

**Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística**

Centro de Estatística Aplicada

Relatório de Análise Estatística

RAE-CEA–19P11

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:

“Avaliação da geração de energia elétrica no Brasil em função da disponibilidade conjunta de recursos hídricos e eólicos”

Airlane Pereira Alencar

Cássio Henrique Figueiredo

Júlia Selvatici Trazzi

Orlando Yesid Esparza Albarracin

São Paulo, julho de 2019

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA – USP

TÍTULO: Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Avaliação da geração de energia elétrica no Brasil em função da disponibilidade conjunta de recursos hídricos e eólicos”.

PESQUISADOR: José Vitor Pereira Miguel

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ildo Luis Sauer

INSTITUIÇÃO: Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo

FINALIDADE DO PROJETO: Doutorado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Airlane Pereira Alencar

Cássio Henrique Figueiredo

Júlia Selvatici Trazzi

Orlando Yesid Esparza Albarracin

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO: FIGUEIREDO, C. H.; TRAZZI, J.S.; ALENCAR, A. P.; ALBARRACIN, O. Y. E. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Avaliação da geração de energia elétrica no Brasil em função da disponibilidade conjunta de recursos hídricos e eólicos”**. São Paulo, IME-USP, 2019. (RAE–CEA-19P11)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **InfoVento 08**. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/dados-abeeolica/>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2019.

GRIMM, A.M. (2009). Variabilidade Interanual do Clima no Brasil. **Tempo e Clima no Brasil**, **22**, 353-374.

GIEBEL, G. (2000). **Equalizing Effects of the Wind Energy Production in Northern Europe Determined from Reanalysis Data**, 20p.

DEAN, R.T.; DUNSMUIR, W.T.M. (2016). Dangers and uses of cross-correlation in analyzing time series in perception, performance, movement, and neuroscience: The importance of constructing transfer function autoregressive models. **Behavior Research Methods**, **48**, 783–802.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. (2007). **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 6th ed., New Jersey: Prentice Hall.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. (2006). **Análise de Séries Temporais**. 2.ed. Editora Blücher, SP.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

Google Docs

R (R Core Team, 2019)

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Regressão de senos e cossenos (07:990)

Séries temporais (11:010)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Outros (14:990)

Resumo

Seguindo uma tendência mundial de adoção de fontes renováveis de energia, o uso de recursos eólicos no Brasil atravessa um momento de expansão em participação na matriz elétrica (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2018). Entretanto, o aumento da exploração de diferentes fontes energéticas relacionadas ao tempo e clima traz consigo a complexidade inerente à operação e ao planejamento do sistema elétrico, pois recursos como os hídricos e eólicos possuem variabilidade natural. O estudo analisado neste relatório tem como objetivo avaliar as relações entre velocidade dos ventos da região nordeste do Brasil com as vazões de água das hidrelétricas e diferentes modos de variabilidade. Com este intuito, foram construídos modelos de regressão incluindo como variáveis senos e cossenos e também incluindo vazões e modos de variabilidade para a predição. Também foram ajustados modelos incluindo somente vazão e modos de variabilidade para verificar quanto da variabilidade desses modelos é explicada pelas variáveis explicativas. Ambos os modelos foram ajustados também com erros autoregressivos e médias móveis (ARMA) para controlar a autocorrelação dos erros. Concluiu-se que, de modo geral, os ventos relacionam-se com os modos de variabilidade e, de forma complementar, com as vazões das usinas hidrelétricas, ou seja, quanto menor a vazão, maior a velocidade média dos ventos.

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Objetivo.....	8
3. Descrição do estudo.....	9
4. Descrição das variáveis.....	9
5. Análise estatística.....	11
6. Conclusões.....	15
APÊNDICE A - Tabelas.....	17
APÊNDICE B - Figuras.....	35

1. Introdução

Seguindo uma tendência mundial de adoção de fontes renováveis de energia, o aproveitamento de recursos eólicos no Brasil atravessa um momento de expansão em participação na matriz elétrica (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2018). Entretanto, o aumento da exploração de diferentes fontes energéticas relacionadas ao tempo e clima traz consigo a complexidade inerente à operação e ao planejamento do sistema elétrico, pois recursos como os hídricos e eólicos possuem variabilidade natural. Os recursos hídricos e os fatores que os influenciam são bem conhecidos na literatura. Ao longo dos últimos 10 anos a matriz elétrica advinda de recursos eólicos tem crescido de tal forma que, hoje, é responsável por cerca de 8% da geração de energia do Brasil (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2018), porém esse desenvolvimento vem com a necessidade de entender o que pode influenciar nas velocidades dos ventos bem como a possibilidade de predizê-los, para que se tenha melhor ideia do comportamento futuro.

Neste trabalho, buscou-se relacionar os ventos com as vazões de água em seis hidrelétricas localizadas em três regiões do Brasil, sul, centro-oeste e nordeste, e com a ocorrência de cinco fenômenos atmosféricos de baixa frequência: Modo Meridional do Atlântico, Oscilação Decadal do Pacífico, El Niño, Oscilação Multidecadal do Atlântico e o Modo Anular Sul. A importância de se medir a associação entre esses modos de variabilidade e as velocidades dos ventos se deve à possibilidade de que esses fenômenos atuem como moduladores do clima brasileiro e, portanto, podem influenciar na geração de energia (Grimm, 2009).

2. Objetivos

O foco desta pesquisa é contribuir com o desenvolvimento e planejamento da expansão de longo prazo do sistema elétrico brasileiro. Para tanto, informações a respeito da disponibilidade de recursos energéticos podem auxiliar a compor a matriz elétrica.

Deste modo, os objetivos da pesquisa são:

- Estudar a sazonalidade das séries de velocidades de vento;
- Analisar a relação entre modos de variabilidade climática e velocidade do vento;
- Analisar a relação entre vazão de água em hidrelétricas e velocidade do vento.
- Ajustar modelos para a velocidade do vento em função das variáveis explicativas, senos e cossenos e também vazão das usinas e modos de variabilidade, incluindo também componentes autoregressivos e médias móveis (ARMA).

3. Descrição do estudo

Serão analisadas séries temporais cujas observações são velocidades de vento (em m/s), séries de vazão de água (m^3/s) em hidrelétricas e dados referentes a fenômenos naturais (em $^{\circ}\text{C}$ e hPa).

Os dados eólicos foram extraídos da base do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), que conta com mais de 100 anos de dados de reanálise (Giebel, 2000). Diferentemente das observações, dados de reanálise são sustentados por previsões, tendo, então, uma incerteza embutida. Para minimizar essa incerteza, utilizamos medições diretas datadas a partir de 1980, pois nesse período teve início a instrumentação via satélite.

Além disso, analisamos a variabilidade da temperatura em relação à média para os seguintes fenômenos climáticos: Modo Meridional do Atlântico, Oscilação Decadal do Pacífico, El Niño, Oscilação Multidecadal do Atlântico e o Modo Anular Sul. Essa medida é tomada a cada mês em termos de desvios padrões. O modo El Niño também foi avaliado em $^{\circ}\text{C}$ ao nível do mar.

Foram analisadas dez de um total de 72 séries de velocidade de vento da região nordeste do Brasil. Dentre elas, cinco foram apontadas pelo pesquisador; as demais, escolhidas via análise de agrupamentos pelo método do vizinho mais próximo (Johnson e Wichern, 2007).

4. Descrição das variáveis

- Velocidade média mensal de vento (m/s): avaliada em 72 séries (Figura 1);

Modos de variabilidade climática:

- Avaliados em termos da variação em desvios padrões da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) em relação à média:
 - AMM - Modo Meridional do Atlântico;
 - PDO - Oscilação Decadal do Pacífico;
 - NINO VAR - El Niño;

- AMO - Oscilação Multidecadal do Atlântico
 - Avaliados em termos da variação em desvios padrões da pressão (hPa) em relação à média:
- SAM - Modo Anular Sul.
 - Avaliados em termos da temperatura em graus Celcius ao nível do mar:
- NINO TEMP - El Niño.
- Vazão de água (m³/s): avaliada nas seguintes hidrelétricas
 - Sul/Sudeste:
 - Itaipú;
 - Marimbondo;
 - Manso.
 - Nordeste:
 - Xingó;
 - Sobradinho;
 - Boa Esperança.



Figura 1. Mapa com localização das 72 séries de velocidade do vento

5. Análise estatística

Inicialmente, as 72 séries de velocidade de vento foram agrupadas por meio do método do vizinho mais próximo, em cinco *clusters* homogêneos quanto ao comportamento dos ventos (Figura B.1).

Uma vez elaborados os grupos, foram escolhidas as séries com menor distância média em relação às demais. Uma exceção é o grupo azul, que continha apenas três elementos, sendo que dois já haviam sido apontados pelo pesquisador. Então, a opção foi realocar uma série para o grupo laranja, resultando nas seguintes séries selecionadas: V15, V26, V33, V39, V46, V48, V50, V52, V56 e V58 (Figura B.2).

Para entender o padrão das séries, escolhemos uma representante de cada grupo (V26, V33, V39, V46 e V52) e construímos um *box plot* para a velocidade do vento como mostra a Figura 2. A série V26 do grupo vermelho é a que possui menor variabilidade e velocidade mediana, ao passo que a série V46 do grupo roxo detém a maior intensidade de vento entre as séries em questão. Nas Figuras B.3 a B.7, observamos o comportamento mensal dessas séries e, para cada mês, o comportamento inter anual. Com exceção da série V52, todas apresentam maior velocidade de vento mediano nos meses de junho a novembro. A série V52 apresenta maior velocidade de dezembro a fevereiro.

Além das velocidades de vento, foram analisadas séries de vazão de água nas seis hidrelétricas citadas na seção anterior. De acordo com as Figuras B.8 a B.13, verificamos que as séries de vazão possuem maior variabilidade e maior medianas nos três primeiros meses do ano.

Para os modos climáticos, constatamos que as séries não apresentam grande variabilidade num mesmo ano, mas há um padrão sazonal ao longo do tempo, Figuras B.14 a B.19.

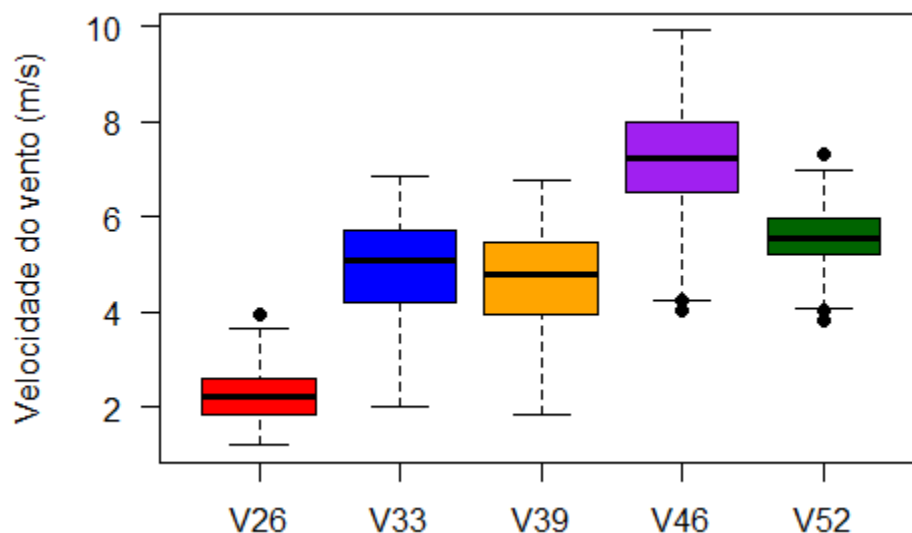


Figura 2. *Box plots* de cada grupo das séries de velocidade de vento

O primeiro interesse está em investigar a existência de tendência e sazonalidade nas séries de velocidade de vento, vazão de água e modos de variabilidade. Para verificar a existência de tendência, foi aplicado o teste de Cox-Stuart (Morettin e Toloi, 2006), fixando o nível de significância em 5%. Dentre as séries de vento (Tabelas A.1 a A.3), somente a V52 apresentou tendência significativa ($p=0,042$). Dentre as vazões, Marimondo, Itaipu e Sobradinho apresentaram tendências significativas, Todas as séries dos modos de variabilidade apresentaram tendência significativa com exceção da El-Niño-temperatura.

Depois, foram ajustados modelos de regressão tendo como variável resposta cada série de modo de variabilidade, de vento e vazão em função das variáveis explicativas cosseno e seno com período de 12 meses e 6 meses. Para os modos de variabilidade, é necessário incluir períodos maiores que um ano. Esses modelos servem para avaliarmos quanto da variabilidade dos dados deve-se somente à sazonalidade (Tabelas A.4 a A.25). A maioria dos modelos explica mais que 67% da variabilidade das velocidades de ventos e mais que 50% das séries de vazões, o que indica como é relevante a componente sazonal. Isso indica que não é recomendável só estudar, por exemplo, a correlação entre as velocidades de ventos e séries de vazão, pois serão correlacionadas porque ambas

apresentam sazonalidade e teremos correlação espúria. Os resíduos dos modelos de regressão ajustados foram analisados para verificar se a sazonalidade foi eliminada.

Depois, estudamos a relação entre o vento e a vazão como explicativa, controlando o efeito sazonal com a inclusão dos senos e cossenos com efeitos significativos (Tabelas A.26 a A.35). Em seguida, apresentamos modelos ajustados pela a vazão e pelos modos de variabilidade, com o objetivo de avaliar a contribuição na explicação das séries de ventos (Tabelas A.37 a A.46).

Para verificar os períodos de sazonalidade e identificar a componente sazonal, usamos um periodograma e a função de autocorrelação amostral (Morettin e Toloj, 2006). Os gráficos das Figuras B.20 a B.23 exibem um padrão sazonal característico para as séries de vazão e de velocidade de vento. Entretanto, não é possível visualizar esse padrão para os modos de variabilidade, pois os principais períodos são maiores que 24 meses.

Para avaliar as relações entre diferentes séries foi calculado o coeficiente de correlação cruzada (CCF=Cross Correlation Function) (Morettin e Toloj, 2006). O CCF é a técnica mais adequada para avaliar as correlações entre séries temporais (Dean e Dunsmuir, 2016), pois calcula-se as correlações entre duas séries em diferentes defasagens, medindo as correlações entre x_t e x_{t+h} . Como pode ser observado nas Figura B.24 (CCF série Itaipu x modos) à Figura B.29 (CCF série Xingó x modos), as correlações entre as vazões de água e os modos de variabilidade defasados são bem baixos, tirando-se os efeitos da sazonalidade. Esses valores de CCF foram calculados para os resíduos dos modelos de regressão tirando-se os efeitos sazonais. Todas as correlações cruzadas são em geral menores que 15%. Por exemplo na Figura B.24 a série Itaipu apresenta correlação quase nula com a série AMM no mesmo instante, e observamos correlação negativa entre a vazão no instante t e AMM no instante $t-10$, ou seja, 10 meses antes. Na Figura B.30 (CCF série V15 x vazão) à Figura B.39 (CCF série V58 x vazão), pode-se observar que as correlações entre os ventos e as vazões tirando-se o efeito sazonal são em módulo bem pequenas e não significativas, pois quase todas pertencem ao intervalo em torno do zero. Isso ocorre com exceção da usina de Esperança, que apresenta maiores correlações com os ventos na defasagem zero. As

Figuras B.40 a Figura B.49 apresentam os valores CCF entre as séries de vento e modos de variabilidade.

Nos passos anteriores analisou-se os comportamentos das velocidades dos ventos utilizando o modelo de senos e cossenos, modos de variabilidade e vazão. Agora também vamos considerar modelos para as velocidades dos ventos tendo como variáveis explicativas :

- Modelo 1. Somente Modos de variabilidade,
- Modelo 2. Somente Vazão e
- Modelo 3. Tanto Vazão, quanto modo de variabilidade.

A Tabela A.36 apresenta os valores do coeficiente de explicação R^2 para cada série de vento para os 3 tipos de modelos. Os modelos somente com modos de variabilidade apresentam baixa explicação com relação aos modelos só com vazão em todas as localidades. Nesses modelos não foi incluído seno e cosseno justamente para observar a complementaridade entre vazão e vento, sendo que em geral a sazonalidade ocorre de modo que muitos meses com menor vazão apresenta maior velocidade do vento. Essa análise foi apresentada nas Figuras B.50 (Valores em verde correspondem ao R^2 maior que 35% para o Modelo 1) e Figura B.51 (Valores em verde correspondem ao R^2 maior que 35% para o Modelo 2). Os pontos em verde correspondem aos modelos que explicam aceitavelmente a variabilidade dos dados, aqui definido como “aceitável” todos os modelos que apresentaram R^2 ajustado maior que 35%. Podemos ver que na região costeira do nordeste do Brasil a variabilidade da velocidade dos ventos é melhor explicada pelos modos de variabilidade, e, de forma geral, as vazões explicam as regiões fora da faixa costeira. Vale ressaltar que, em quase todos os modelos, o modo El Niño entra como variável explicativa o que sugere influência nos ventos da região. A depender da localização da série de vento, os demais modos de variabilidade entram no modelo como variável explicativa.

Nas Figuras B.52 a B.61 (Modelo 3), podemos observar o bom ajuste do modelo 3 para todas as séries de vento.

É preciso analisar o comportamento dos resíduos de todos os modelos ajustados, incluindo modelos ARMA para os erros do modelo sempre que houver autocorrelação residual significativa (Morettin e Toloi, 2006).

Os modelos ARMA são apresentados nas Figura B.62 (ARIMA Itaipu) à Figura B.93 (ARIMA V58, com vazão como explicativa). Verificou-se que modelos do tipo $ARMA(p,q)$ são adequados modelar as autocorrelações dos resíduos. Depois do ajuste do modelo ARMA, verificamos que as autocorrelações dos resíduos são não significativas utilizando-se o teste de Ljung-Box. Além disso, os resíduos têm distribuição normal, sendo que em alguns casos há um pequeno desvio de normalidade, caudas mais pesadas que a normal, mas vemos que a maioria dos pontos estão dentro da banda de confiança e sobre a reta, bem como na Função de autocorrelação (ACF) é possível ver que as autocorrelações são nulas em diferentes defasagens.

Para verificação de homocedasticidade dos erros, podemos observar no gráfico de resíduos em função da velocidade ajustada ($\hat{y}$) que, Figura B.94 (Análise de resíduos V15, modelo 3) à Figura B.103, que de forma geral os resíduos estão dispersos de forma aleatória, não apresentando um padrão de comportamento, o que sugere variância constante.

Como isso pode-se inferir os resultados obtidos para a população de interesse.

6. Conclusões

Conclui-se que os ventos relacionam-se com os modos de variabilidade, diferentemente de depender da localização, destaca-se que o modo Nino apresenta maior relação com os ventos. Além disso a relação entre os ventos e as vazões, além de serem negativas em geral, sugerem complementariedade, sendo assim quando há maior vazão de água as velocidades dos ventos são menores.

Por fim o modelo 3, em que as vazões de água e os modos de variabilidade são variáveis explicativas, apresenta bom ajuste, R^2 superior a 50%, e é um bom preditor para as velocidades dos ventos. Devem ser incluídos termos autoregressivos e médias móveis pois assim a autocorrelação dos erros do modelo são adequadamente modelados e as suposições do modelo são válidas, tornando válido os erros padrões dos estimadores considerados.

APÊNDICE A

Tabelas

Tabela A.1 Teste Cox-Stuart para a existência de tendência para as séries de velocidade do vento

Série	Hipótese	valor-p
V15	Alta	0,473
V26	Alta	0,315
V33	Alta	0,315
V39	Alta	0,267
V46	Alta	0,074
V48	Alta	0,267
V50	Alta	0,120
V52	Alta	0,042
V56	Alta	0,120
V58	Alta	0,267

Tabela A.2 Teste Cox-Stuart para a existência de tendência para os modos de variabilidade

Série	Hipótese	valor-p
AMM	Alta	< 0,001
AMO	Alta	< 0,001
SAM	Alta	0,005
PDO	Baixa	< 0,001
EI NINO variação	Baixa	0,023
EI NINO temperatura	Baixa	0,056

Tabela A.3 Teste Cox-Stuart para a existência de tendência vazão da água

Série	Hipótese	valor-p
Marimbondo	Baixa	0,005
Itaipu	Baixa	0,074
Manso	Baixa	0,134
Sobradinho	Baixa	0,042
Boa esperança	Baixa	0,120
Xingó	Baixa	0,031

Tabela A.4 Modelo de regressão ajustado para a série SAM

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		0,212 (0,082)	0,01
cos	18	-0,390 (0,116)	0,001
sin	25	-0,340 (0,116)	0,003
sin	432	-0,267 (0,114)	0,02
sin	62	-0,275 (0,116)	0,018
R2 / R2 ajust		0,067 / 0,058	

Tabela A.5 Modelo de regressão ajustado para a série AMM

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		0,277 (0,096)	0,004
sin	432	-1,735 (0,133)	<0,001
sin	86	0,710 (0,134)	<0,001
cos	86	-0,778 (0,137)	<0,001
sin	12	-0,661 (0,135)	<0,001
cos	12	0,647 (0,135)	<0,001
sin	36	0,907 (0,136)	<0,001
sin	27	-0,679 (0,136)	<0,001
cos	27	-0,449 (0,135)	0,001
cos	108	0,770 (0,137)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,490 / 0,479	

Tabela A.6 Modelo de regressão ajustado para a série AMO

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		-0,039 (0,022)	0,08
Tempo		0,0003 (0,0001)	0,005
cos	12	-0,055 (0,009)	<0,001
sin	12	-0,045 (0,009)	<0,001
cos	432	-0,020 (0,009)	0,029
sin	432	-0,144 (0,016)	<0,001
cos	108	0,054 (0,010)	<0,001
sin	108	-0,073 (0,016)	<0,001
cos	120	0,069 (0,016)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,596 / 0,588	

Tabela A.7 Modelo de regressão ajustado para a série Nino var.

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		-0,0003 (0,0001)	0,028
cos	62	-0,424 (0,041)	<0,001
cos	43	0,316 (0,041)	<0,001
sin	43	0,140 (0,040)	0,001
sin	29	0,411 (0,041)	<0,001
cos	48	-0,214 (0,041)	<0,001
sin	48	-0,266 (0,040)	<0,001
cos	144	0,227 (0,041)	<0,001
sin	144	0,195 (0,040)	<0,001
cos	18	0,321 (0,040)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,544 / 0,533	

Tabela A.8 Modelo de regressão ajustado para a série Nino temp.

