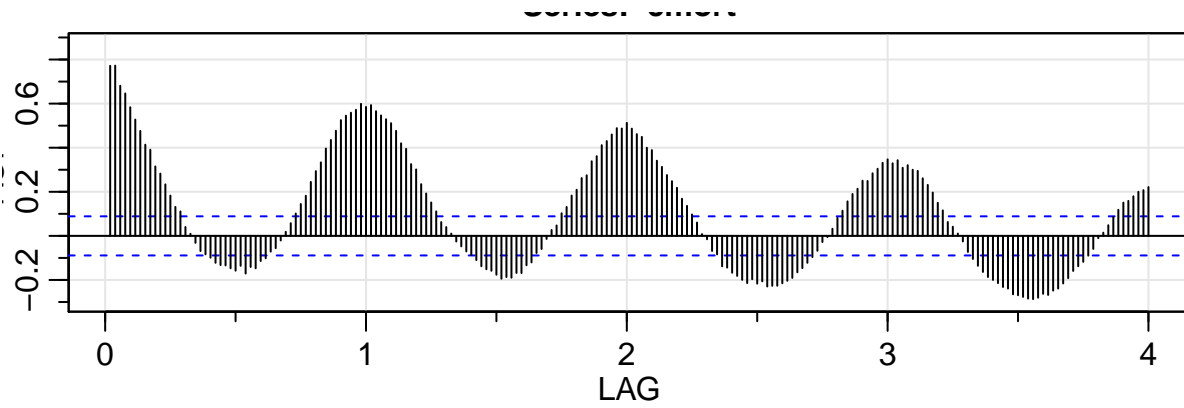
```
nrow(rec)
```

```
## NULL
```

```
plot(cmort, main="Mortalidade Cardiovascular", xlab="", ylab="")
```



```
help(cmort)  
acf2(cmort)
```