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		27,157 (0,058)	<0.001
tempo		-0,0006 (0,0002)	0,020
cos	12	-0,560 (0,040)	<0.001
sin	12	0,233 (0,040)	<0.001
cos	62	-0,420 (0,040)	<0.001
sin	62	0,097 (0,040)	0,015
cos	43	0,318 (0,040)	<0.001
sin	43	0,128 (0,040)	0,010
cos	48	-0,213 (0,040)	<0.001
sin	48	-0,276 (0,040)	<0.001
cos	18	0,318 (0,040)	<0.001
sin	6	-0,248 (0,040)	<0.001
cos	6	0,073 (0,040)	0,067
sin	30	0,110 (0,040)	0,006
cos	30	0,415 (0,040)	<0.001
cos	144	0,240 (0,040)	<0.001
sin	144	0,178 (0,041)	<0.001
R2 / R2 ajust.		0.666 / 0.653	

Tabela A.9 Modelo de regressão ajustado para a série PDO

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		0,246 (0,0356)	<0,001
sin	432	0,536 (0,050)	<0,001
sin	108	-0,446 (0,050)	<0,001
cos	54	0,207 (0,051)	<0,001
sin	54	-0,396 (0,051)	<0,001
cos	144	0,162 (0,052)	0,002
sin	144	0,369 (0,050)	<0,001
cos	216	0,126 (0,052)	0,015
sin	216	0,346 (0,050)	<0,001
cos	12	-0,230 (0,051)	<0,001
sin	12	0,244 (0,051)	<0,001
sin	39	0,275 (0,051)	<0,001
cos	29	-0,314 (0,051)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,551 / 0,538	

Tabela A.10 Modelo de regressão ajustado para a série V15

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		1,963 (0,011)	<0,001
sin	6	0,152 (0,015)	<0,001
cos	6	-0,096 (0,015)	<0,001
cos	12	-0,154 (0,015)	<0,001
sin	12	-0,700 (0,015)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,850 / 0,849	

Tabela A.11 Modelo de regressão ajustado para a série V26

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		2,060 (0,013)	<0,001
cos	6	-0,151 (0,018)	<0,001
sin	6	0,048 (0,018)	0,009
cos	12	-0,074 (0,018)	<0,001
sin	12	-0,531 (0,018)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,689 / 0,686	

Tabela A.12 Modelo de regressão ajustado para a série V33

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor- p
intercepto		4,637 (0,030)	<0,001
sin	6	0,108 (0,042)	0,012
cos	12	-0,455 (0,042)	<0,001
sin	12	-1,282 (0,042)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,713 / 0,711	

Tabela A.13 Modelo de regressão ajustado para a série V39

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor- p
intercepto		4,688 (0,022)	<0,001
cos	6	0,086 (0,031)	0,005
cos	12	0,535 (0,031)	<0,001
sin	12	-0,928 (0,031)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,749 / 0,747	

Tabela A.14 Modelo de regressão ajustado para a série V46

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor- p
intercepto		7,194 (0,024)	<0,001
sin	6	0,100 (0,034)	0,003
cos	6	-0,085 (0,034)	0,013
cos	12	-0,089 (0,034)	0,009
sin	12	-0,906 (0,034)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,641 / 0,638	

Tabela A.15 Modelo de regressão ajustado para a série V48

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		5,348 (0,020)	<0,001
cos	6	0,048 (0,029)	0,096
cos	12	0,324 (0,029)	<0,001
sin	12	-0,940 (0,029)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,742 / 0,740	

Tabela A.16 Modelo de regressão ajustado para a série V50

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		4,136 (0,017)	<0,001
cos	12	0,367 (0,024)	<0,001
sin	12	-0,770 (0,024)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,753 / 0,752	

Tabela A.17 Modelo de regressão ajustado para a série V52

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		5,390 (0,033)	<0,001
Tempo		0,0007 (0,0001)	<0,001
sin	6	0,087 (0,023)	<0,001
cos	6	0,099 (0,023)	<0,001
cos	12	0,629 (0,023)	<0,001
sin	12	-0,162 (0,023)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,676 / 0,672	

Tabela A.18 Modelo de regressão ajustado para a série V56

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		7,173 (0,025)	<0,001
sin	12	-1,137 (0,036)	<0,001
R2 / R2 adjusted		0,708 / 0,707	

Tabela A.19 Modelo de regressão ajustado para a série V58

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		4,303 (0,017)	<0,001
sin	6	0,072 (0,025)	0,003
cos	12	0,236 (0,025)	<0,001
sin	12	-0,833 (0,025)	<0,001
R2 / R2 ajust		0,751 / 0,749	

Tabela A.20 Modelo de regressão ajustado para a série Itaipu

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		13,015 (0,338)	<0,001
Tempo		-0,004 (0,001)	0,002
cos	12	1,602 (0,239)	<0,001
sin	12	4,532 (0,239)	<0,001
sin	6	1,179 (0,239)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,516 / 0,512	

Tabela A.21 Modelo de regressão ajustado para a série Marimbondo

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		2,394 (0,073)	<0,001
Tempo		-0,002 (0,0003)	<0,001
cos	12	0,566 (0,052)	<0,001
sin	12	1,130 (0,052)	<0,001
sin	6	0,411 (0,052)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,633 / 0,629	

Tabela A.22 Modelo de regressão ajustado para a série Manso

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		0,182 (0,003)	<0,001
cos	12	0,082 (0,005)	<0,001
cos	6	-0,020 (0,005)	<0,001
sin	12	0,131 (0,005)	<0,001
sin	6	0,049 (0,005)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,744 / 0,742	

Tabela A.23 Modelo de regressão ajustado para a série Sobradinho

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		3,270 (0,115)	<0,001
Tempo		-0,004 (0,001)	<0,001
cos	12	0,877 (0,081)	<0,001
cos	6	-0,187 (0,081)	0,021
sin	12	1,735 (0,081)	<0,001
sin	6	0,468 (0,081)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,626 / 0,621	

Tabela A.24 Modelo de regressão ajustado para a série Boa Esperança

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		0,451 (0,008)	<0,001
cos	12	0,074 (0,012)	<0,001
cos	6	-0,040 (0,012)	0,001
sin	12	0,239 (0,012)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,535 / 0,532	

Tabela A.25 Modelo de regressão ajustado para a série Xingó

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		3,512 (0,120)	<0,001
Tempo		-0,005 (0,001)	<0,001
cos	12	0,798 (0,085)	<0,001
cos	6	-0,256 (0,085)	0,003
sin	12	1,852 (0,085)	<0,001
sin	6	0,418 (0,085)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,626 / 0,622	

Tabela A.26 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V15, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		2,065 (0,049)	<0,001
itaipu		-0,008 (0,003)	0,025
xingo		0,028 (0,010)	0,004
Boa esperanca		-0,186 (0,073)	0,011
sin	12	-0,674 (0,026)	<0,001
cos	12	-0,151 (0,017)	<0,001
sin	6	0,152 (0,016)	<0,001
cos	6	-0,098 (0,015)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,854 / 0,852	

Tabela A.27 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V26, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
marimbondo		-0,060 (0,019)	0,001
xingo		0,130 (0,055)	0,020
sobradinho		-0,128 (0,058)	0,029
Boa esperanca		-0,304 (0,084)	<0,001
sin	6	0,084 (0,019)	<0,001
sin	12	-0,407 (0,028)	<0,001
cos	6	-0,156 (0,018)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,710 / 0,705	

Tabela A.28 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V33, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		5,418 (0,095)	<0,001
marimbondo		-0,150 (0,040)	<0,001
xingo		0,123 (0,026)	<0,001
Boa esperanca		-1,778 (0,178)	<0,001
sin	6	0,146 (0,04)	<0,001
sin	12	-0,916 (0,063)	<0,001
cos	12	-0,337 (0,043)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,773 / 0,770	

Tabela A.29 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V39, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		5,106 (0,082)	<0,001
itaipu		0,018 (0,006)	0,002
xingo		-0,238 (0,083)	0,004
sobradinho		0,269 (0,086)	0,002
manso		-0,647 (0,264)	0,015
Boa esperanca		-1,269 (0,129)	<0,001
sin	12	-0,651 (0,047)	<0,001
cos	12	0,606 (0,034)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,823 / 0,820	

Tabela A.30 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V46, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		7,164 (0,115)	<0,001
itaipu		0,023 (0,006)	<0,001
Boa esperanca		-0,815 (0,134)	<0,001
sin	6	0,087 (0,033)	0,008
sin	12	-0,813 (0,052)	<0,001
cos	6	-0,110 (0,032)	0,001
time		0,001 (0,0002)	0,003
R2 / R2 ajust.		0,687 / 0,683	

Tabela A.31 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V48, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		5,533 (0,056)	<0,001
xingo		-0,483 (0,085)	<0,001
sobradinho		0,493 (0,091)	<0,001
manso		-0,859 (0,266)	0,001
sin	12	-0,789 (0,047)	<0,001
cos	12	0,347 (0,036)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,763 / 0,761	

Tabela A.32 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V50, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		4,607 (0,041)	<0,001
xingo		-0,151 (0,061)	0,013
sobradinho		0,195 (0,063)	0,002
Boa esperanca		-1,248 (0,092)	<0,001
sin	12	-0,532 (0,030)	<0,001
cos	12	0,408 (0,023)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,841 / 0,839	

Tabela A.33 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V52, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		5,696 (0,050)	<0,001
xingo		-0,279 (0,075)	<0,001
sobradinho		0,269 (0,077)	0,001
Boa esperanca		-0,389 (0,096)	<0,001
sin	6	0,083 (0,023)	<0,001
cos	6	0,063 (0,023)	0,006
cos	12	0,644 (0,026)	<0,001
time		0,0004 (0,0001)	0,006
R2 / R2 ajust.		0,695 / 0,690	

Tabela A.34 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V56, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		7,580 (0,065)	<0,001
xingo		-0,211 (0,097)	0,030
sobradinho		0,289 (0,099)	0,004
Boa esperanca		-1,270 (0,153)	<0,001
sin	12	-0,944 (0,048)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,757 / 0,755	

Tabela A.35 Modelo de regressão ajustado para a série Vento V58, incluindo vazão como explicativa

Termo	Período	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto		4,770 (0,071)	<0,001
itaipu		-0,011 (0,005)	0,029
xingo		-0,175 (0,070)	0,012
sobradinho		0,231 (0,074)	0,002
Boa esperanca		-1,007 (0,105)	<0,001
sin	6	0,066 (0,023)	0,005
sin	12	-0,620 (0,037)	<0,001
cos	12	0,264 (0,026)	<0,001
R2 / R2 ajust.		0,807 / 0,803	

Tabela A.36 R² do modelo de regressão ajustados para a velocidade do vento.

R²	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
V15	0.133	0.515	0.604
V26	0.134	0.453	0.562
V33	0.064	0.644	0.663
V39	0.472	0.373	0.761
V46	0.143	0.473	0.560
V48	0.382	0.525	0.774
V50	0.465	0.512	0.811
V52	0.585	0.267	0.611
V56	0.190	0.566	0.670
V58	0.391	0.5323	0.771

Tabela A.37 Regressão múltipla ajustado para V15

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	14,014 (1,158)	<0.001
itaipu	-0,023 (0,006)	<0.001
manso	-1,454 (0,232)	<0.001
esperanca	-0,65 (0,121)	<0.001
sobradinho	-0,178 (0,083)	0,034
xingo	0,166 (0,080)	0,037
Nino var.	0,416 (0,048)	<0.001
Nino temp.	-0,414 (0,043)	<0.001
R2 / R2 ajust.	0.608 / 0.601	

Tabela A.38 Regressão múltipla ajustado para V26

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	13,166 (1,02)	<0.001
manso	-0,866 (0,200)	<0.001
esperanca	-0,495 (0,105)	<0.001
marimbondo	-0,095 (0,023)	<0.001
sobradinho	-0,273 (0,076)	<0.001
xingo	0,258 (0,072)	<0.001
Nino var.	0,361 (0,043)	<0.001
Nino temp.	-0,389 (0,038)	<0.001
AMO	0,188 (0,081)	0,021
R2 / R2 ajust.	0.571 / 0.562	

Tabela A.39 Regressão múltipla ajustado para V33

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	16,109 (2,012)	<0.001
manso	-2,584 (0,417)	<0.001
esperanca	-2,344 (0,218)	<0.001
marimbondo	-0,224 (0,048)	<0.001
xingo	0,084 (0,031)	0,006
Nino var.	0,316 (0,085)	<0.001
Nino temp.	-0,359 (0,074)	<0.001
R2 / R2 ajust.	0.667 / 0.662	

Tabela A.40 Regressão múltipla ajustado para V39

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	38,539 (1,372)	<0.001
manso	-1,662 (0,249)	<0.001
esperanca	-1,331 (0,143)	<0.001
sobradinho	0,260 (0,100)	0,010
xingo	-0,247 (0,096)	0,010
Nino var.	1,295 (0,057)	<0.001
Nino temp.	-1,218 (0,051)	<0.001
R2 / R2 ajust.	0.764 / 0.761	

Tabela A.41 Regressão múltipla ajustado para V46

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	23,87 (1,641)	<0.001
manso	-2,06 (0,283)	<0.001
esperanca	-1,306 (0,157)	<0.001
Nino var.	0,603 (0,069)	<0.001
Nino temp.	-0,581 (0,061)	<0.001
amo	0,266 (0,135)	0,048
R2 / R2 ajust.	0.566 / 0.560	

Tabela A.42 Regressão múltipla ajustado para V48

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	33,521 (1,239)	<0.001
manso	-1,932 (0,225)	<0.001
esperanca	-1,384 (0,129)	<0.001
sobradinho	0,250 (0,090)	0,006
xingo	-0,236 (0,086)	0,006
Nino var.	1,041 (0,052)	<0.001
Nino temp.	-1,005 (0,046)	<0.001
R2 / R2 ajust.	0.778 / 0.774	

Tabela A.43 Regressão múltipla ajustado para V50

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	30,549 (0,967)	<0.001
manso	-1,170 (0,192)	<0.001
esperanca	-1,279 (0,101)	<0.001
marimbondo	-0,050 (0,022)	0,027
sobradinho	0,196 (0,072)	0,007
xingo	-0,161 (0,067)	0,017
Nino var.	0,946 (0,040)	<0.001
Nino temp.	-0,946 (0,036)	<0.001
R2 / R2 ajust.	0.814 / 0.811	

Tabela A.44 Regressão múltipla ajustado para V52

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	27,802 (1,160)	<0.001
manso	0,464 (0,191)	0,016
sobradinho	0,399 (0,084)	<0.001
xingo	-0,399 (0,079)	<0.001
pdo	-0,043 (0,019)	0,020
Nino var.	0,830 (0,048)	<0.001
Nino temp.	-0,824 (0,043)	<0.001
sam	0,033 (0,010)	0,002
R2 / R2 ajust.	0.617 / 0.611	

Tabela A.45 Regressão múltipla ajustado para V56

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	30,118 (1,672)	<0.001
manso	-2,709 (0,288)	<0.001
esperanca	-1,586 (0,160)	<0.001
Nino var.	0,824 (0,070)	<0.001
Nino temp.	-0,804 (0,062)	<0.001
AMO	0,397 (0,137)	0,004
R2 / R2 ajust.	0.674 / 0.670	

Tabela A.46 Regressão múltipla ajustado para V58

Termo	Estimativa (EP)	valor-p
intercepto	29,813 (1,037)	<0.001
manso	-1,513 (0,214)	<0.001
esperanca	-1,143 (0,111)	<0.001
marimbondo	-0,072 (0,025)	0,004
sobradinho	0,036 (0,017)	0,035
Nino var.	0,901 (0,044)	<0.001
Nino temp.	-0,912 (0,038)	<0.001
AMO	0,372 (0,086)	<0.001
R2 / R2 ajust.	0.775 / 0.771	

APÊNDICE B

Figuras



Figura B.1 Agrupamento séries de vento

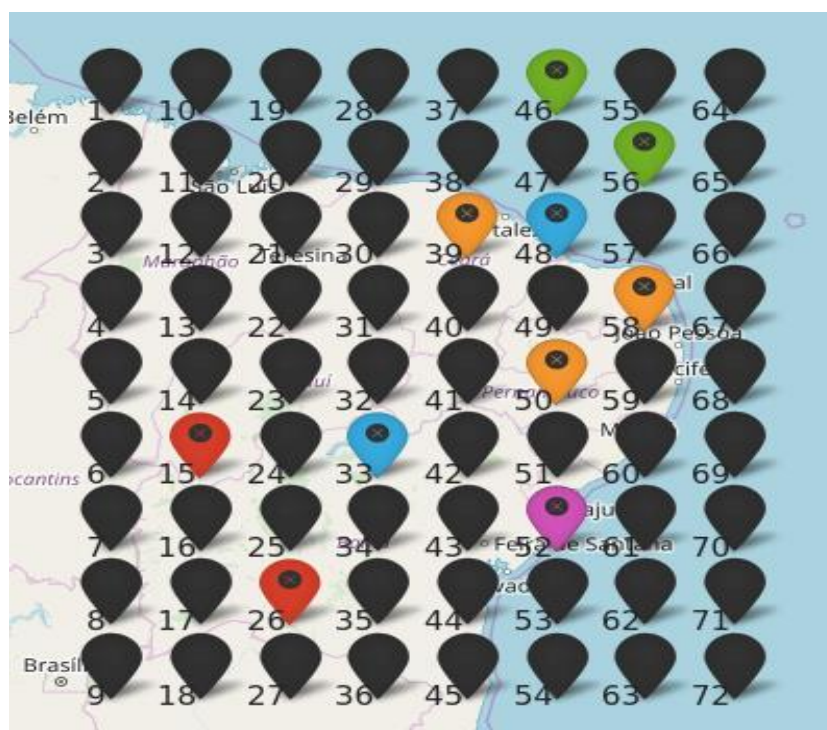


Figura B.2 Séries de velocidade de vento analisadas

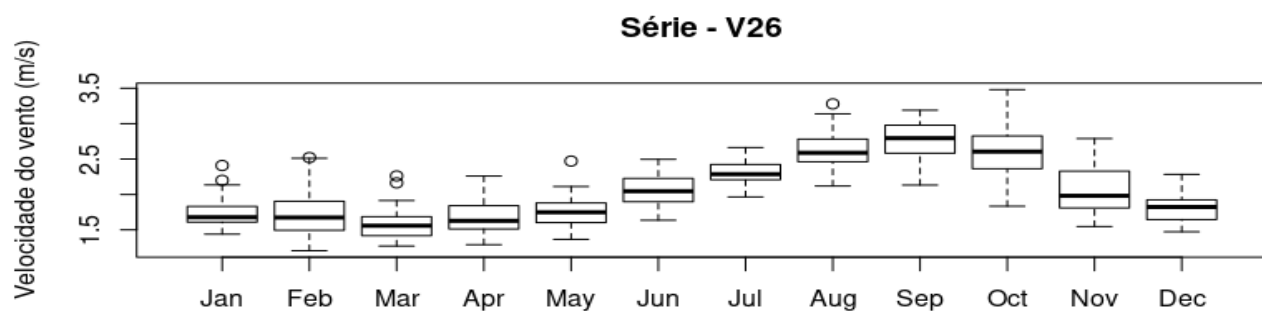
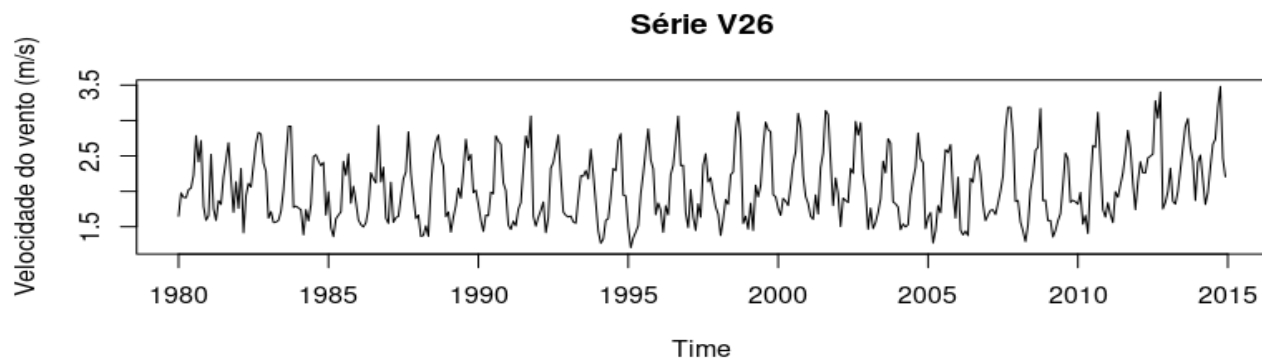


Figura B.3 Série de vento V26

Figura B.4 Série de vento V33

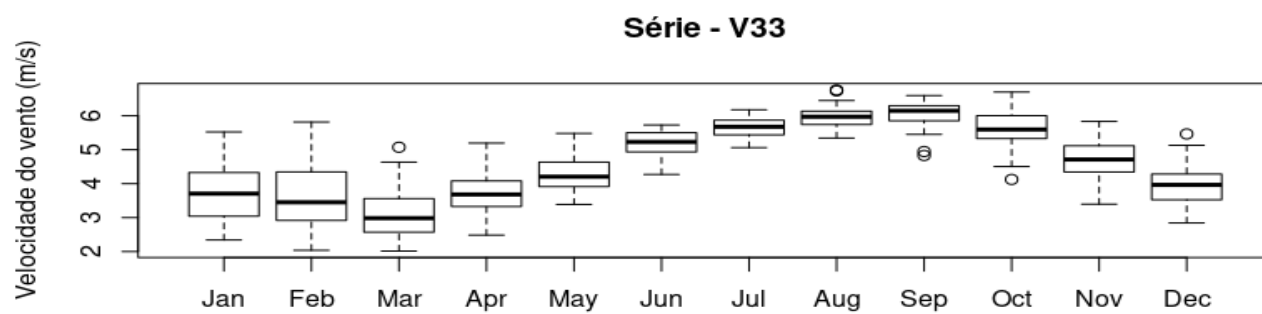
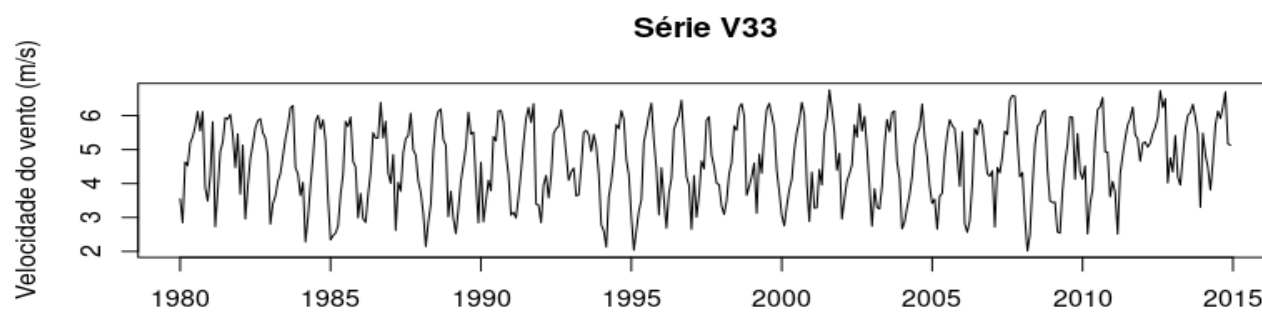