##		ACF	PACF
##	[1,]	0.77	0.77
##	[2,]	0.77	0.44
##	[3,]	0.68	0.03
##	[4,]	0.65	0.03
##	[5,]	0.58	-0.01
##	[6,]	0.53	-0.05
##	[7,]	0.48	-0.02
##	[8,]	0.41	-0.05
##	[9,]	0.39	0.05
##	[10,]	0.32	-0.08
##	[11,]	0.28	-0.03
##	[12,]	0.23	0.00
##	[13,]	0.18	-0.06
##	[14,]	0.13	-0.06
##	[15,]	0.11	0.05
##	[16,]	0.04	-0.10
##	[17,]	0.01	-0.04
##	[18,]	-0.03	-0.01
##	[19,]	-0.07	-0.03
##	[20,]	-0.08	0.03
##	[21,]	-0.10	0.04
##	[22,]	-0.12	-0.02
##	[23,]	-0.13	0.00
##	[24,]	-0.13	0.01
##	[25,]	-0.15	0.00
##	[26,]	-0.16	-0.04

```

## [27,] -0.14  0.07
## [28,] -0.17 -0.08
## [29,] -0.14  0.03
## [30,] -0.15  0.01
## [31,] -0.11  0.07
## [32,] -0.10  0.03
## [33,] -0.07  0.03
## [34,] -0.06  0.01
## [35,] -0.02  0.04
## [36,]  0.02  0.05
## [37,]  0.06  0.09
## [38,]  0.10  0.05
## [39,]  0.14  0.06
## [40,]  0.18  0.04
## [41,]  0.24  0.12
## [42,]  0.29  0.07
## [43,]  0.33  0.06
## [44,]  0.40  0.10
## [45,]  0.44  0.08
## [46,]  0.48  0.04
## [47,]  0.53  0.11
## [48,]  0.55  0.02
## [49,]  0.56  0.01
## [50,]  0.57  0.02
## [51,]  0.60  0.10
## [52,]  0.58  0.00
## [53,]  0.59  0.03
## [54,]  0.57 -0.02
## [55,]  0.55  0.01
## [56,]  0.53  0.00
## [57,]  0.51  0.07
## [58,]  0.48 -0.01
## [59,]  0.42 -0.09
## [60,]  0.39  0.02
## [61,]  0.33 -0.04
## [62,]  0.30 -0.01
## [63,]  0.23 -0.02
## [64,]  0.19 -0.03
## [65,]  0.15  0.02
## [66,]  0.11 -0.01
## [67,]  0.06 -0.02
## [68,]  0.04  0.02
## [69,]  0.01  0.03
## [70,] -0.03  0.00
## [71,] -0.05  0.00
## [72,] -0.07  0.01
## [73,] -0.09  0.03
## [74,] -0.11 -0.01
## [75,] -0.14 -0.05
## [76,] -0.15  0.02
## [77,] -0.16  0.00
## [78,] -0.18 -0.07
## [79,] -0.19 -0.04
## [80,] -0.19  0.00

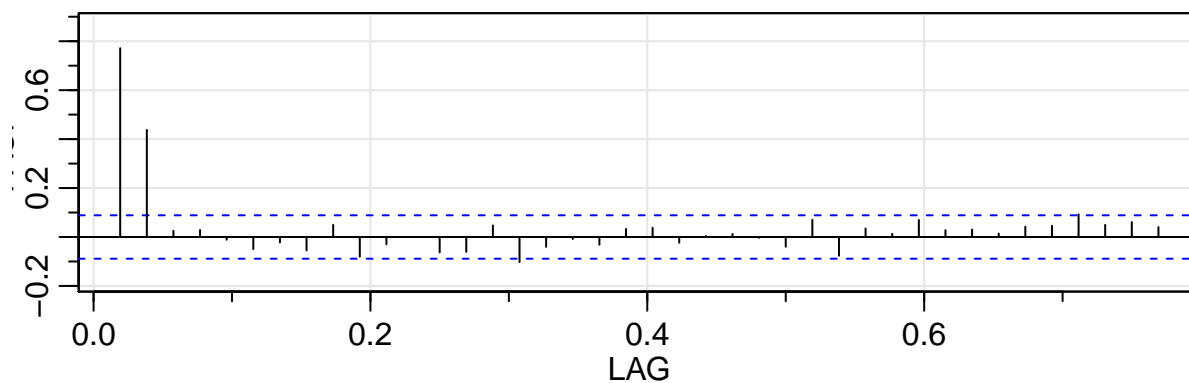
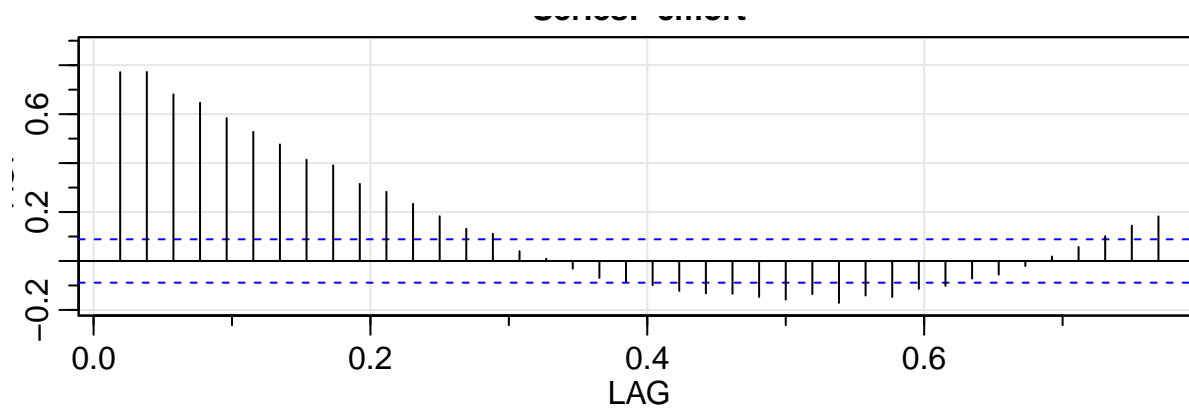
```

```
## [81,] -0.19 -0.01
## [82,] -0.17  0.02
## [83,] -0.17 -0.04
## [84,] -0.13  0.02
## [85,] -0.12 -0.01
## [86,] -0.08  0.04
## [87,] -0.06 -0.02
## [88,] -0.01  0.02
## [89,]  0.03 -0.01
## [90,]  0.05 -0.04
## [91,]  0.10  0.02
## [92,]  0.13 -0.01
## [93,]  0.18  0.00
## [94,]  0.21 -0.02
## [95,]  0.26  0.00
## [96,]  0.28 -0.05
## [97,]  0.34  0.05
## [98,]  0.36  0.01
## [99,]  0.41  0.05
## [100,] 0.43  0.01
## [101,] 0.46  0.00
## [102,] 0.49  0.08
## [103,] 0.49 -0.03
## [104,] 0.51  0.03
## [105,] 0.49 -0.01