Figura B.5 Série de vento V39

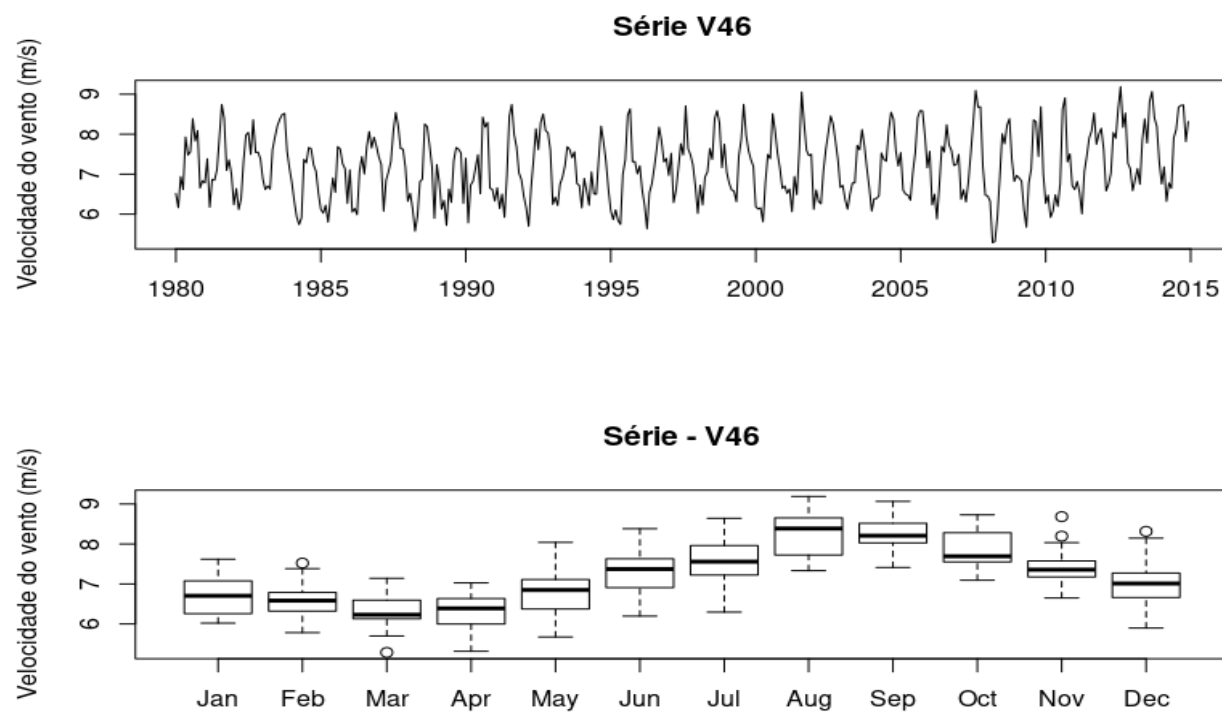


Figura B.6 Série de vento V46

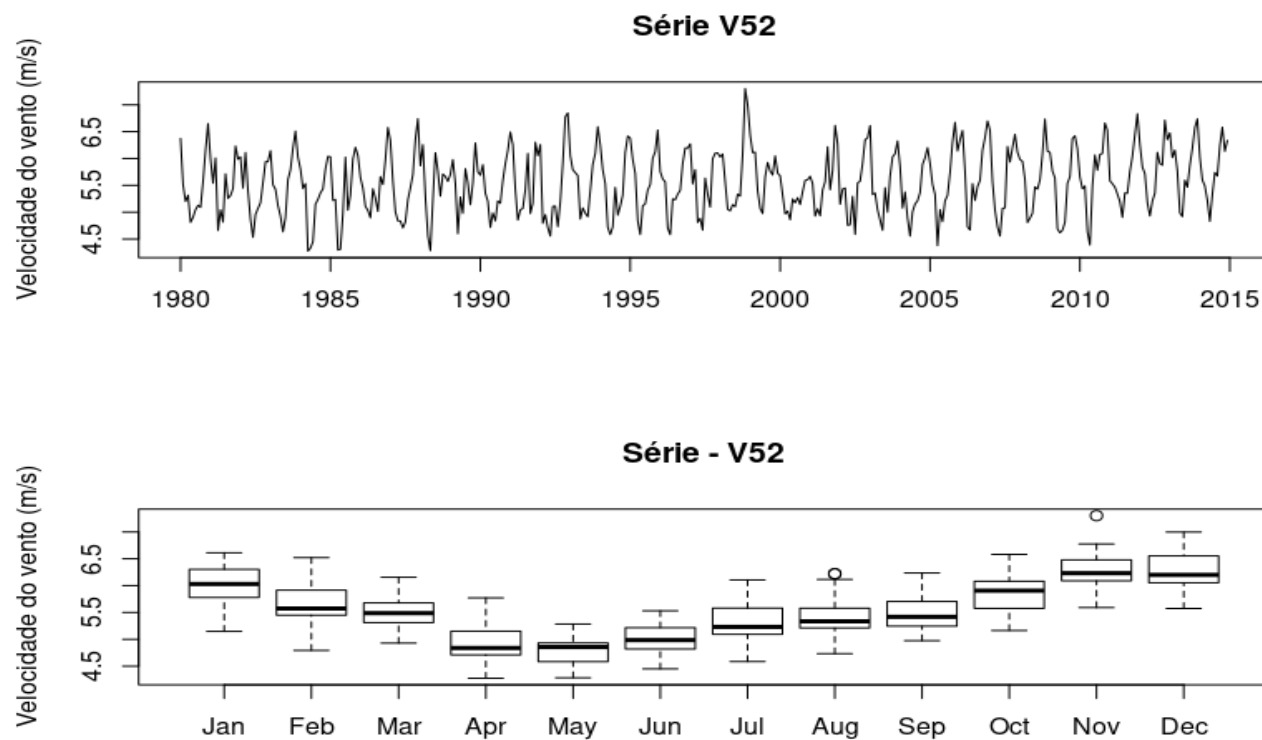


Figura B.7 Série de vento V52

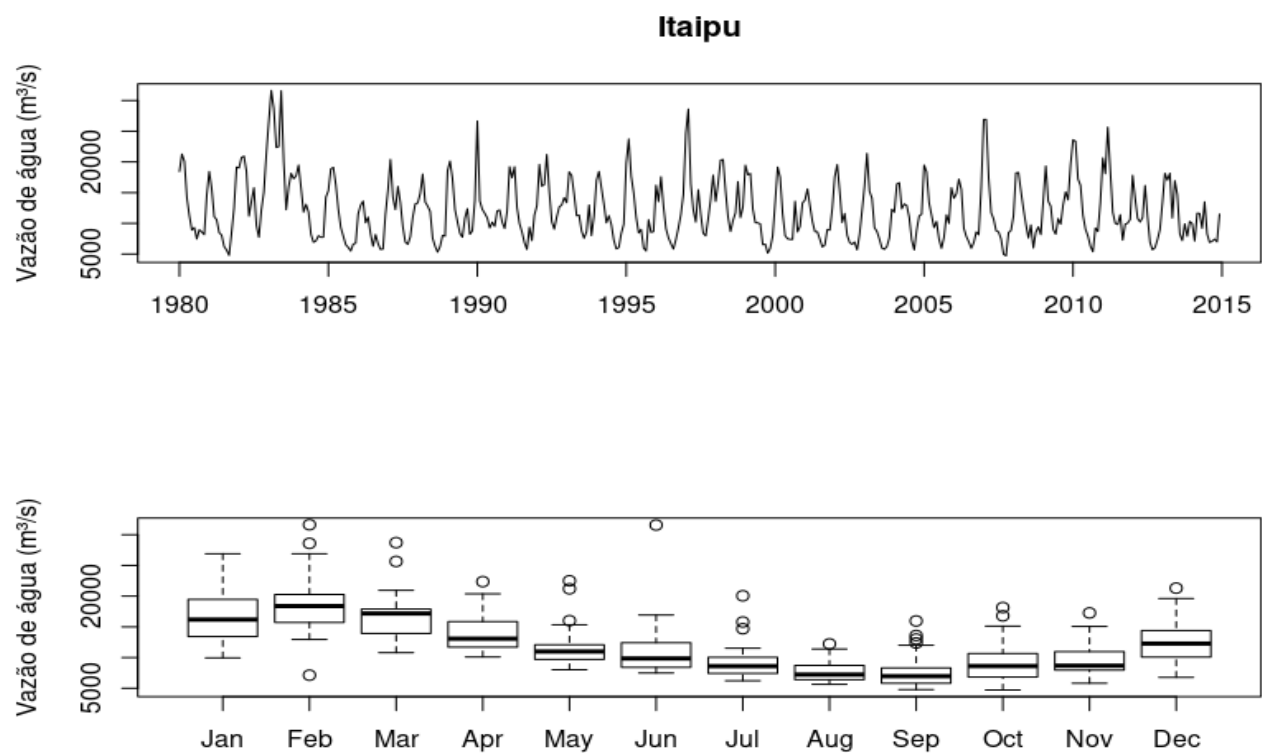


Figura B.8 Série de vazão de água Itaipu

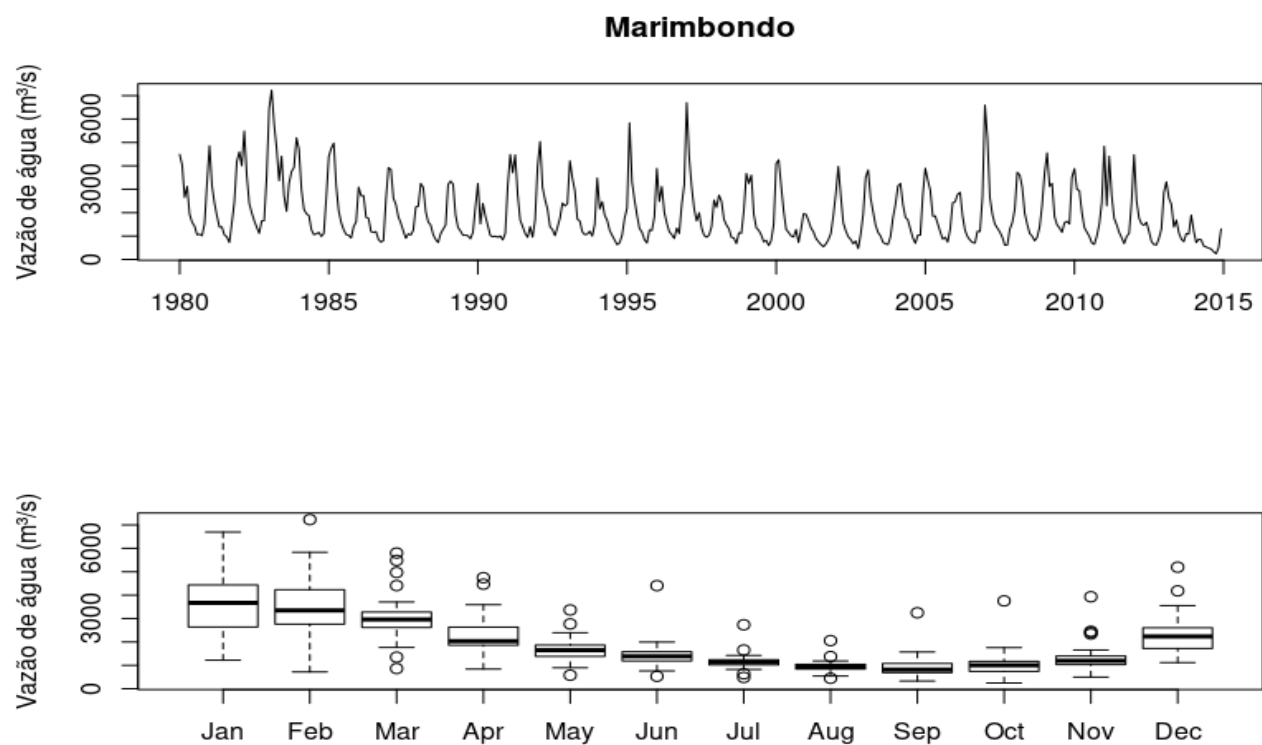


Figura B.9 Série de vazão de água Marimbondo

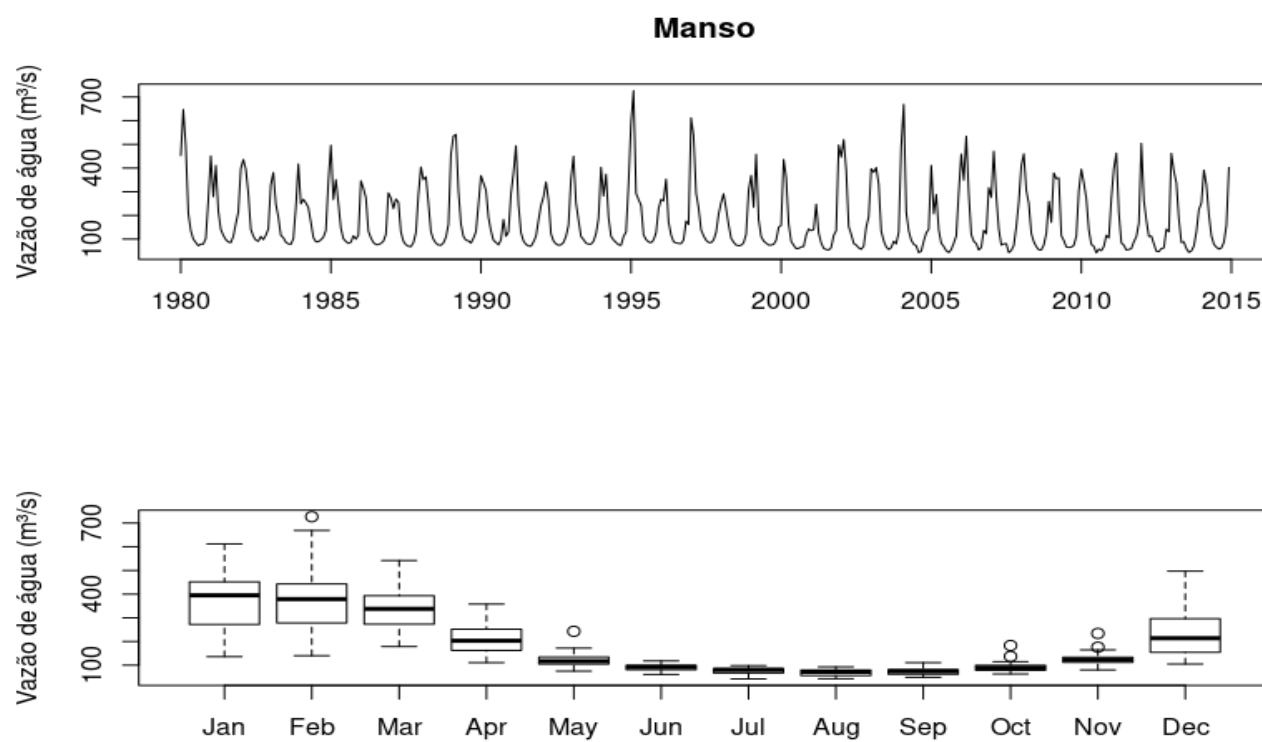


Figura B.10 Série de vazão de água Manso

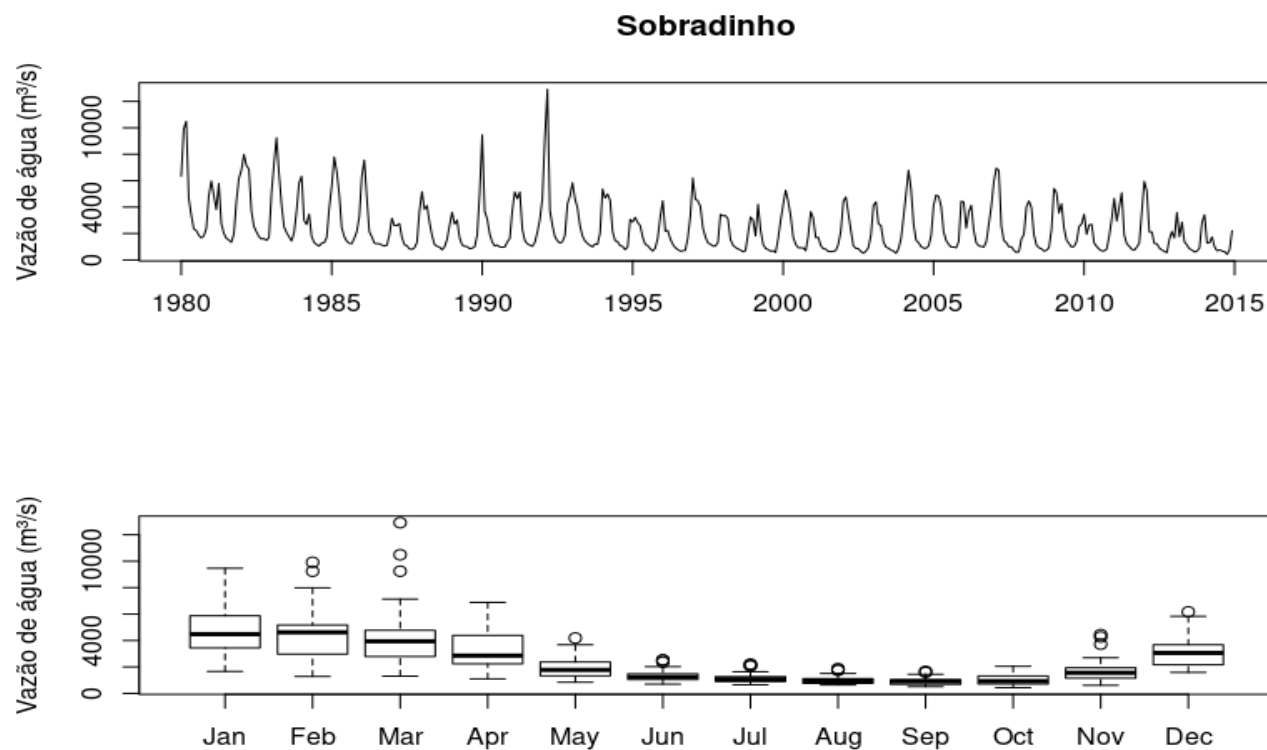


Figura B.11 Série de vazão de água Sobradinho

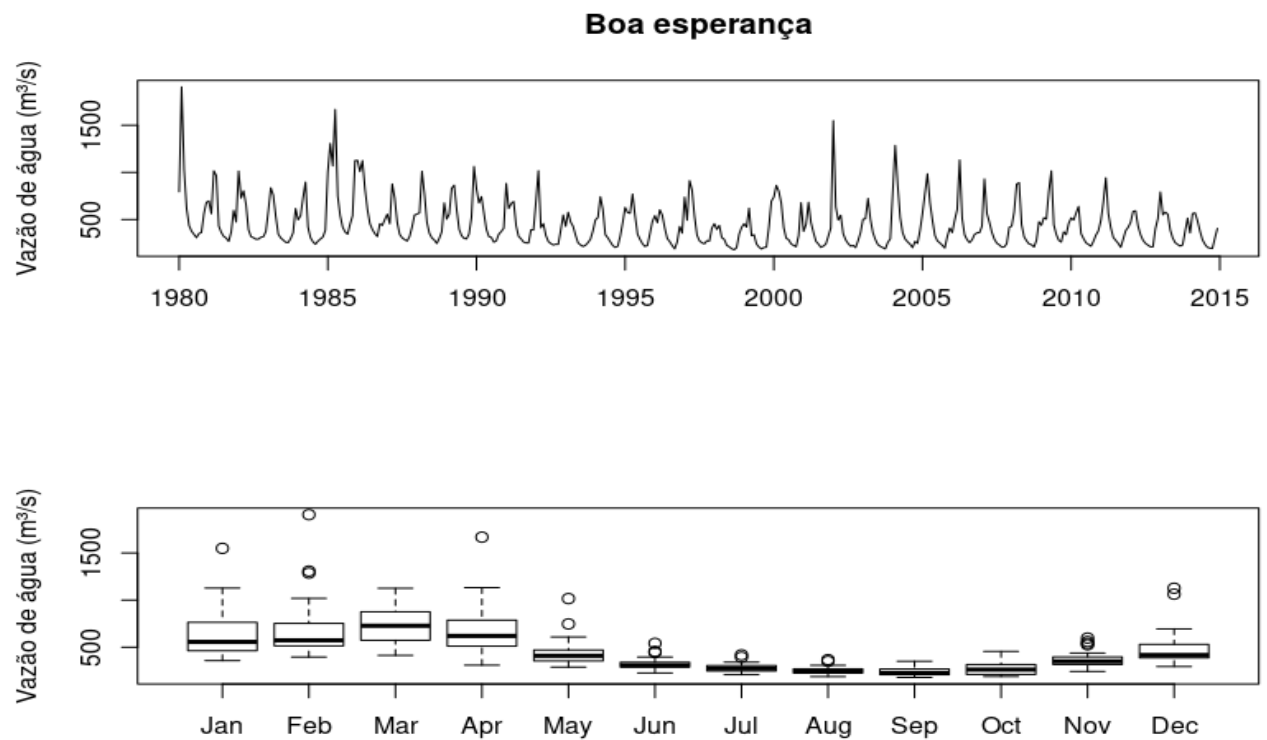


Figura B.12 Série de vazão de água Boa esperança

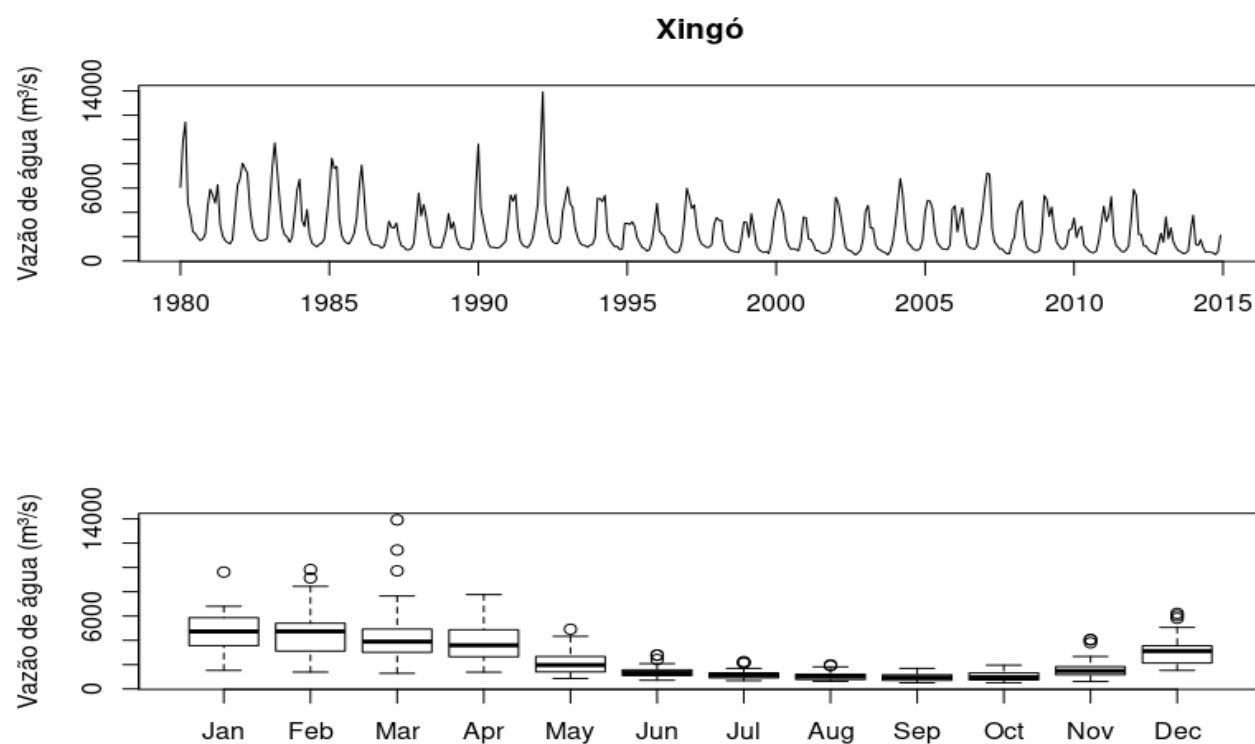


Figura B.13 Série de vazão de água Xingó

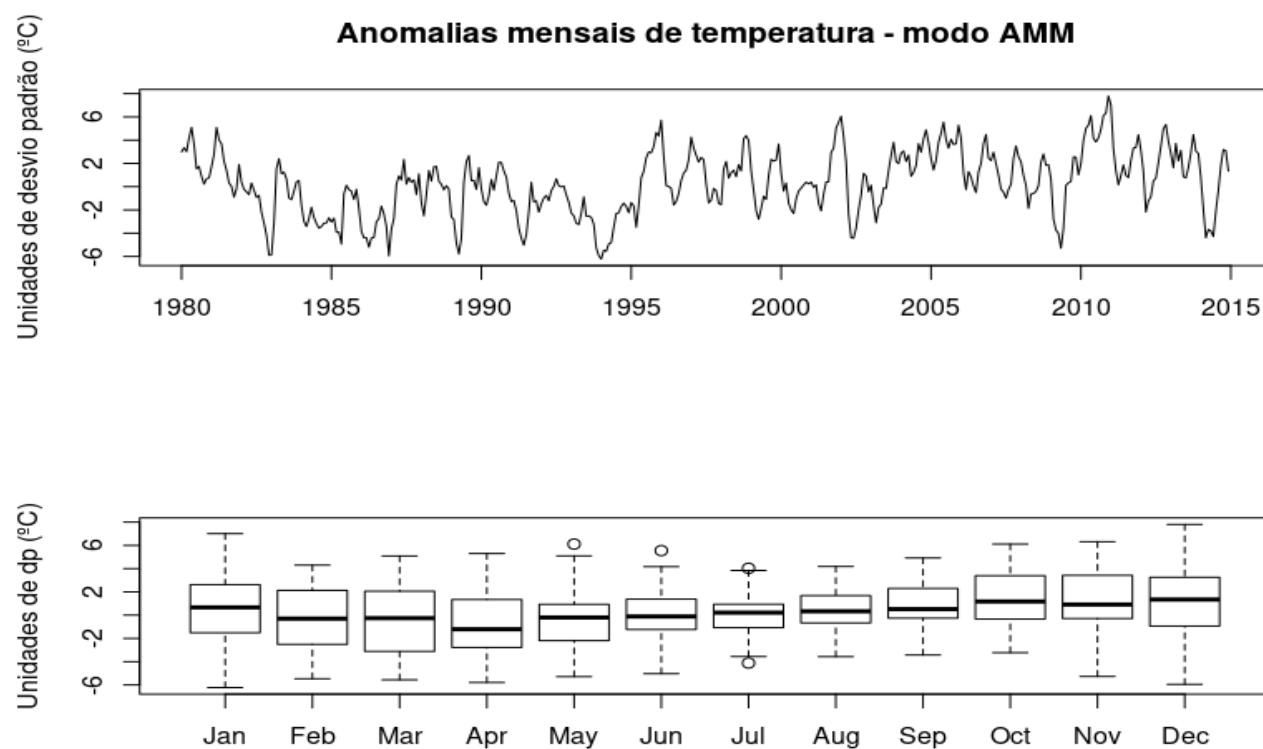


Figura B.14 Série modo de variabilidade AMM

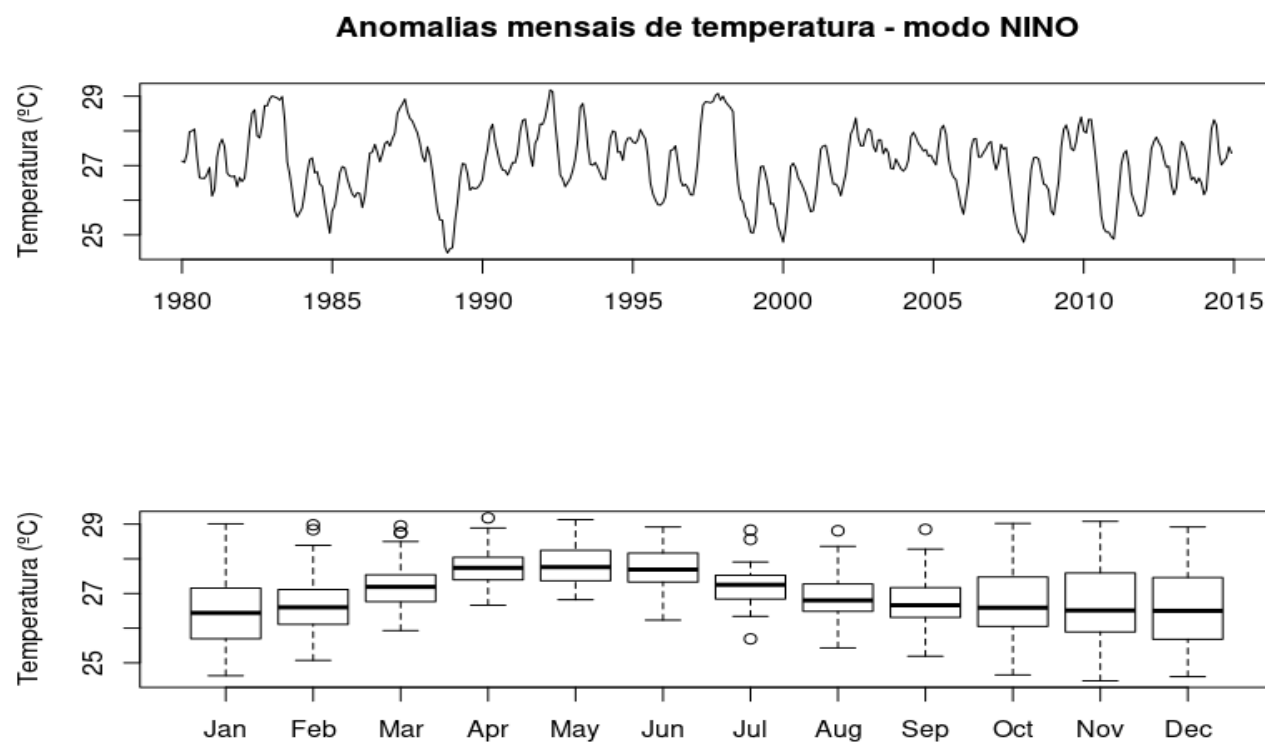


Figura B.15 Série modo de variabilidade NINO TEMP.

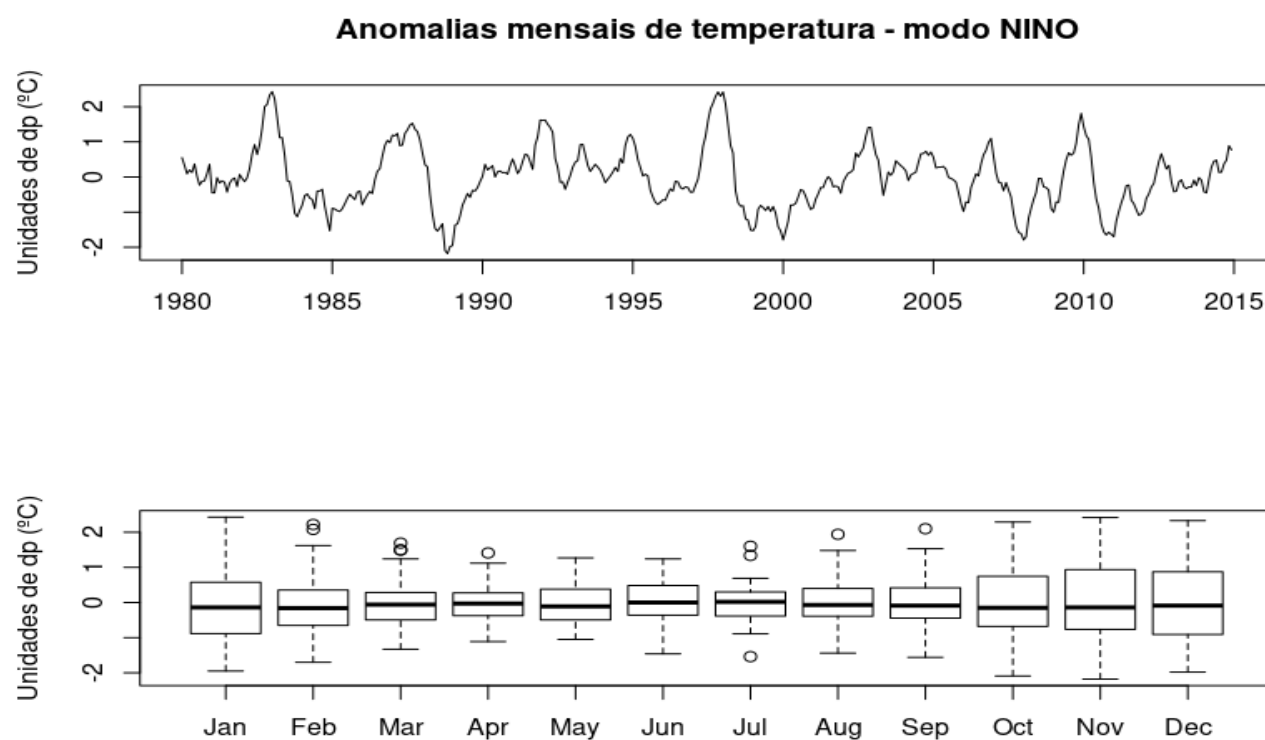


Figura B.16 Série modo de variabilidade NINO VAR.

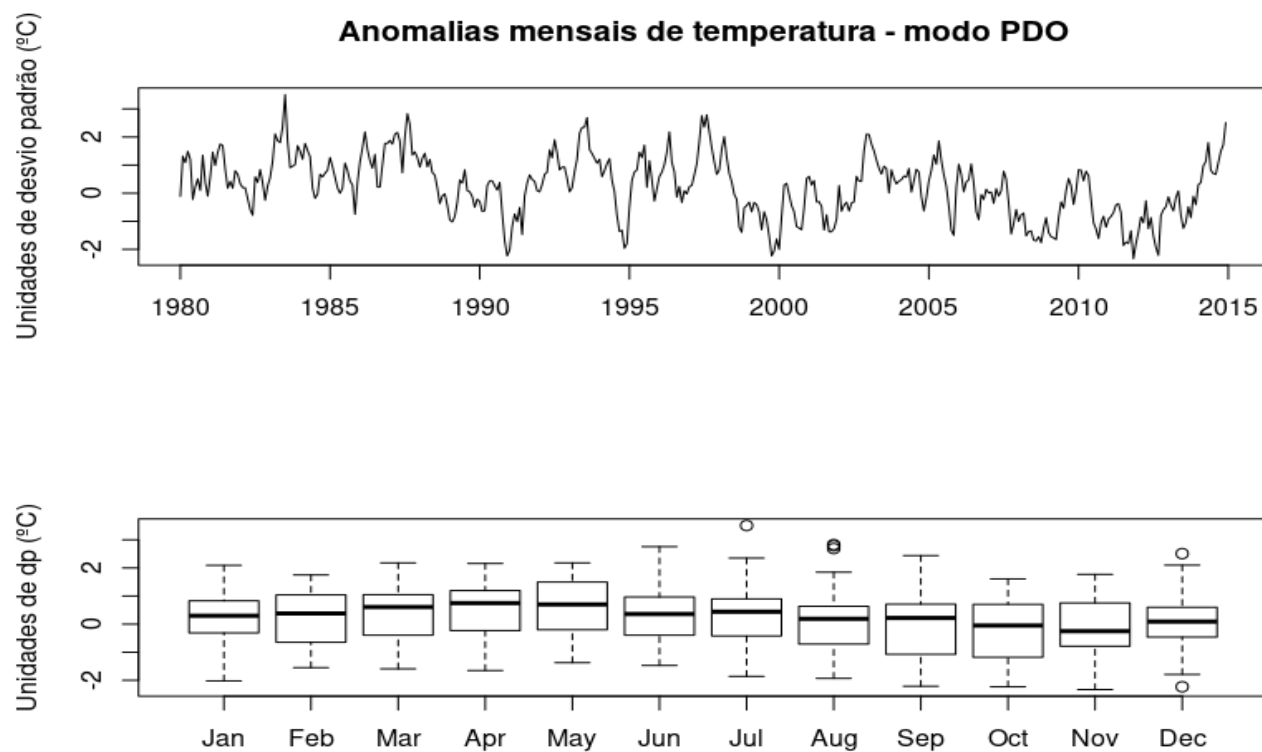


Figura B.17 Série modo de variabilidade PDO

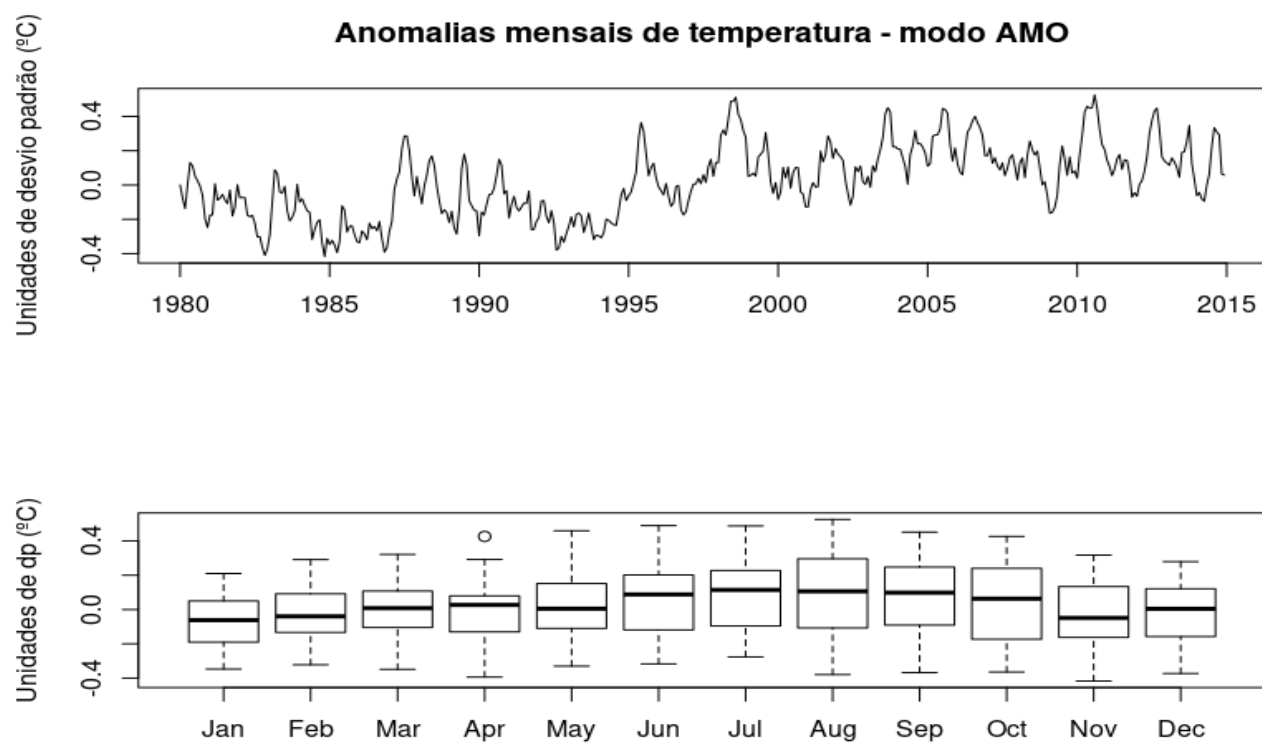


Figura B.18 Série modo de variabilidade AMO

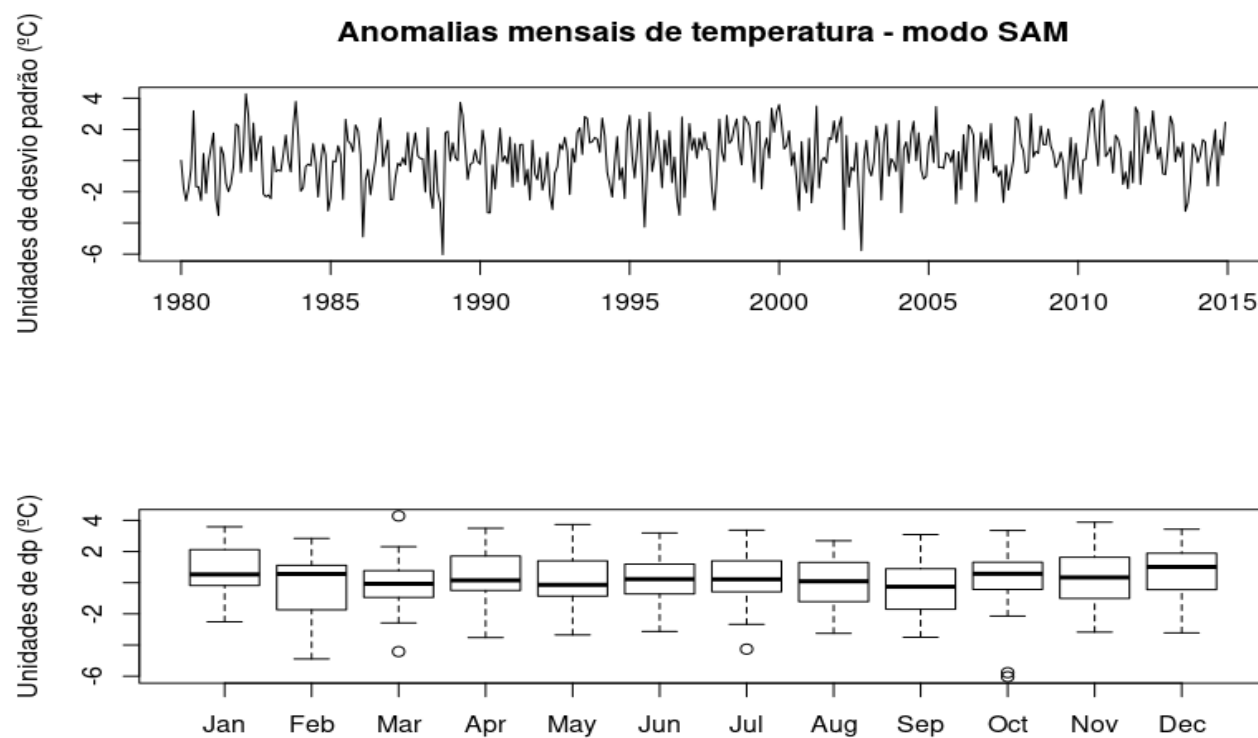


Figura B.19 Série modo de variabilidade SAM

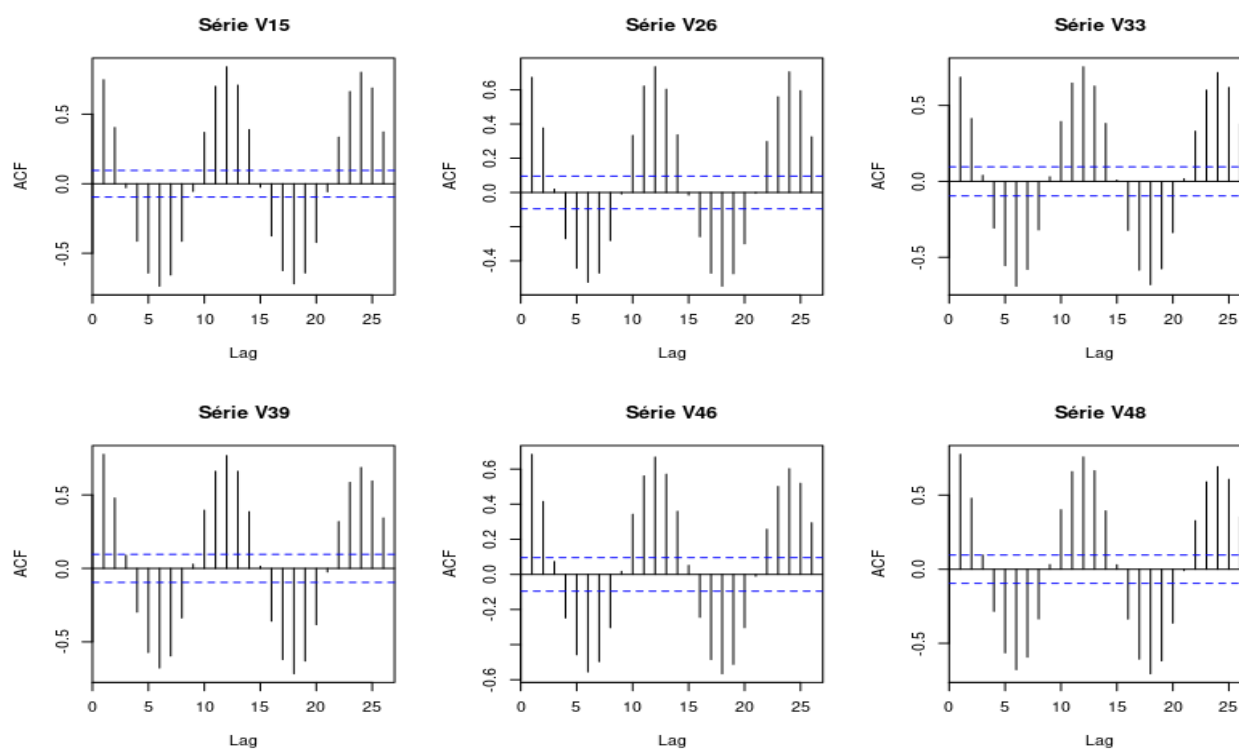


Figura B.20 ACF séries velocidade do vento

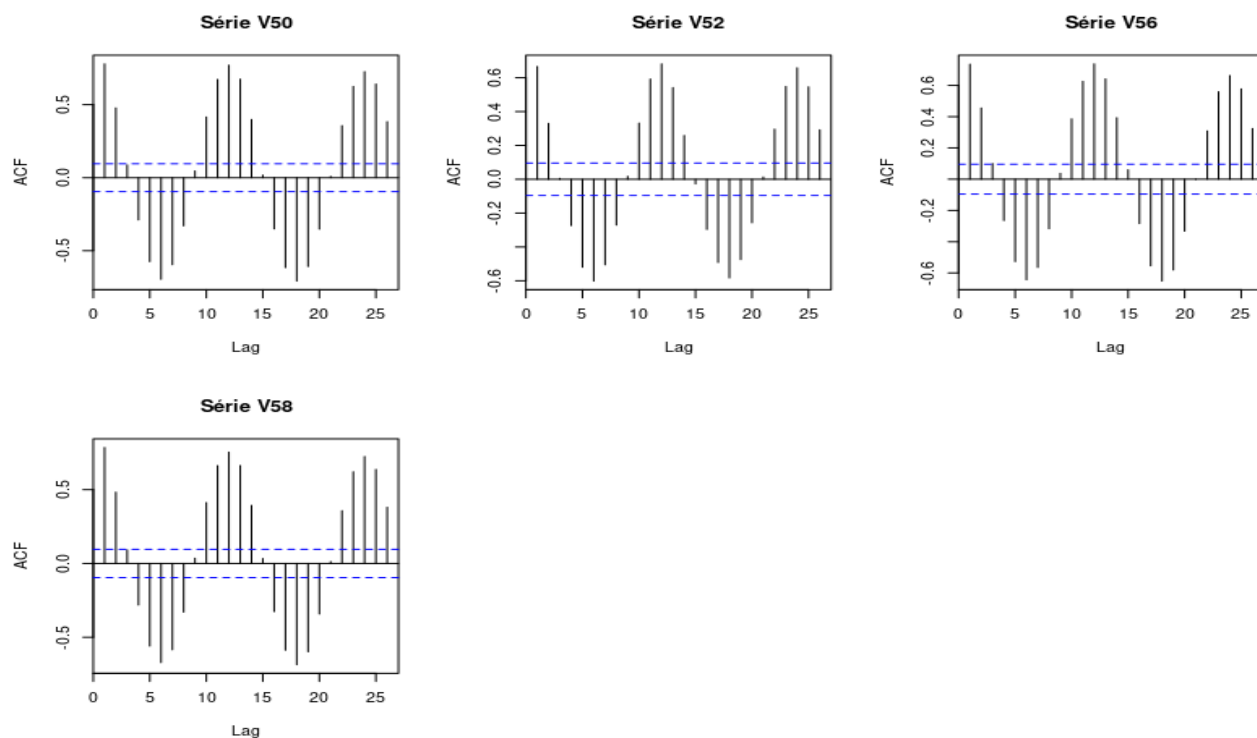


Figura B.21 ACF séries velocidade do vento

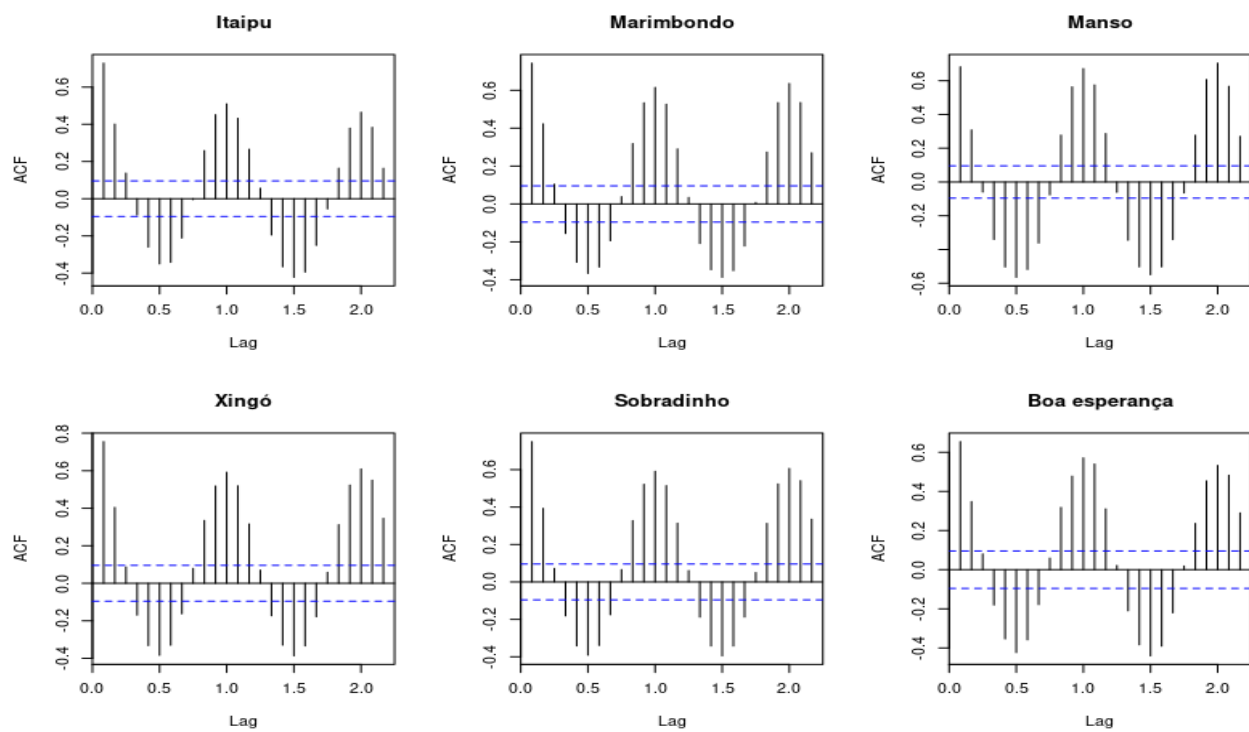


Figura B.22 ACF séries de vazão de água

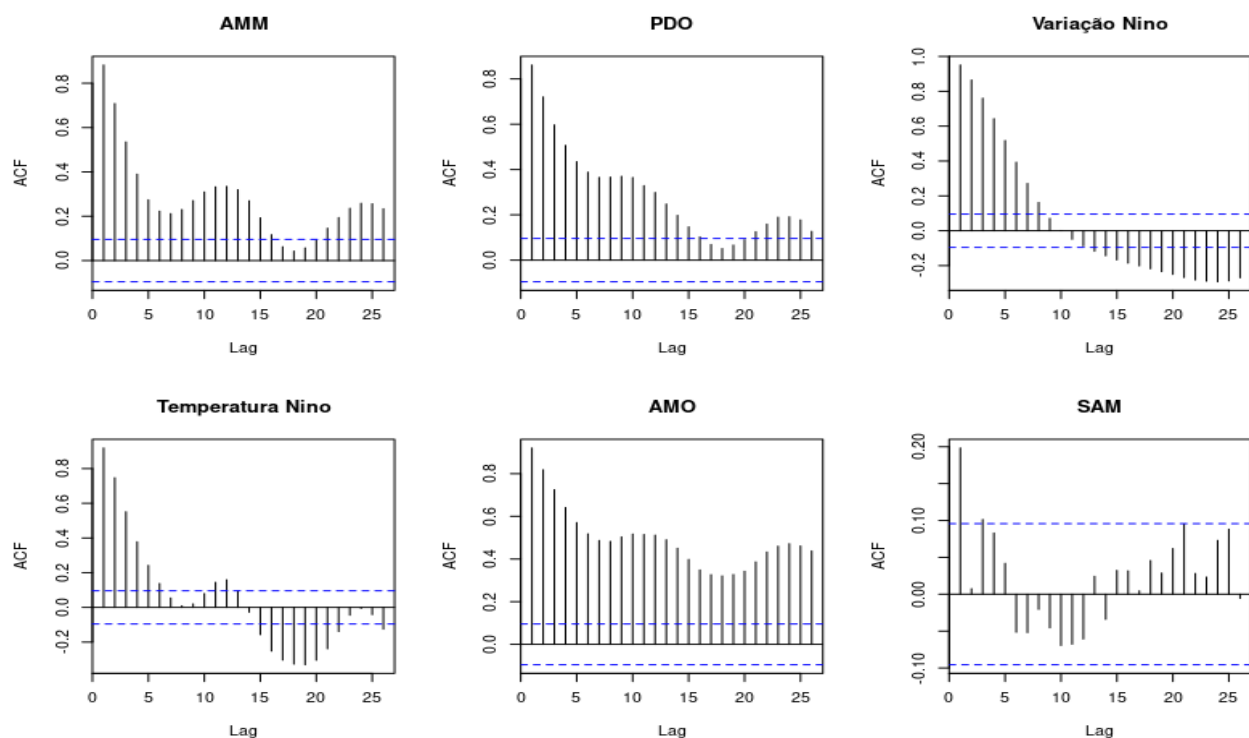