## [106,] 0.46 -0.11
## [107,] 0.45  0.02
## [108,] 0.40 -0.09
## [109,] 0.39  0.00
## [110,] 0.34 -0.01
## [111,] 0.31 -0.02
## [112,] 0.28  0.02
## [113,] 0.25 -0.02
## [114,] 0.22  0.03
## [115,] 0.17 -0.05
## [116,] 0.14 -0.02
## [117,] 0.10  0.03
## [118,] 0.06 -0.02
## [119,] 0.01 -0.07
## [120,] -0.02  0.02
## [121,] -0.07 -0.03
## [122,] -0.08 -0.01
## [123,] -0.14 -0.04
## [124,] -0.14  0.01
## [125,] -0.17  0.03
## [126,] -0.18 -0.02
## [127,] -0.20  0.01
## [128,] -0.21 -0.01
## [129,] -0.20  0.06
## [130,] -0.22  0.00
## [131,] -0.21 -0.01
## [132,] -0.23 -0.04
## [133,] -0.23 -0.05
## [134,] -0.23 -0.03
```

```
## [135,] -0.22  0.00
## [136,] -0.20 -0.02
## [137,] -0.19 -0.01
## [138,] -0.17 -0.02
## [139,] -0.15 -0.04
## [140,] -0.12 -0.04
## [141,] -0.10 -0.04
## [142,] -0.07 -0.04
## [143,] -0.03  0.02
## [144,] -0.01 -0.08
## [145,]  0.03 -0.03
## [146,]  0.08  0.01
## [147,]  0.11  0.02
## [148,]  0.16 -0.01
## [149,]  0.19 -0.02
## [150,]  0.21 -0.05
## [151,]  0.25 -0.01
## [152,]  0.25 -0.07
## [153,]  0.28  0.03
## [154,]  0.30  0.07
## [155,]  0.33  0.04
## [156,]  0.35  0.06
## [157,]  0.33 -0.07
## [158,]  0.34  0.01
## [159,]  0.31 -0.04
## [160,]  0.32  0.04
## [161,]  0.30  0.05
## [162,]  0.29  0.02
## [163,]  0.26  0.01
## [164,]  0.23 -0.03
## [165,]  0.20  0.00
## [166,]  0.15 -0.02
## [167,]  0.12 -0.02
## [168,]  0.06 -0.03
## [169,]  0.04  0.03
## [170,]  0.01  0.03
## [171,] -0.03 -0.03
## [172,] -0.07 -0.06
## [173,] -0.10 -0.05
## [174,] -0.14  0.02
## [175,] -0.16 -0.04
## [176,] -0.19  0.01
## [177,] -0.20  0.04
## [178,] -0.21  0.02
## [179,] -0.23  0.01
## [180,] -0.24  0.02
## [181,] -0.27 -0.02
## [182,] -0.27 -0.03
## [183,] -0.28  0.03
## [184,] -0.28  0.01
## [185,] -0.29 -0.03
## [186,] -0.28  0.00
## [187,] -0.26  0.04
## [188,] -0.27 -0.04
```

```
## [189,] -0.25  0.00
## [190,] -0.24  0.01
## [191,] -0.22  0.00
## [192,] -0.19  0.04
## [193,] -0.16  0.03
## [194,] -0.14 -0.02
## [195,] -0.12 -0.05
## [196,] -0.09  0.01
## [197,] -0.06  0.03
## [198,] -0.01  0.05
## [199,]  0.01  0.00
## [200,]  0.05 -0.01
## [201,]  0.09 -0.01
## [202,]  0.12 -0.03
## [203,]  0.15  0.03
## [204,]  0.16 -0.08
## [205,]  0.18  0.00
## [206,]  0.20  0.00
## [207,]  0.21 -0.02
## [208,]  0.22  0.01
```

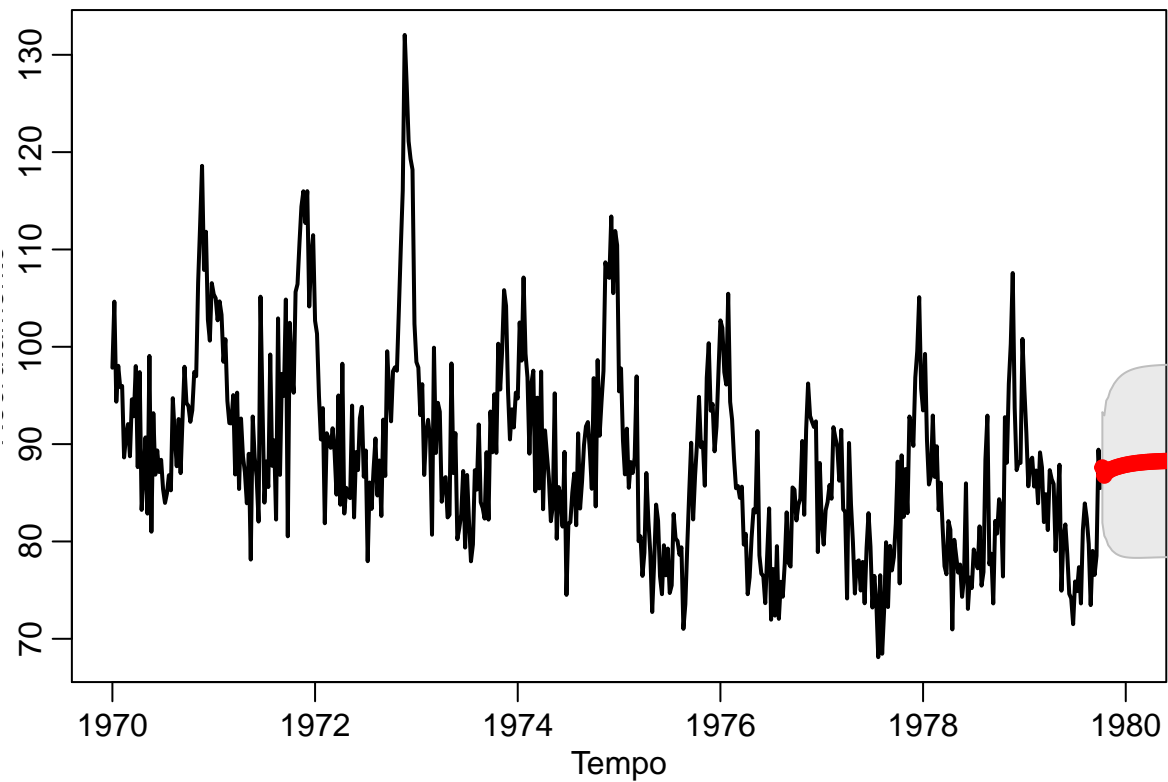
```
acf2(cmort,40)
```



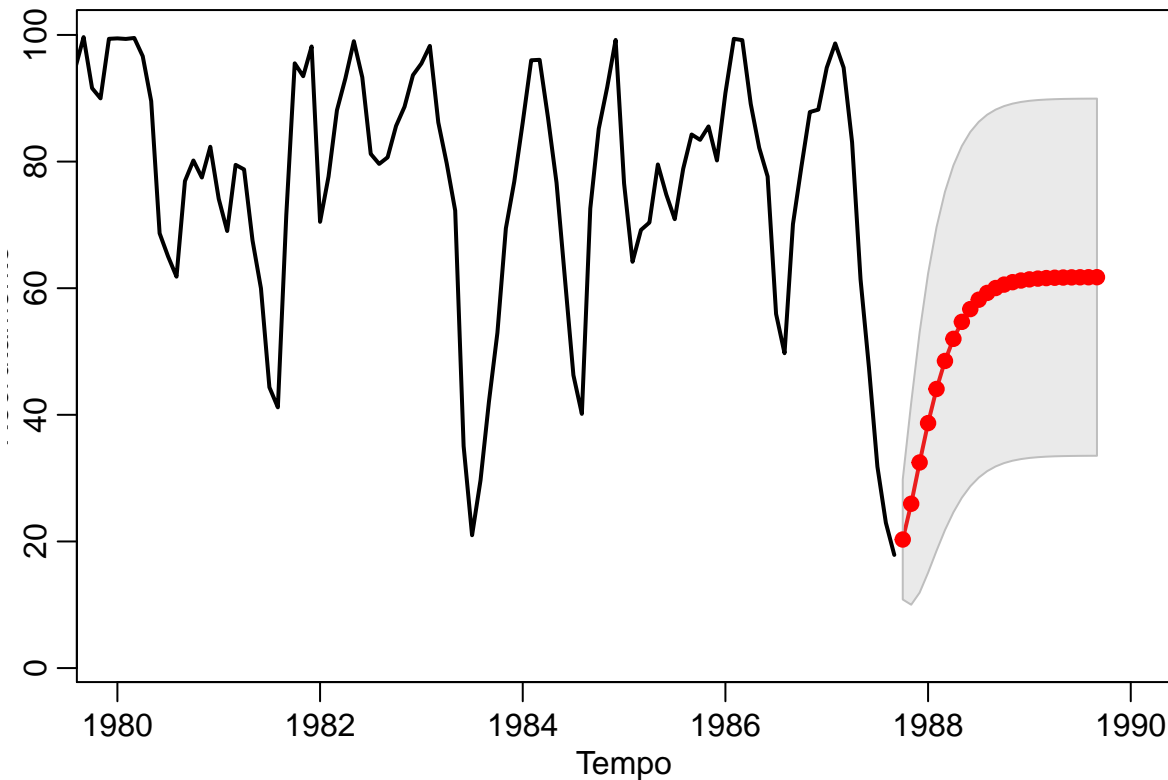
```
##      ACF  PACF
## [1,] 0.77 0.77
## [2,] 0.77 0.44
## [3,] 0.68 0.03
## [4,] 0.65 0.03
```

```
## [5,] 0.58 -0.01
## [6,] 0.53 -0.05
## [7,] 0.48 -0.02
## [8,] 0.41 -0.05
## [9,] 0.39 0.05
## [10,] 0.32 -0.08
## [11,] 0.28 -0.03
## [12,] 0.23 0.00
## [13,] 0.18 -0.06
## [14,] 0.13 -0.06
## [15,] 0.11 0.05
## [16,] 0.04 -0.10
## [17,] 0.01 -0.04
## [18,] -0.03 -0.01
## [19,] -0.07 -0.03
## [20,] -0.08 0.03
## [21,] -0.10 0.04
## [22,] -0.12 -0.02
## [23,] -0.13 0.00
## [24,] -0.13 0.01
## [25,] -0.15 0.00
## [26,] -0.16 -0.04
## [27,] -0.14 0.07
## [28,] -0.17 -0.08
## [29,] -0.14 0.03
## [30,] -0.15 0.01
## [31,] -0.11 0.07
## [32,] -0.10 0.03
## [33,] -0.07 0.03
## [34,] -0.06 0.01
## [35,] -0.02 0.04
## [36,] 0.02 0.05
## [37,] 0.06 0.09
## [38,] 0.10 0.05
## [39,] 0.14 0.06
## [40,] 0.18 0.04
```

```
help(ar.ols)
regr = ar.ols(cmort, order=2, demean=FALSE, intercept=TRUE)
fore = predict(regr, n.ahead=100)
par(mfrow = c(1,1),mar=c(4,3,1,1),mgp=c(1.6,.6,0), pch=19)