Figura B.23 ACF modos de variabilidade

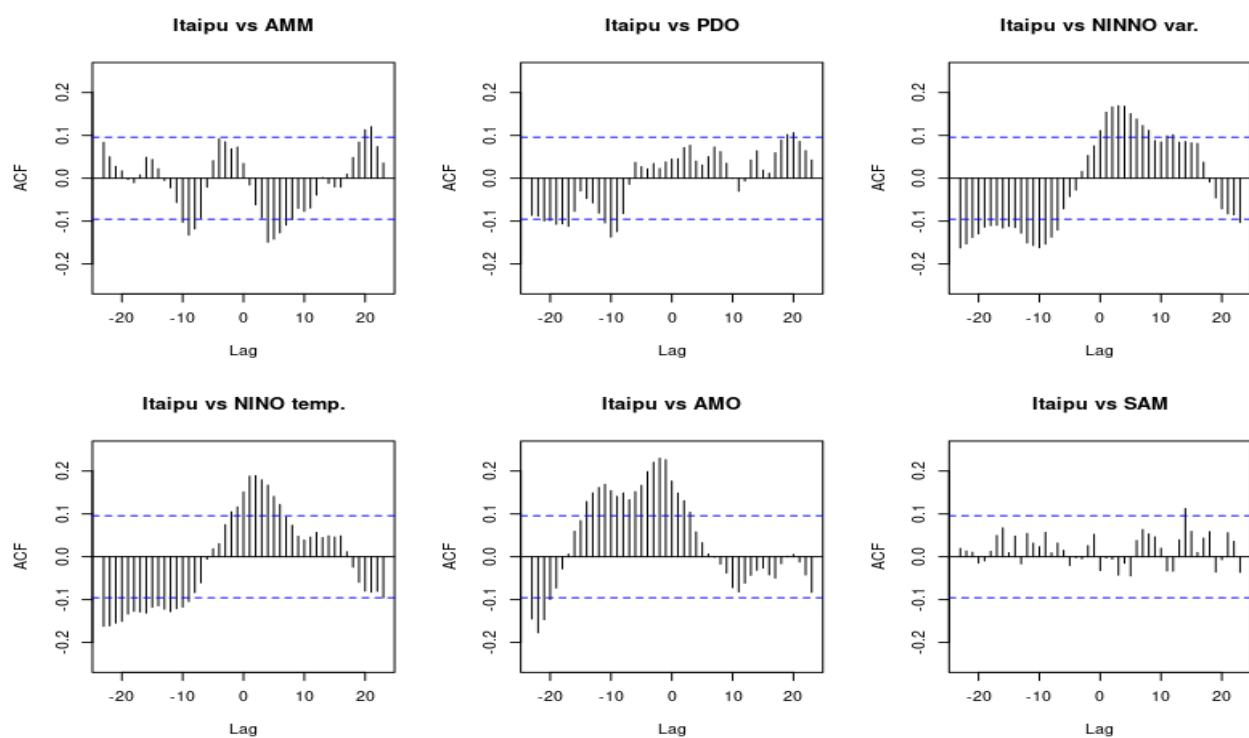


Figura B.24 CCF série Itaipu x modos

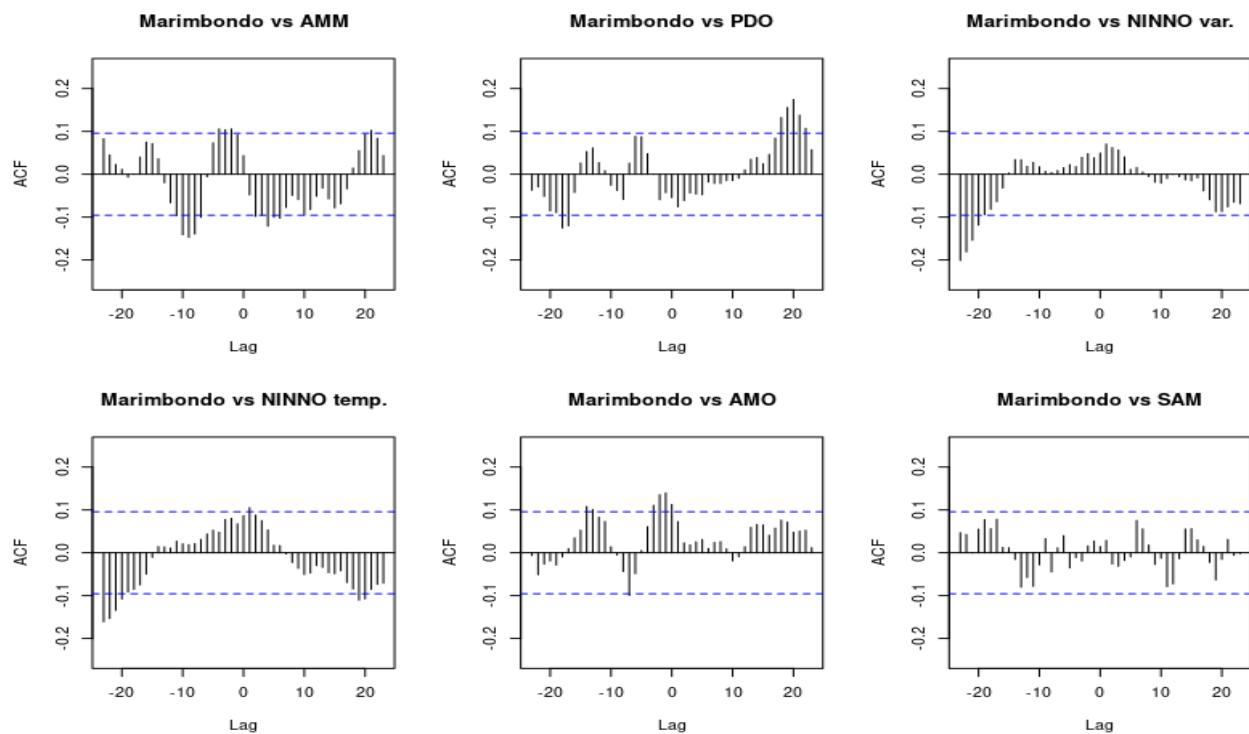


Figura B.25 CCF série Marimondo x modos

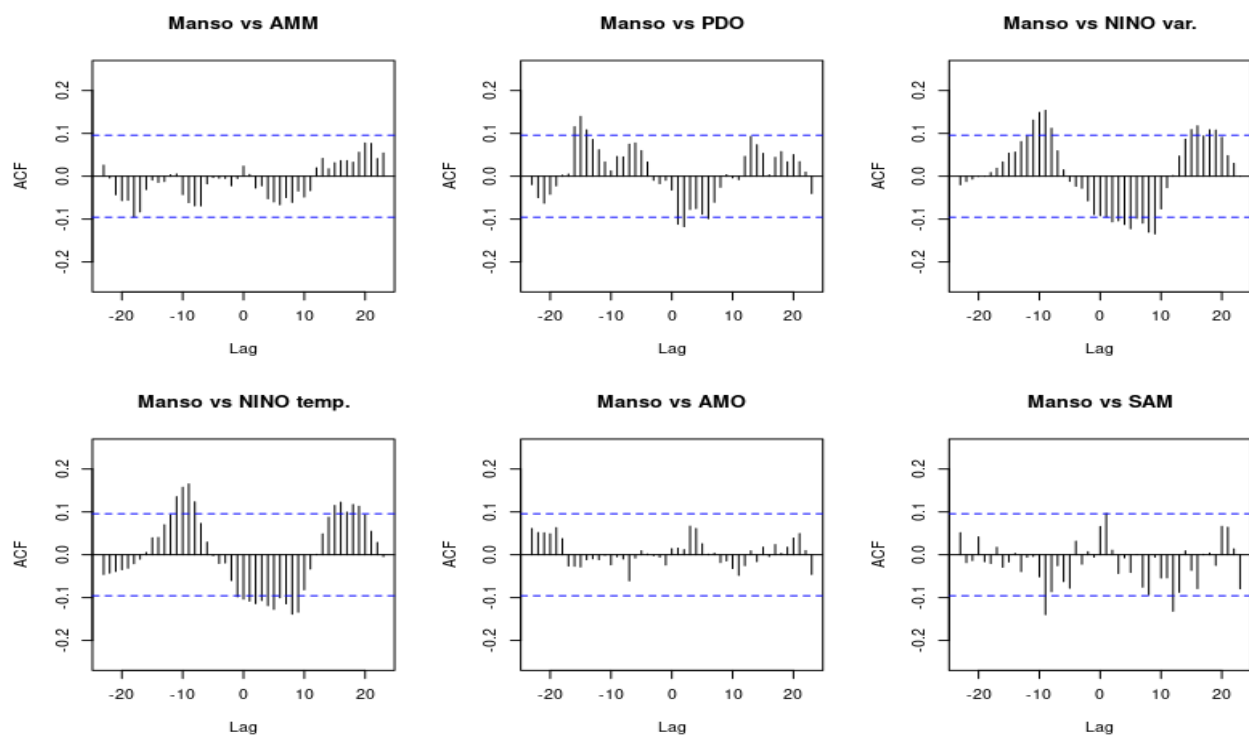


Figura B.26 CCF série manso x modos

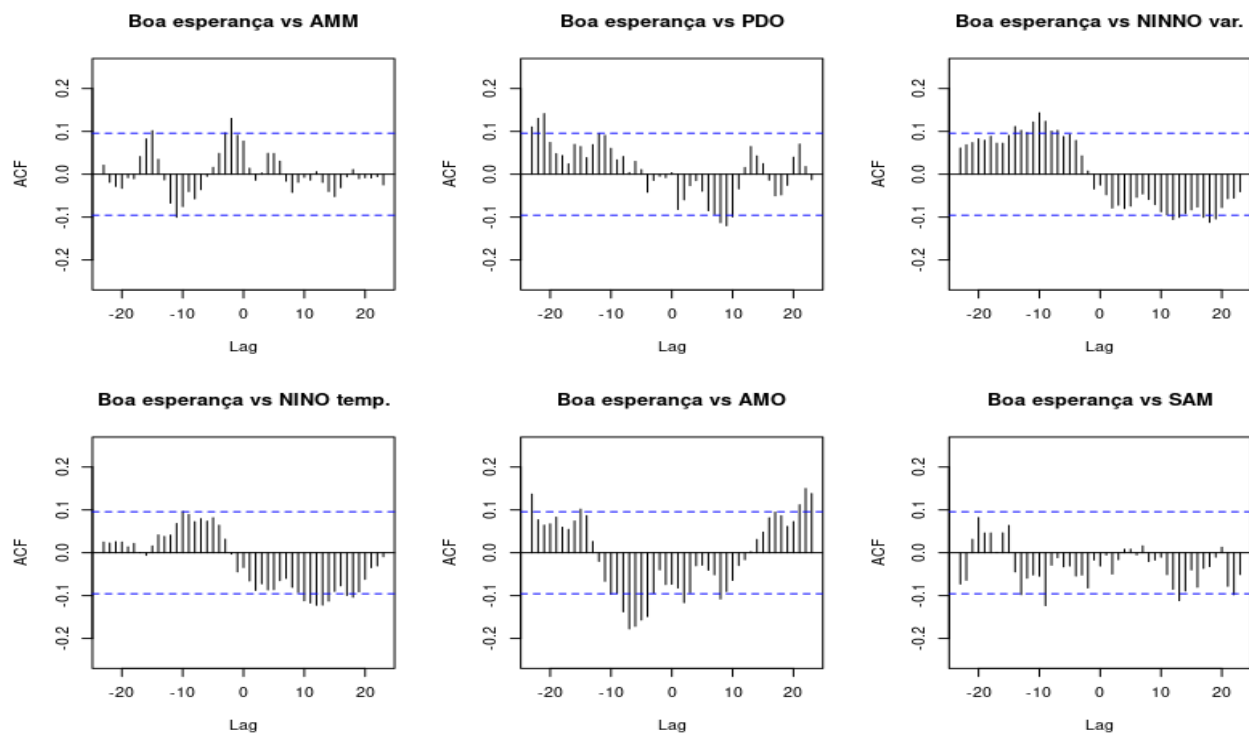


Figura B.27 CCF série Boa esperança x modos

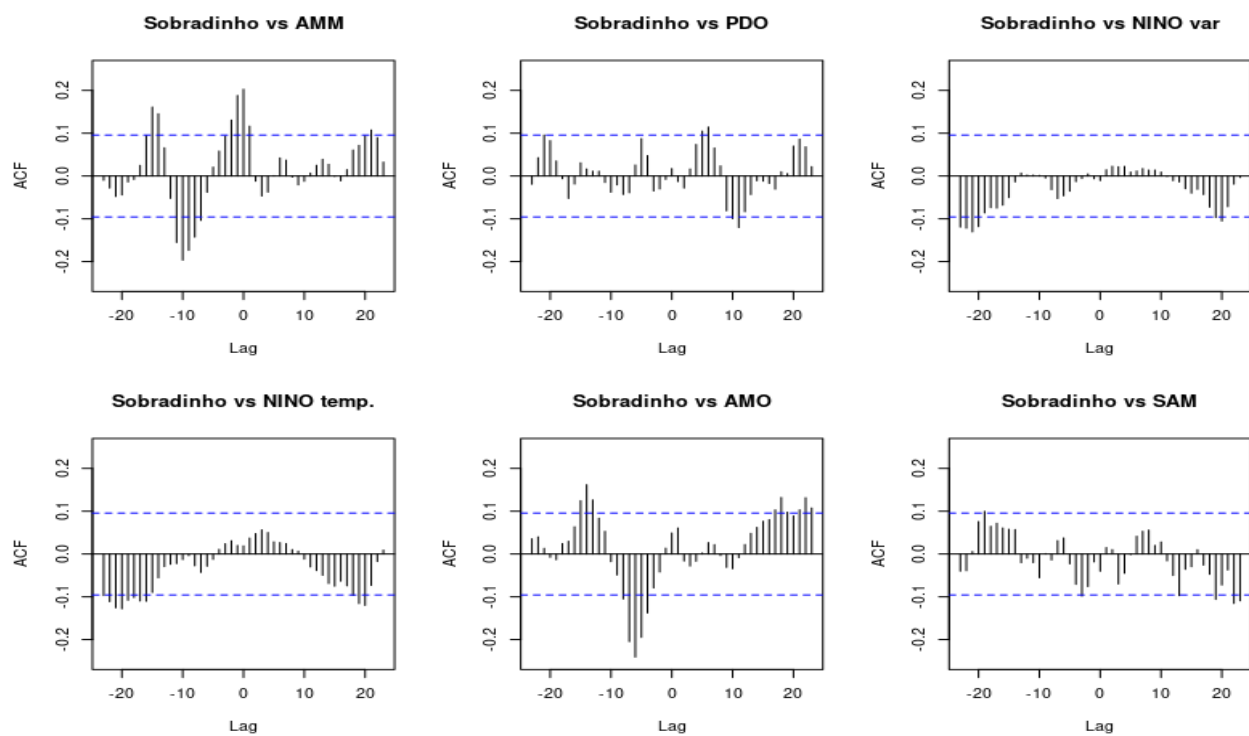


Figura B.28 CCF série Sobradinho x modos

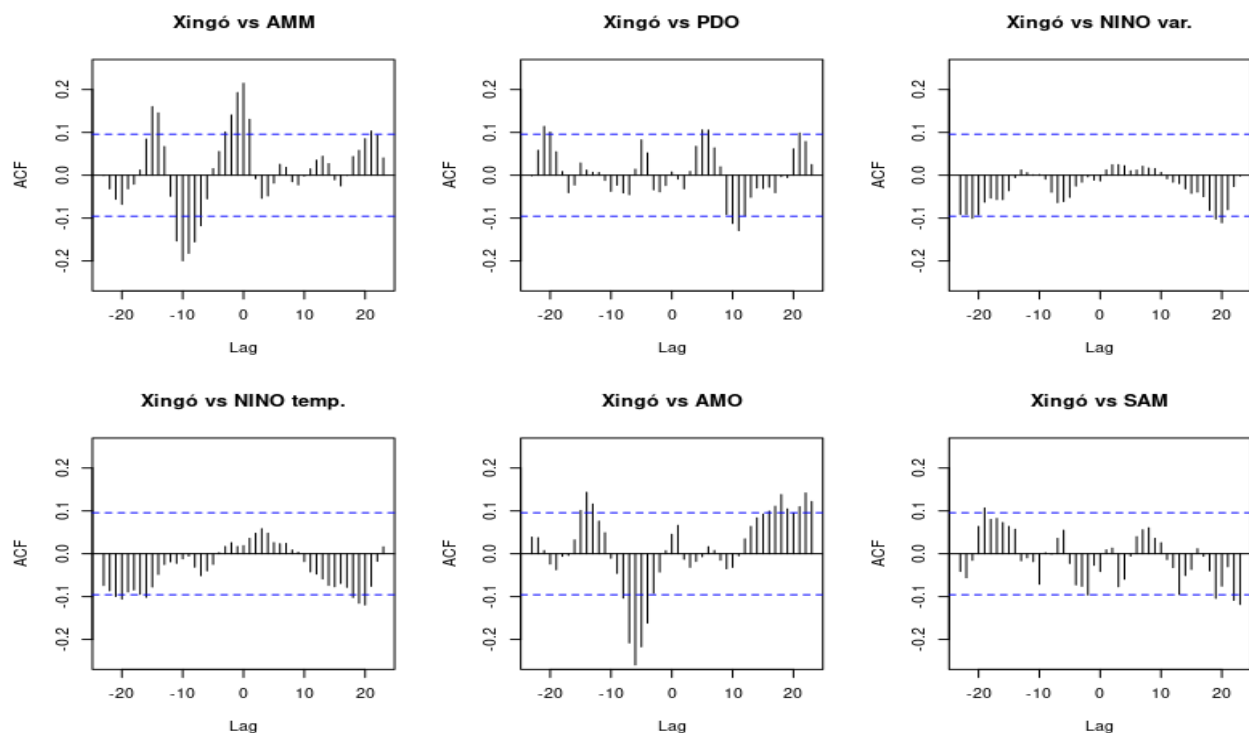


Figura B.29 CCF série Xingó x modos

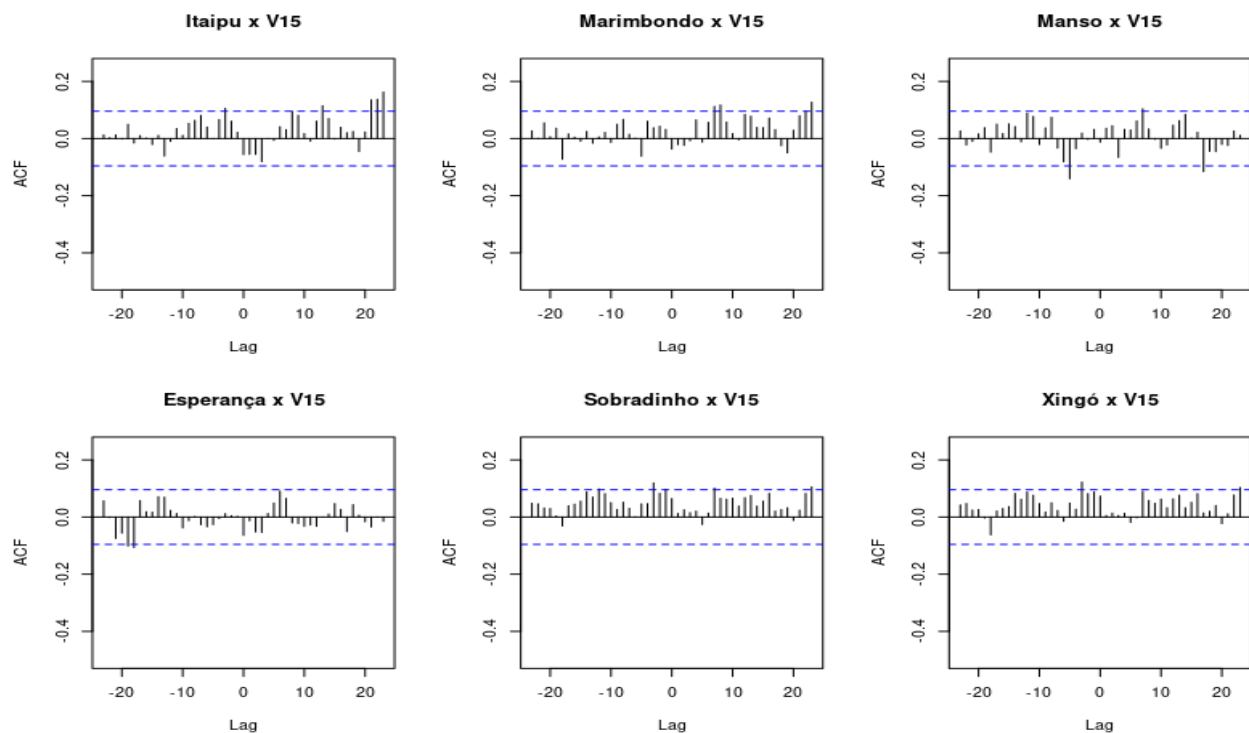


Figura B.30 CCF série V15 x vazão