ts.plot(cmort, fore$pred, col=1:2, xlim=c(1970,1980), lwd=2, ylab="Recrutamento", xlab="Tempo")
U = fore$pred+fore$se;
L = fore$pred-fore$se
xx = c(time(U), rev(time(U))); yy = c(L, rev(U))
polygon(xx, yy, border = 8, col = gray(.6, alpha = .2))
lines(fore$pred, type="p", col=2)
```



```
regr = ar.ols(rec, order=2, demean=FALSE, intercept=TRUE)
fore = predict(regr, n.ahead=24)
par(mfrow = c(1,1),mar=c(4,3,1,1),mgp=c(1.6,.6,0), pch=19)
ts.plot(rec, fore$pred, col=1:2, xlim=c(1980,1990), lwd=2, ylab="Recrutamento", xlab="Tempo")
U = fore$pred+fore$se; L = fore$pred-fore$se
xx = c(time(U), rev(time(U))); yy = c(L, rev(U))
polygon(xx, yy, border = 8, col = gray(.6, alpha = .2))
lines(fore$pred, type="p", col=2)
```

Questão 18

Ajustar um modelo $AR(2)$ para a série de mortalidade cardiovascular **cmort** discutida no Exemplo II.2. usando regressão linear e usando Yule-Walker.

- Compare as estimativas dos parâmetros obtidos pelos dois métodos.
- Compare os erros padrão estimados das estimativas dos coeficientes obtidos por regressão linear com suas aproximações assintóticas correspondentes, como dado na Proposição III.10.