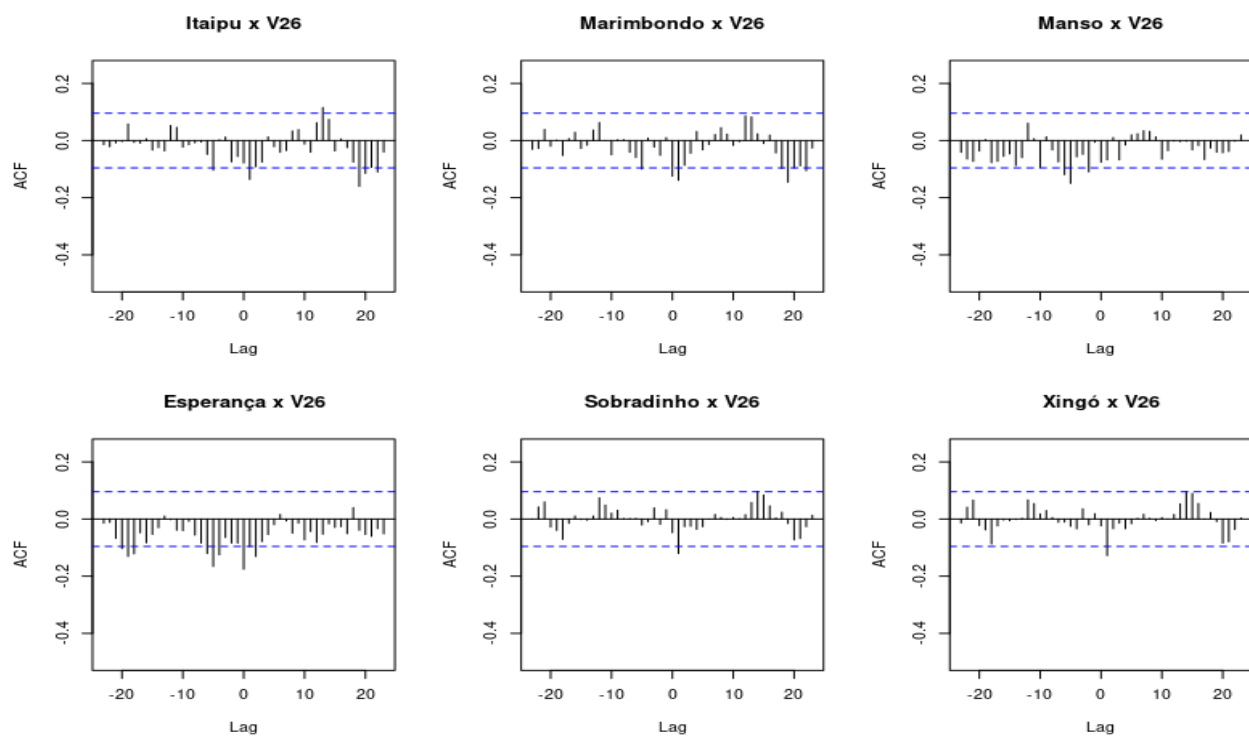


Figura B.31 CCF série V26 x vazão

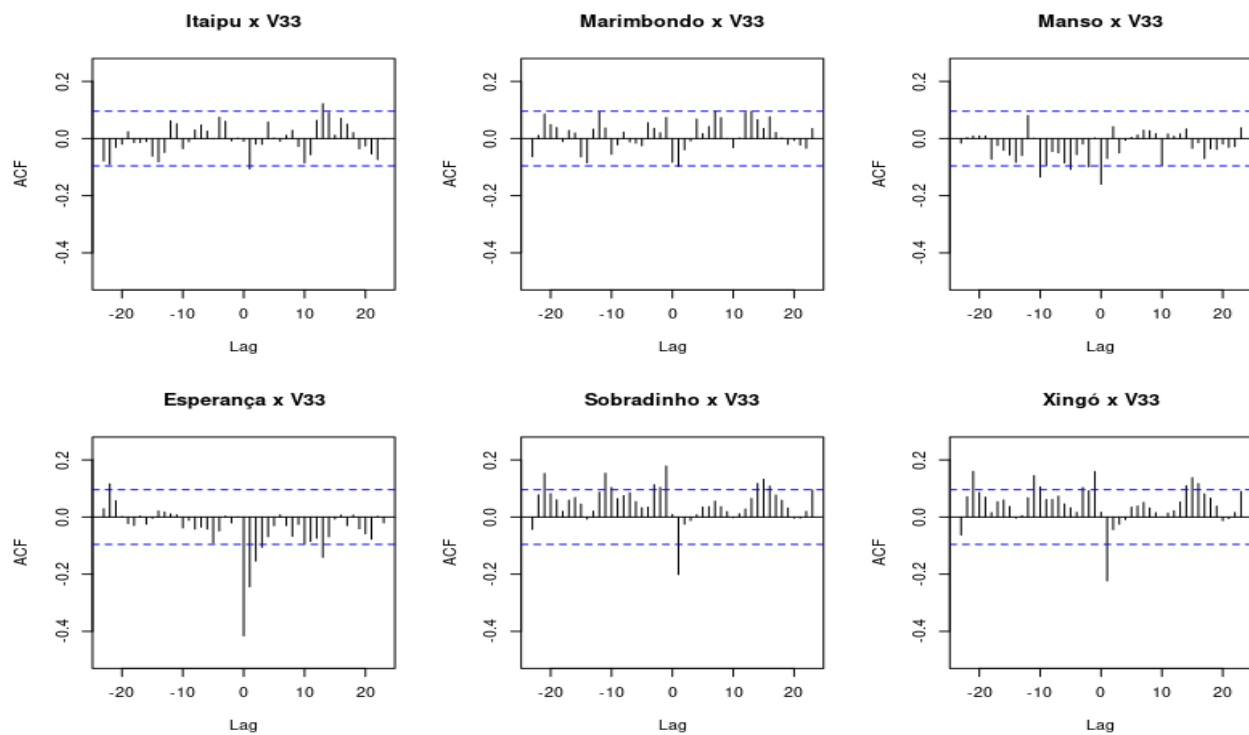


Figura B.32 CCF série V33 x vazão

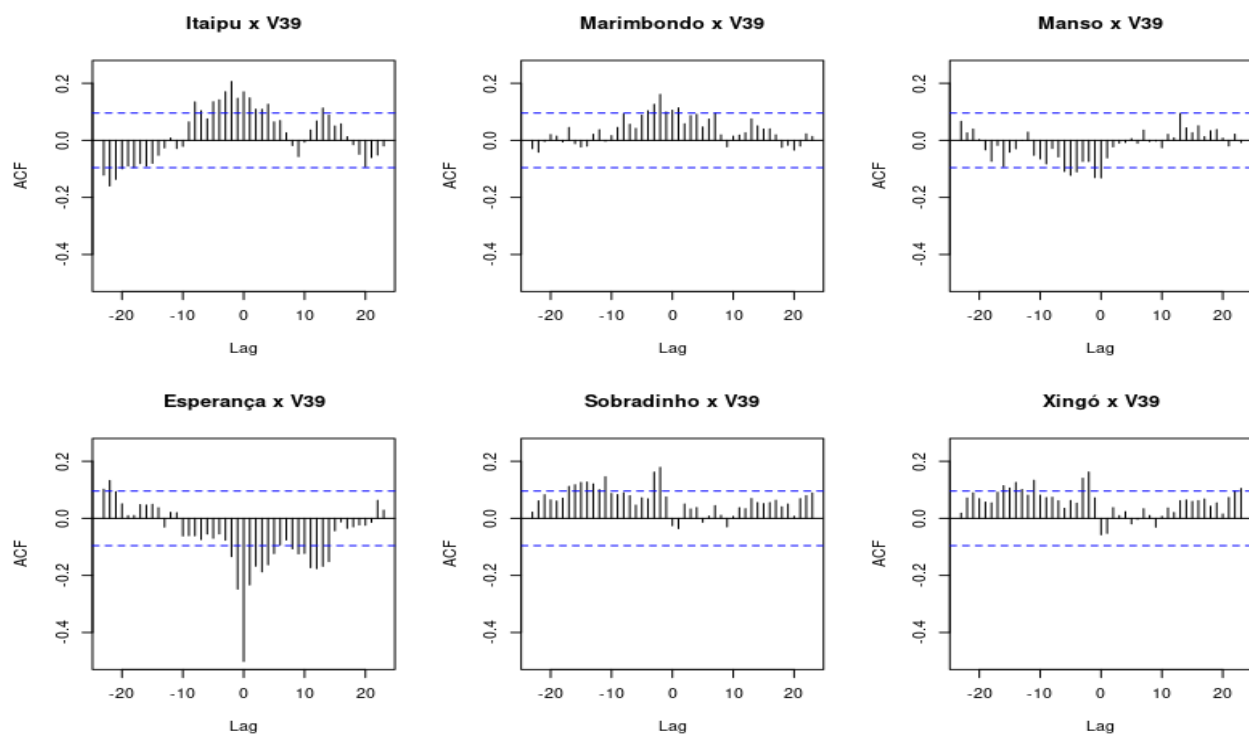


Figura B.33 CCF série V39 x vazão

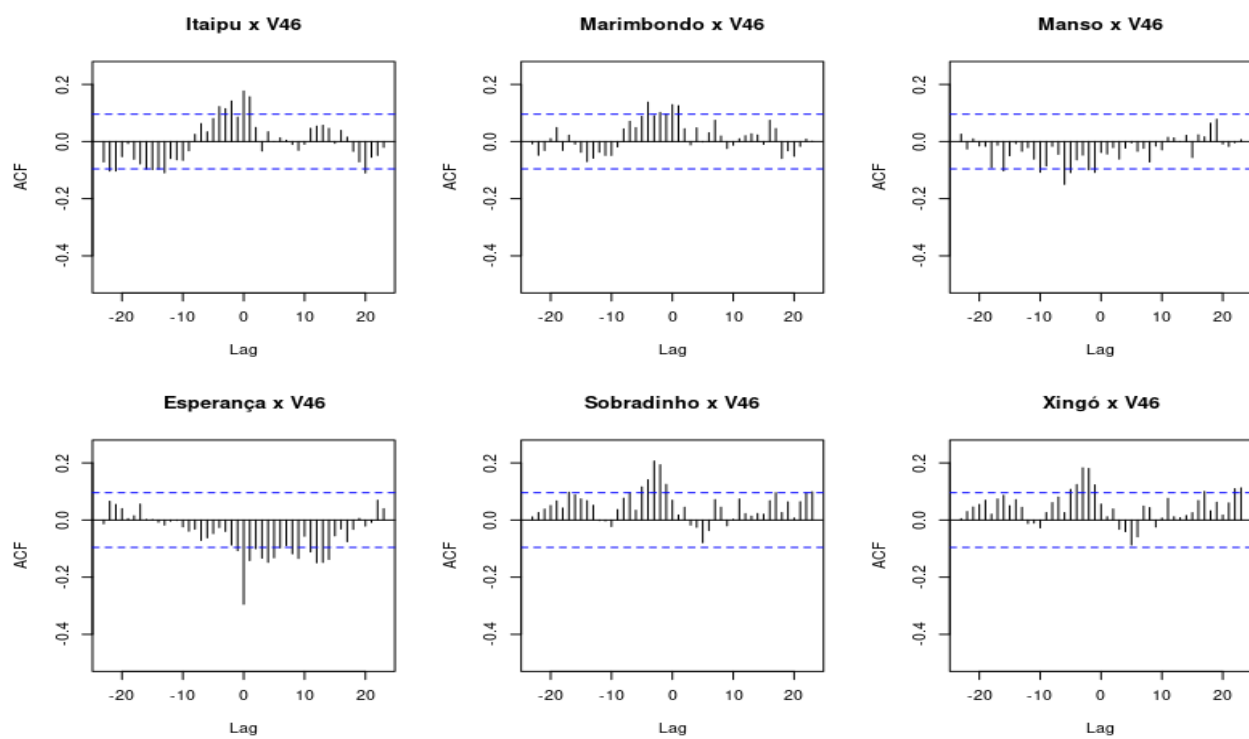


Figura B.34 ACF série V46 x vazão

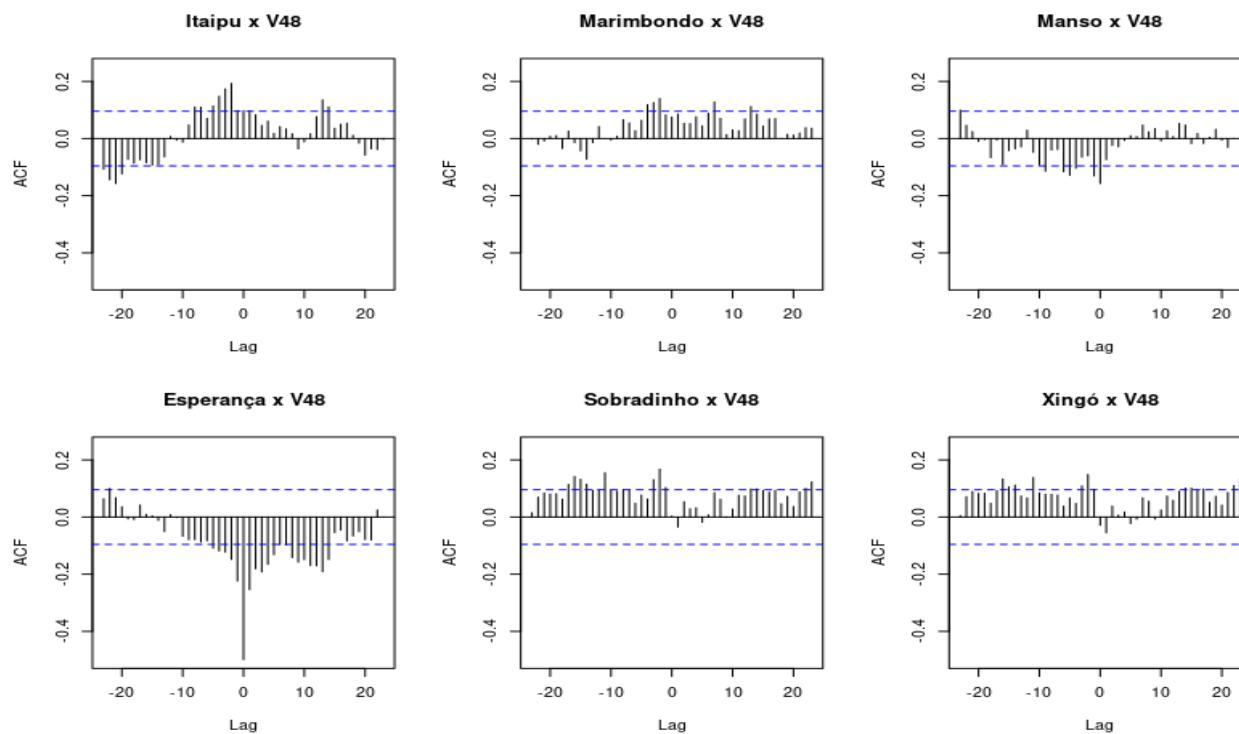


Figura B.35 ACF série V48 x vazão

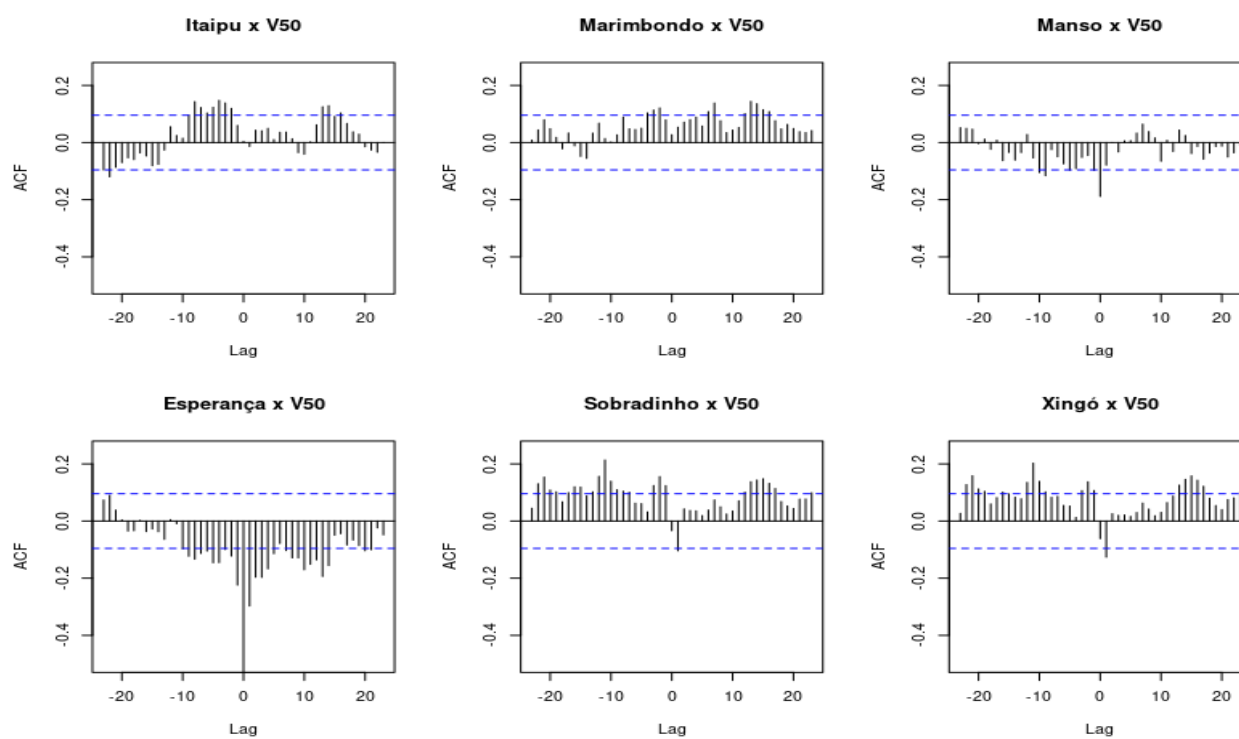


Figura B.36 CCF série V50 x vazão

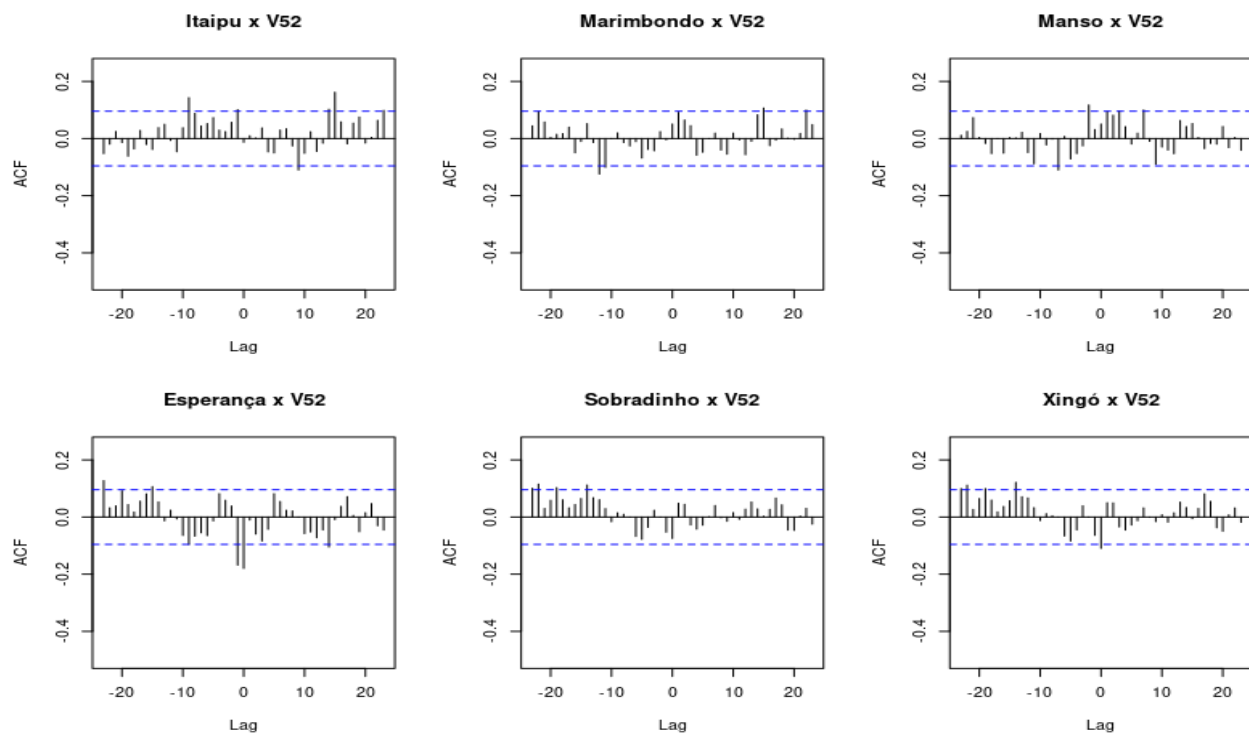


Figura B.37 CCF série V52 x vazão

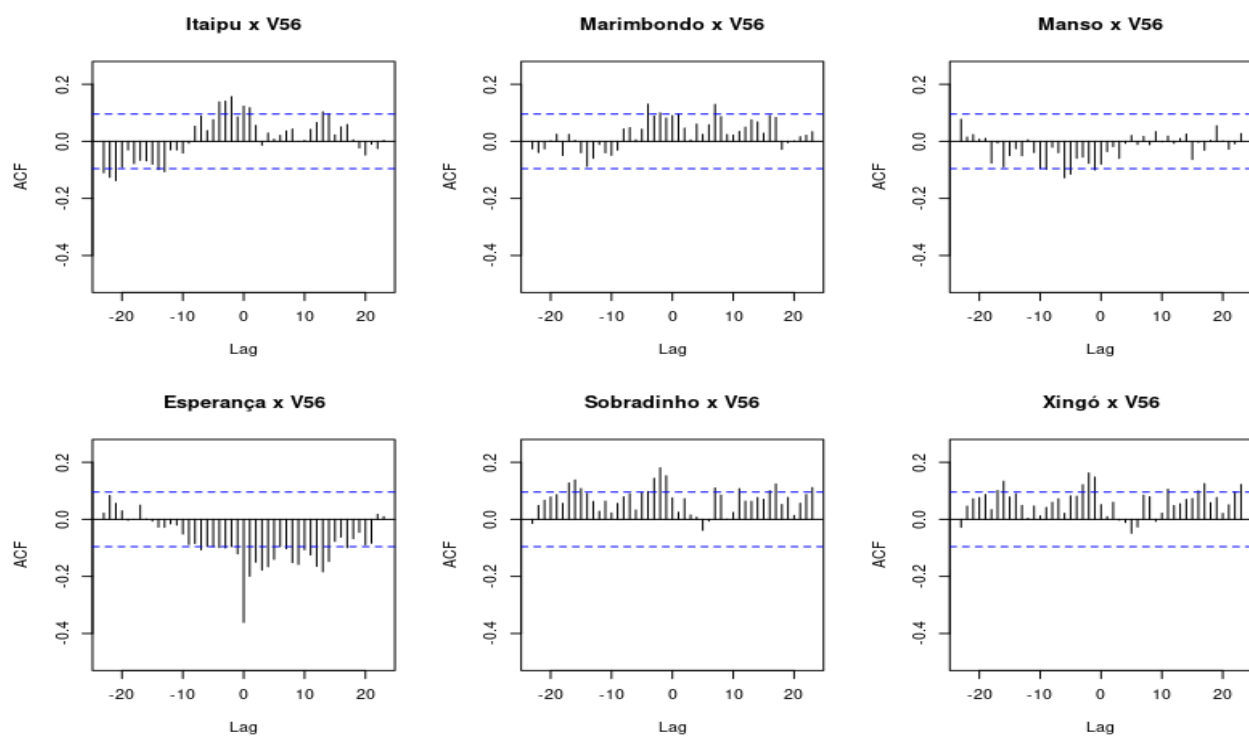


Figura B.38 CCF série V56 x vazão

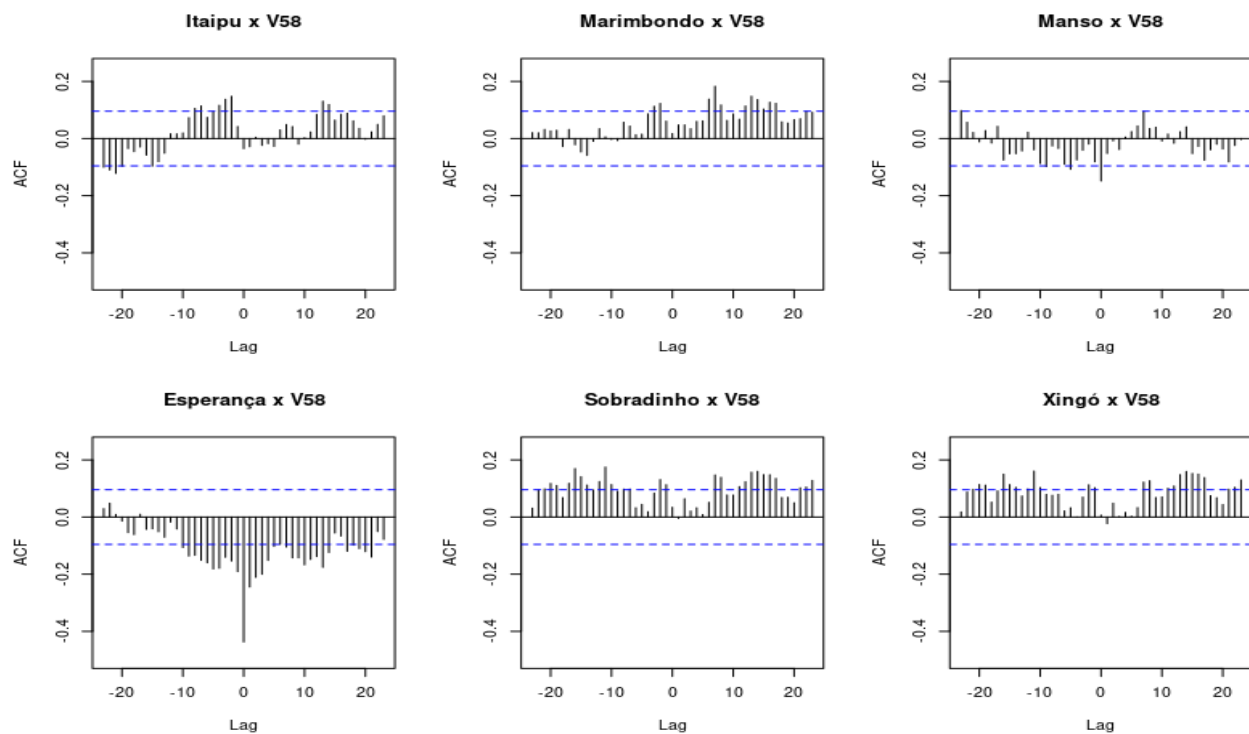


Figura B.39 CCF série V58 x vazão

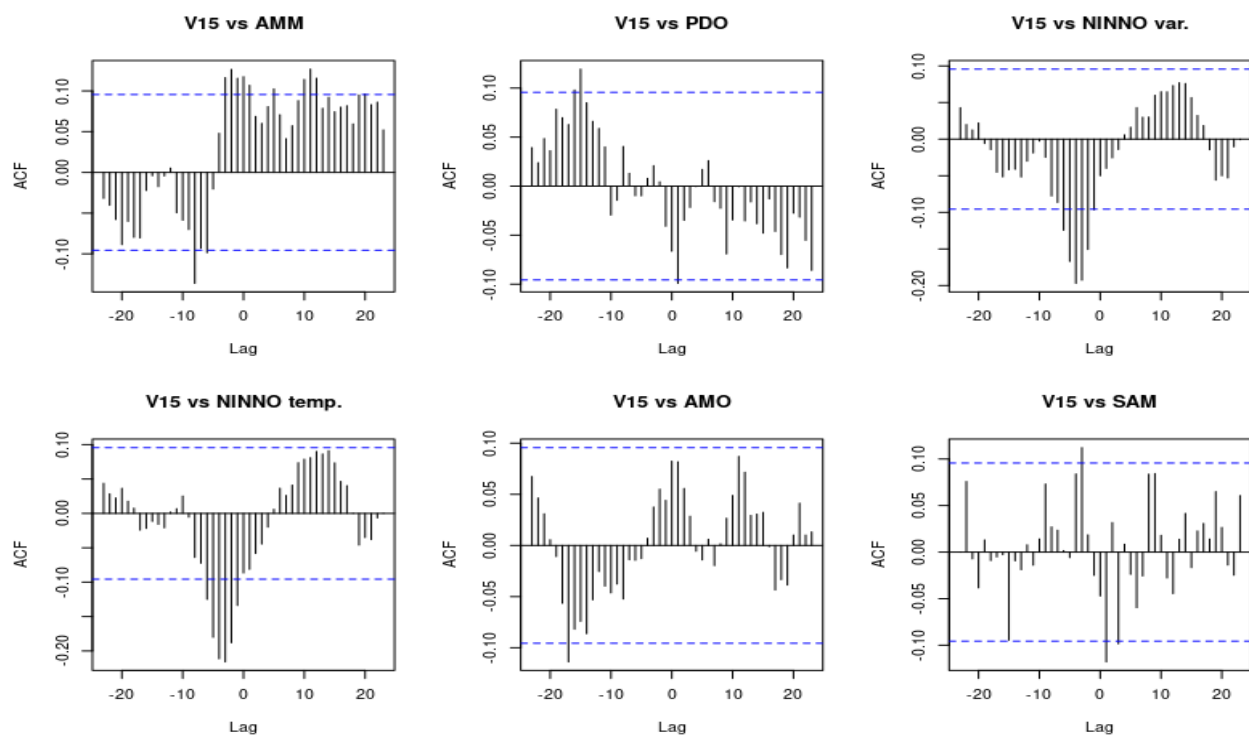


Figura B.40 CCF série V15 x modos

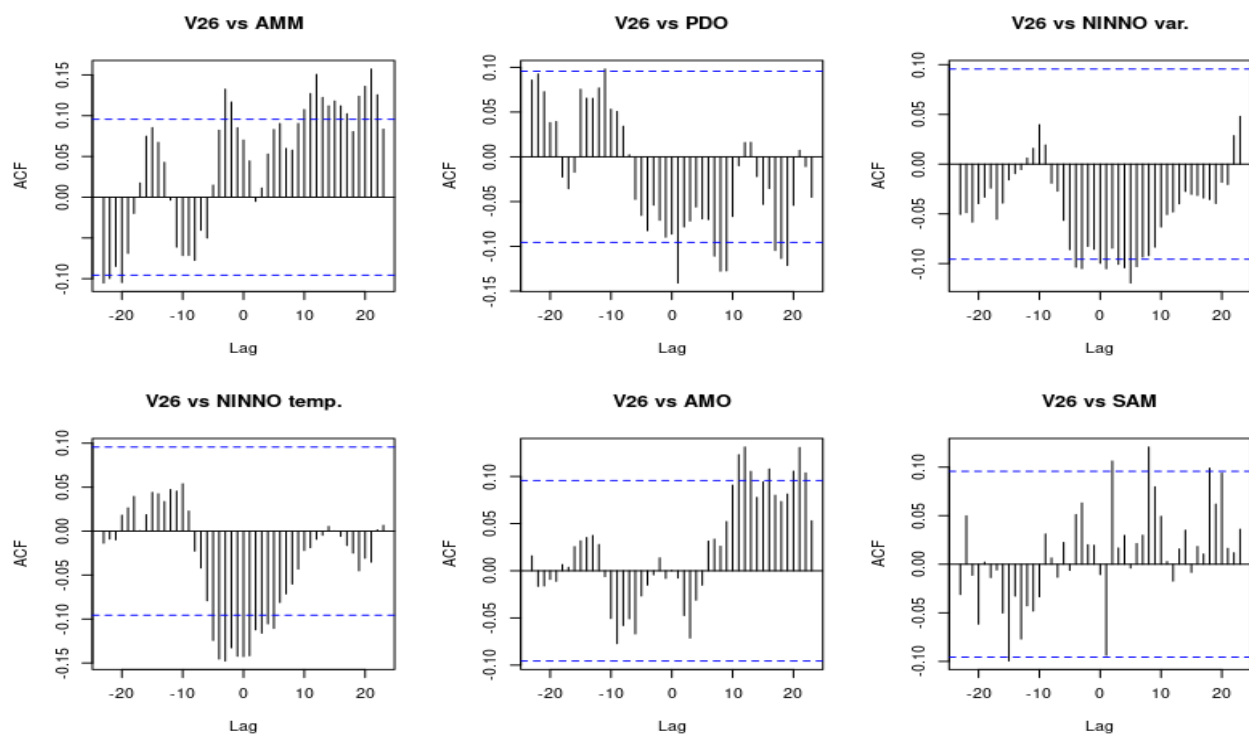


Figura B.41 CCF série V26 x modos

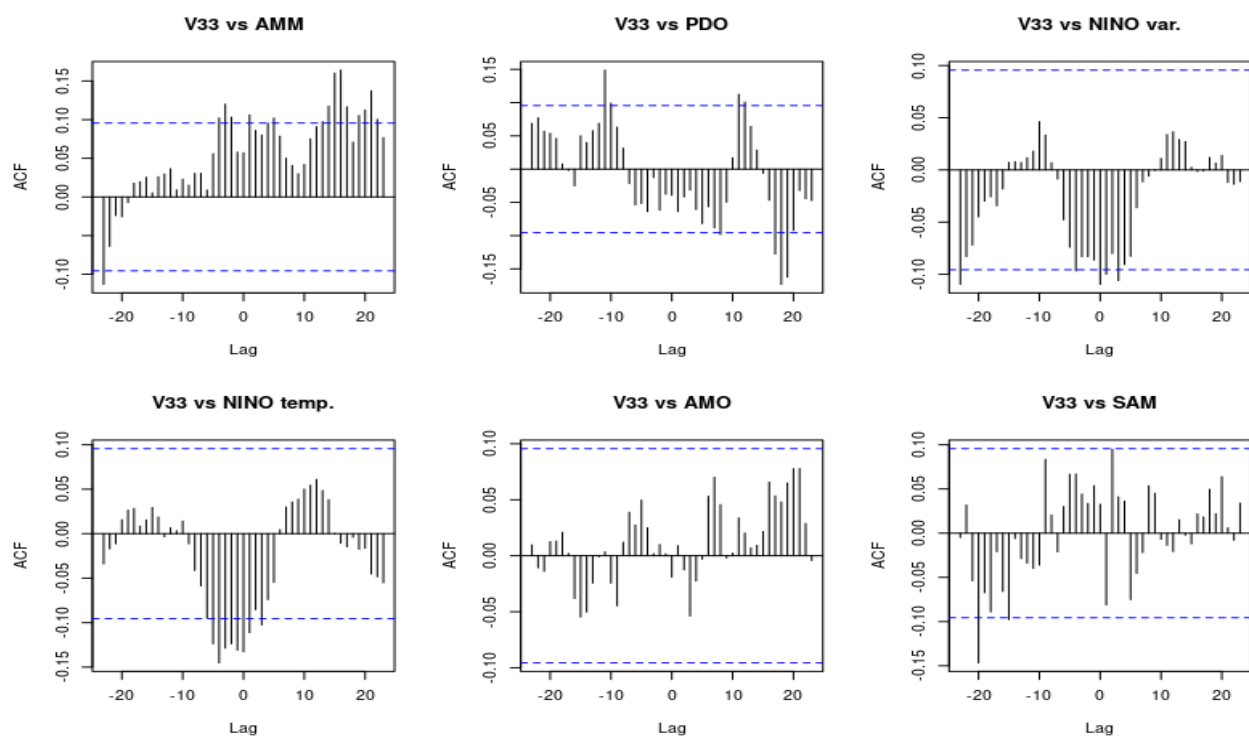


Figura B.42 CCF série V33 x modos

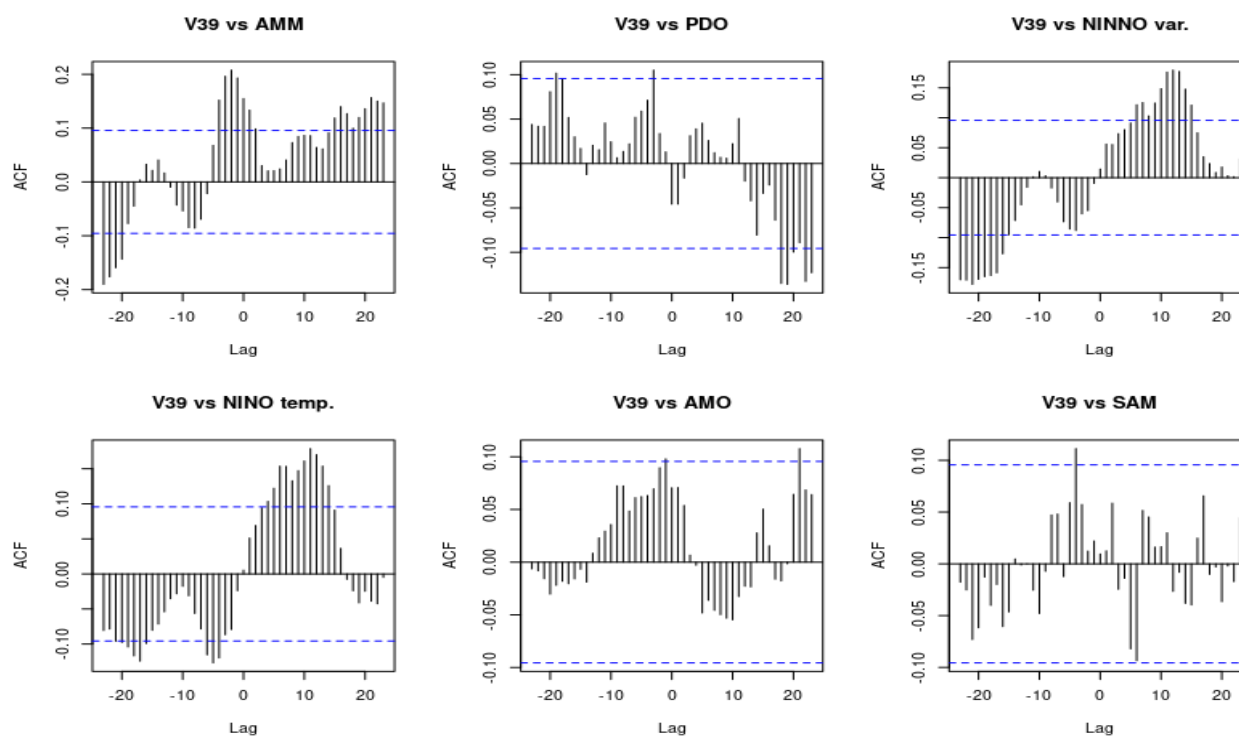


Figura B.43 CCF série V39 x modos

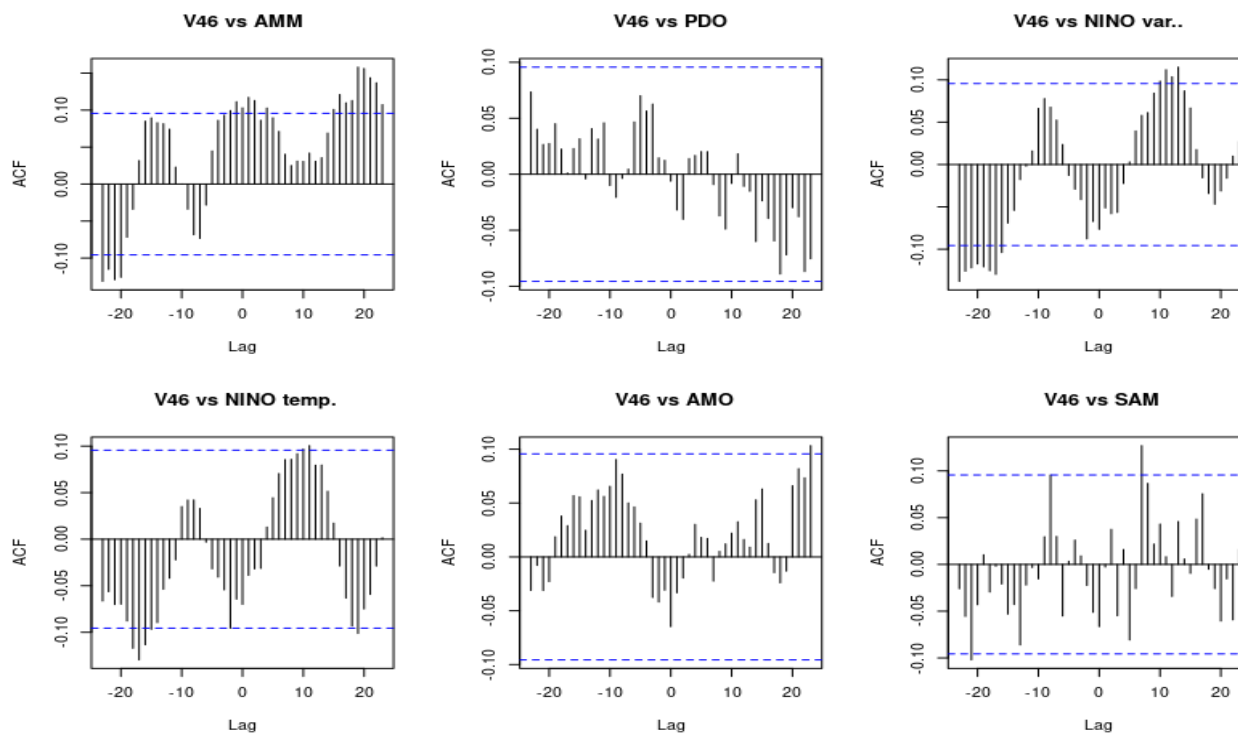


Figura B.44 CCF série V46 x modos

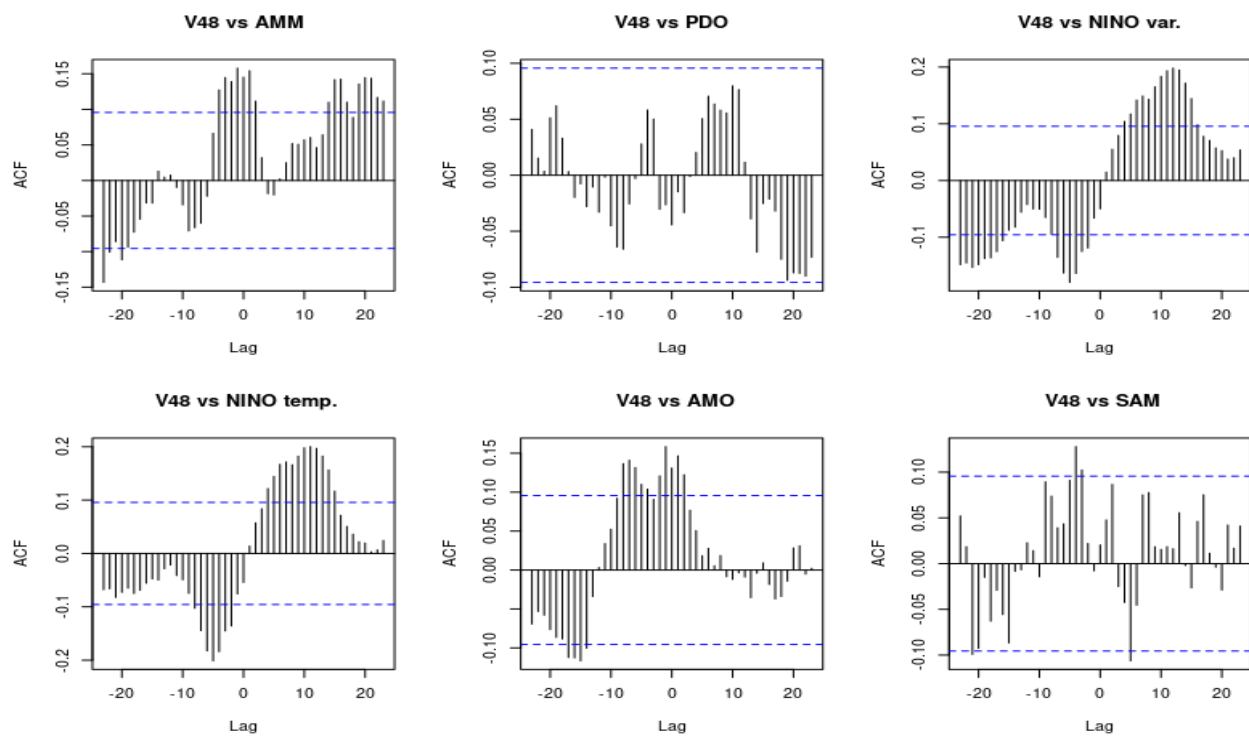