Questão 20

Repita o seguinte exercício numérico três vezes. Gere $n=500$ observações do modelo ARMA dado por $X_t = 0.9X_{t-1} - 1 + W_t - 0.9W_{t-1}$, com $W_t \sim \tilde{N}(0, 1)$ independentes. Plote os dados simulados, calcule o ACF e o PACF amostrais dos dados simulados e ajuste um modelo ARMA(1,1) aos dados. O que aconteceu e como você explica os resultados?

Questão 31

No Exemplo III.40, apresentamos os diagnósticos para o $MA(2)$ ajustado à série de taxas de crescimento do PIB. Usando esse exemplo como guia, conclua o diagnóstico para o ajuste do $AR(1)$.

Questão 36

Um dos notáveis desenvolvimentos tecnológicos na indústria de computadores tem sido a capacidade de armazenar informações densamente em um disco rígido. Além disso, o custo de armazenamento diminuiu

constantemente, causando problemas de excesso de dados, em vez de big datas. O conjunto de dados para esta tarefa é o `cpg`, que consiste no preço mediano anual de varejo por GB de discos rígidos, digamos C_t , de uma amostra de fabricantes de 1980 a 2008.

- (a) Mostre graficamente C_t e descreva o que você vê.
- (b) Argumente que a curva C_t versus t se comporta como $C_t \approx \alpha e^{\beta t}$ ajustando uma regressão linear de $\log(C_t)$ em t e então plotando a linha ajustada para compará-la aos dados registrados. Comente.
- (c) Inspeção os resíduos do ajuste de regressão linear e comente.
- (d) Ajuste a regressão novamente, mas agora usando o fato de que os erros são autocorrelacionados. Comente.

Parte IV: Análise Espectral e Filtragem

Os dados no arquivo de dados `climhyd` em 454 meses de valores medidos para as variáveis climáticas temperatura do ar, ponto de orvalho, cobertura de nuvens, velocidade do vento, precipitação (`p_t`) e influxo (`i_t`), no Lago Shasta. Gostaríamos de ver nas possíveis relações entre os factores climáticos e o influxo ao Lago Shasta.

- (a) Ajuste um modelo $ARIMA(0; 0; 0)x(0; 1; 1)_{12}$ para (i) precipitação transformada $P_t = \sqrt{p_t}$ e (ii) in uxo transformado $I_t = \log(i_t)$.
- (b) Encontre a correlação cruzada entre os resíduo dos modelos ARIMA ajustados em (a). Interprete os resultados.

```
rm(list=ls())

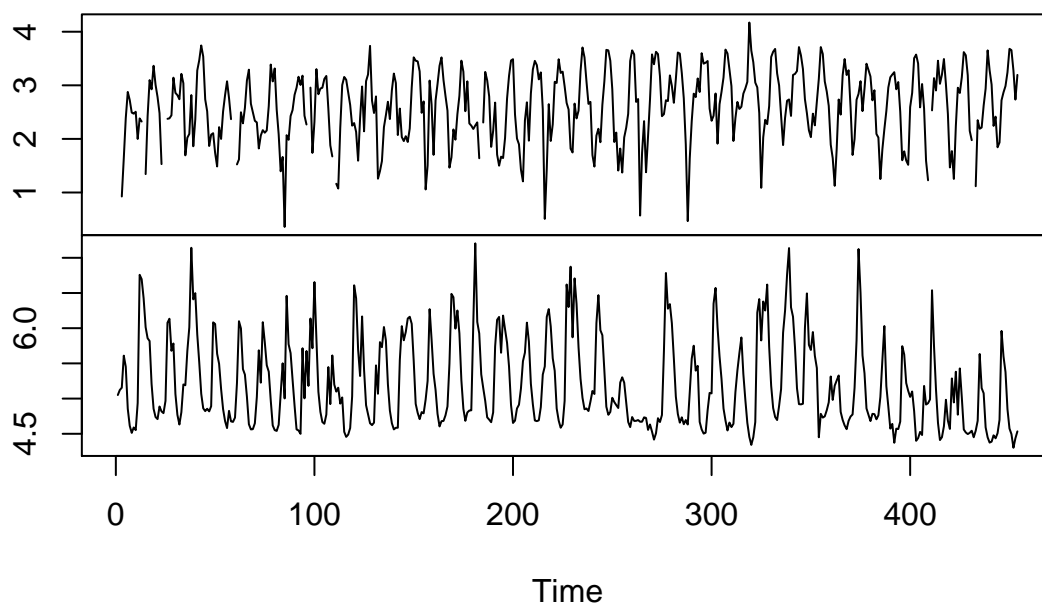
require(astsa)

data(climhyd)
data <- subset(x = climhyd, select = c('DewPt', 'Inflow'))
data$DewPt <- sqrt(data$DewPt)

## Warning in sqrt(data$DewPt): NaNs produzidos

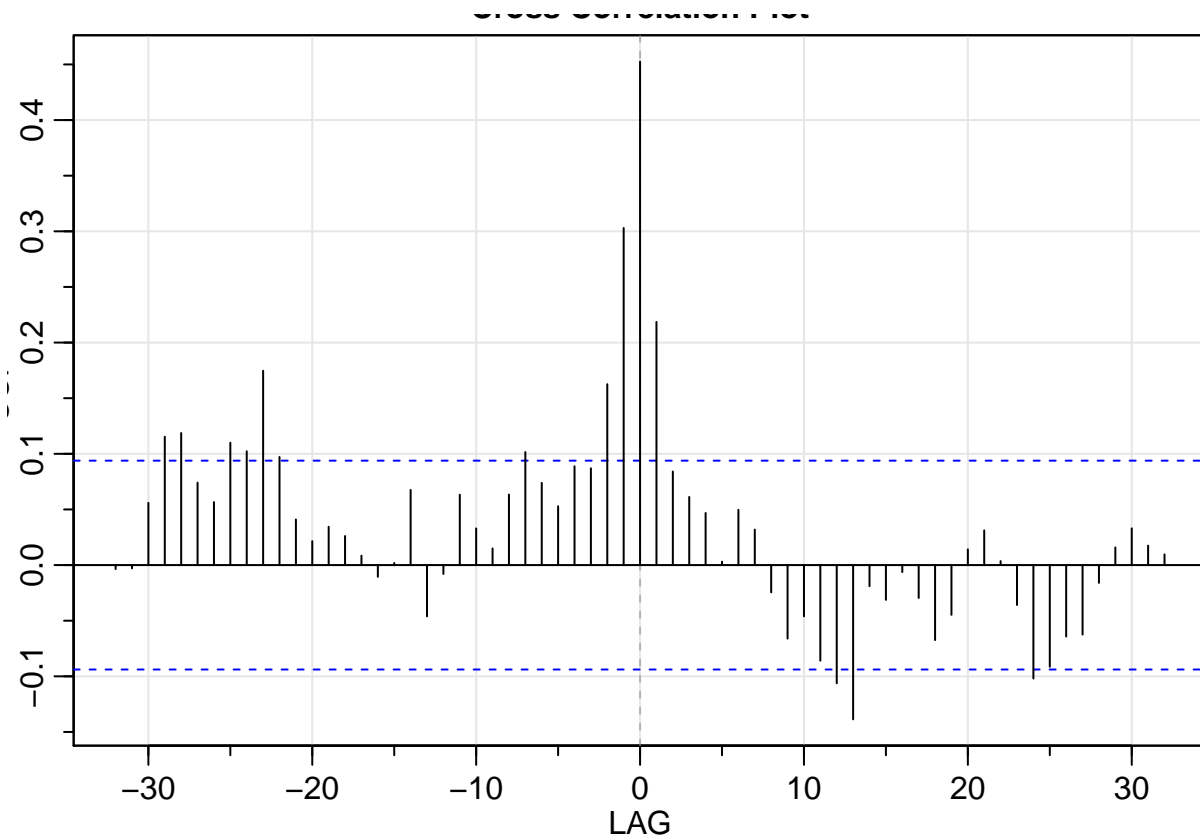
data$Inflow <- log(data$Inflow)
data <- ts(data, frequency = 1)

plot.ts(data)
```



```
# A
m1 <- arima(x = data[,1], order = c(0,0,0), seasonal = list(order = c(0,1,1), period = 12))
m2 <- arima(x = data[,2], order = c(0,0,0), seasonal = list(order = c(0,1,1), period = 12))

ccf2(x = ts(m1$residuals), y =ts(m2$residuals), main = c("Cross Correlation Plot"))
```



Os resultados encontrados apresentaram três tipos de comportamento para as séries analisadas, ou seja, correlação cruzada negativa, correlação cruzada positiva e nenhuma correlação cruzada. Estes comportamentos distintos, são influenciados por sazonalidades.