Figura B.45 CCF série V48 x modos

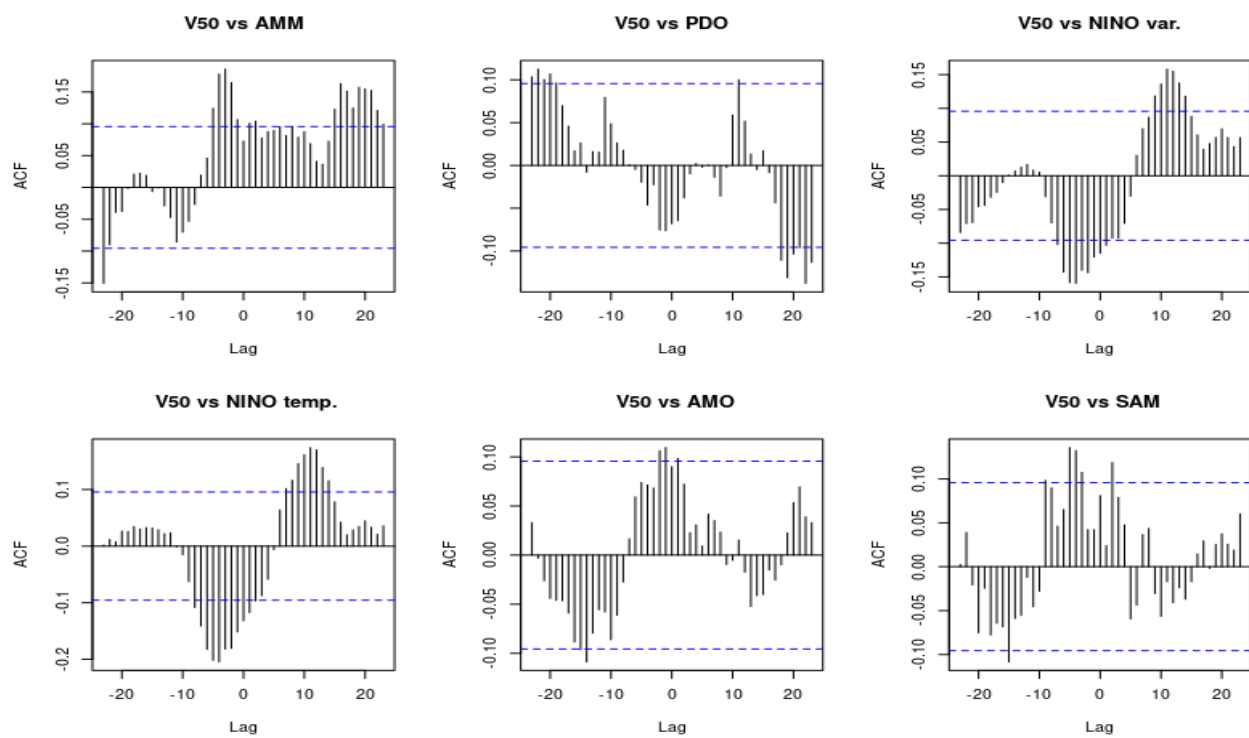


Figura B.46 CCF série V50 x modos

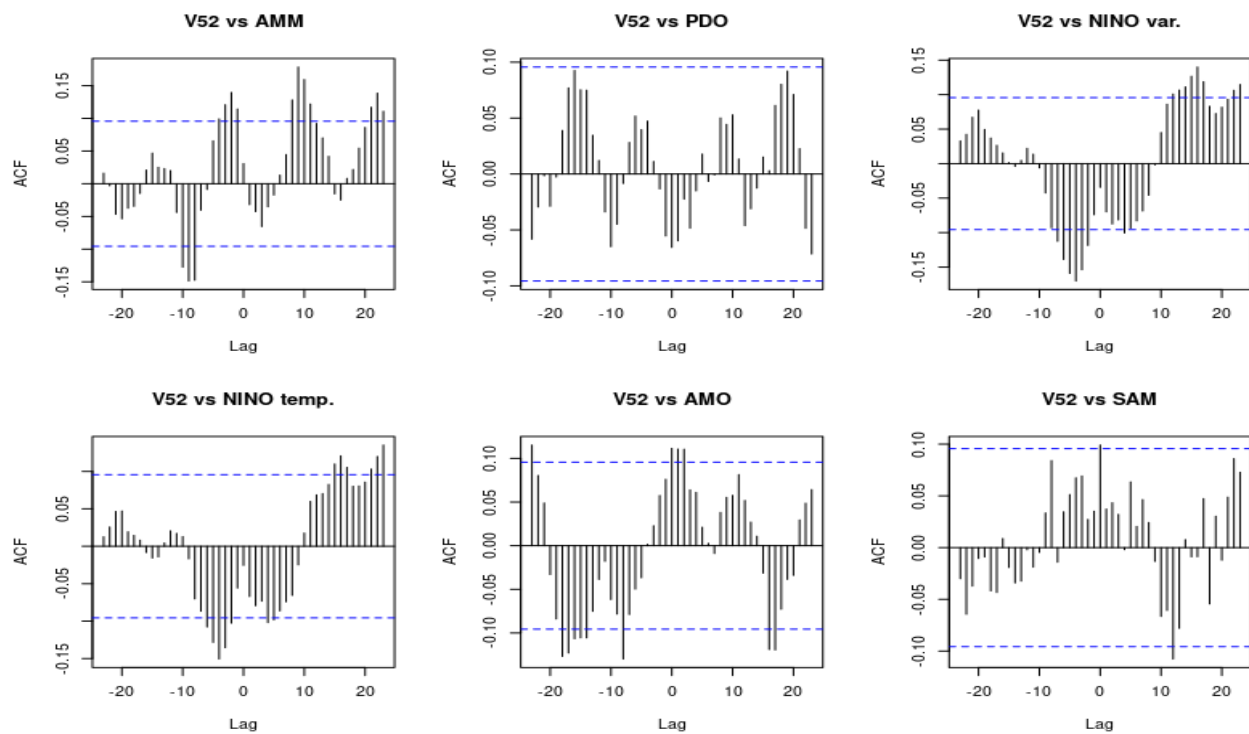


Figura B.47 CCF série V52 x modos

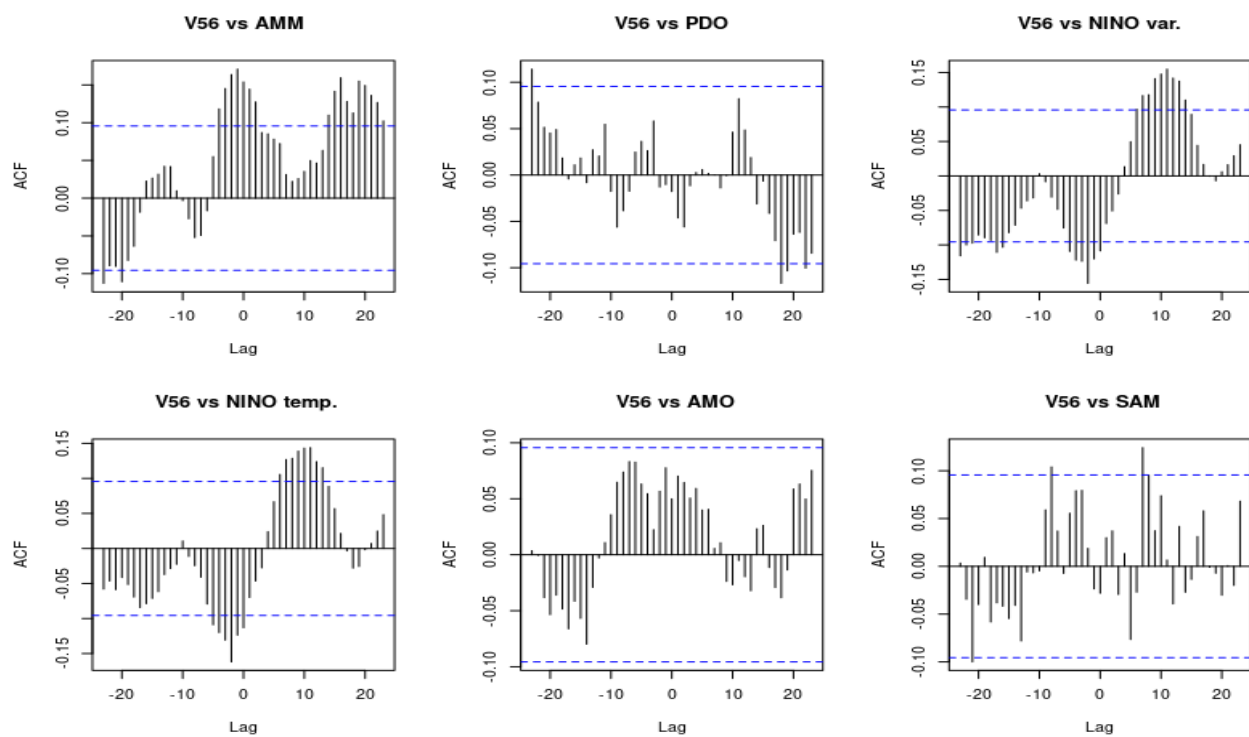


Figura B.48 CCF série V56 x modos

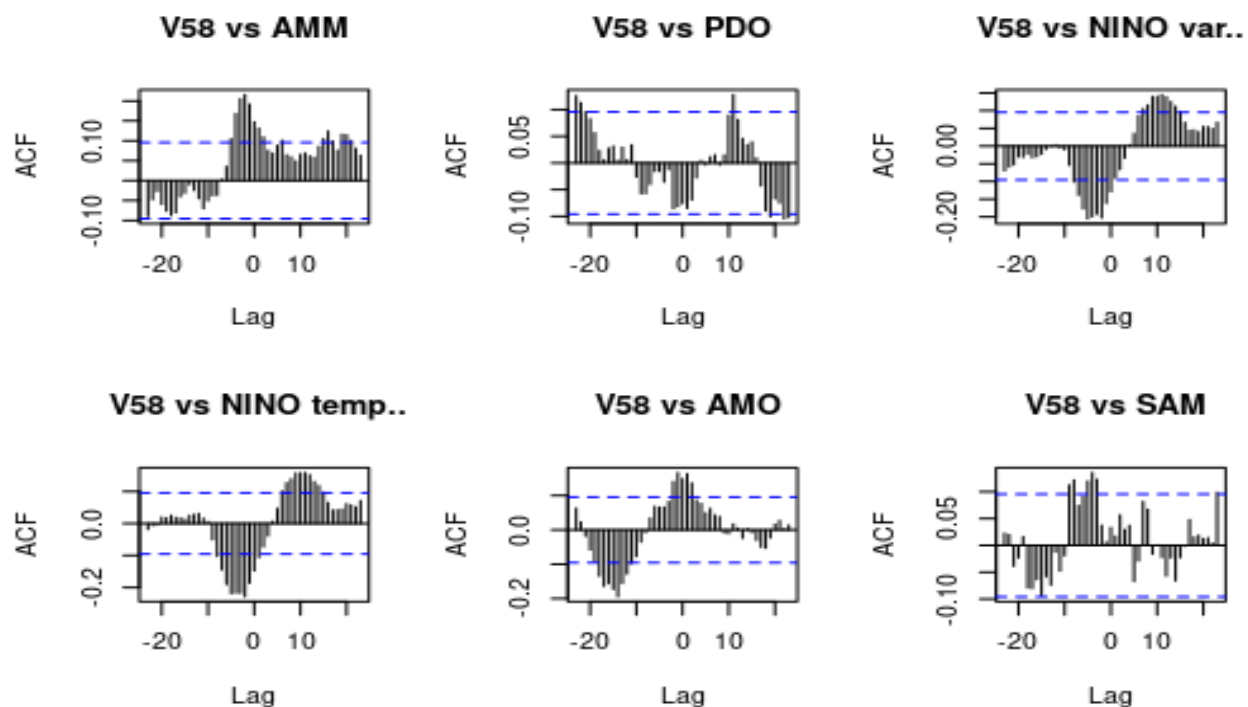


Figura B.49 CCF série V58 x modos

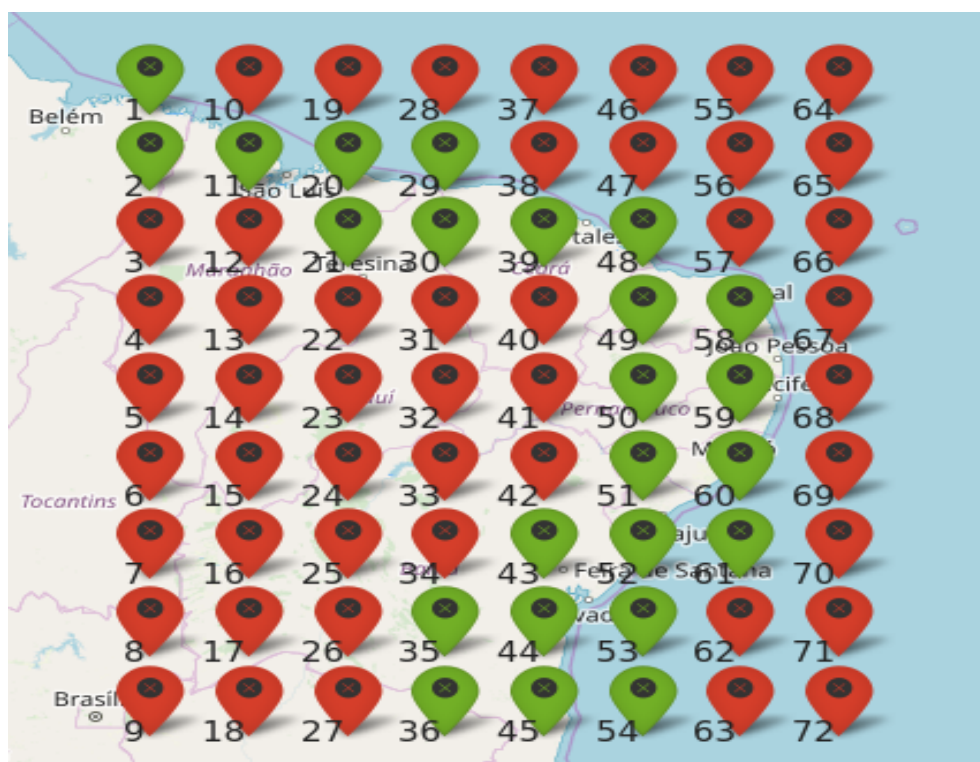


Figura B.50 Valores em verde correspondem ao R^2 maior que 35% para o Modelo 1

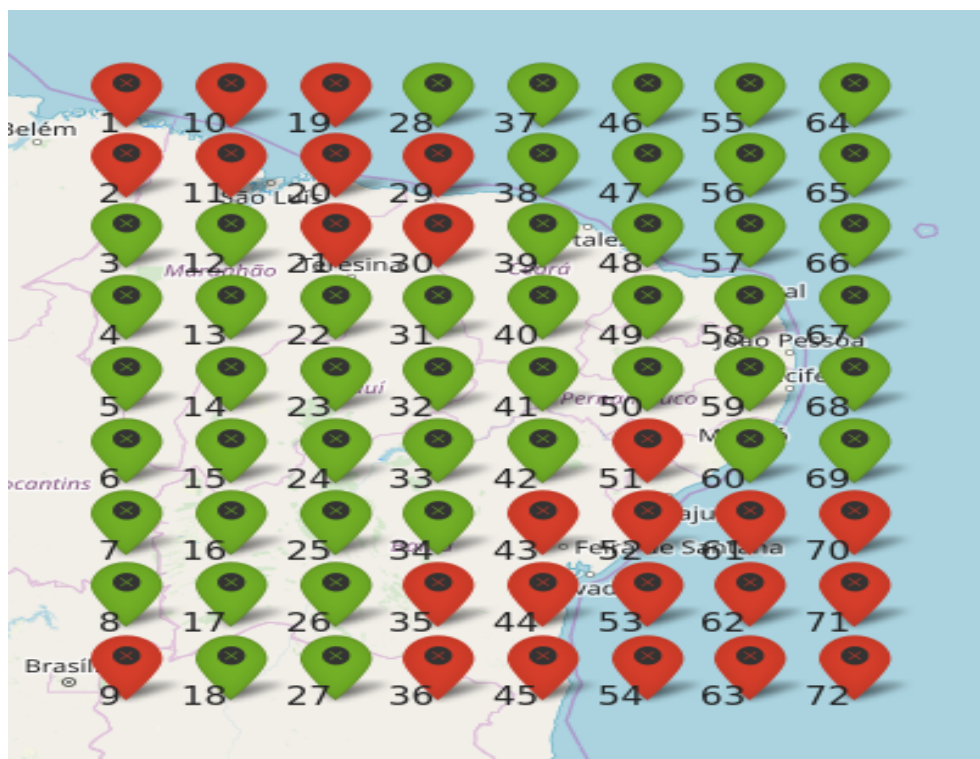


Figura B.51 Valores em verde correspondem ao R^2 maior que 35% para o Modelo 2

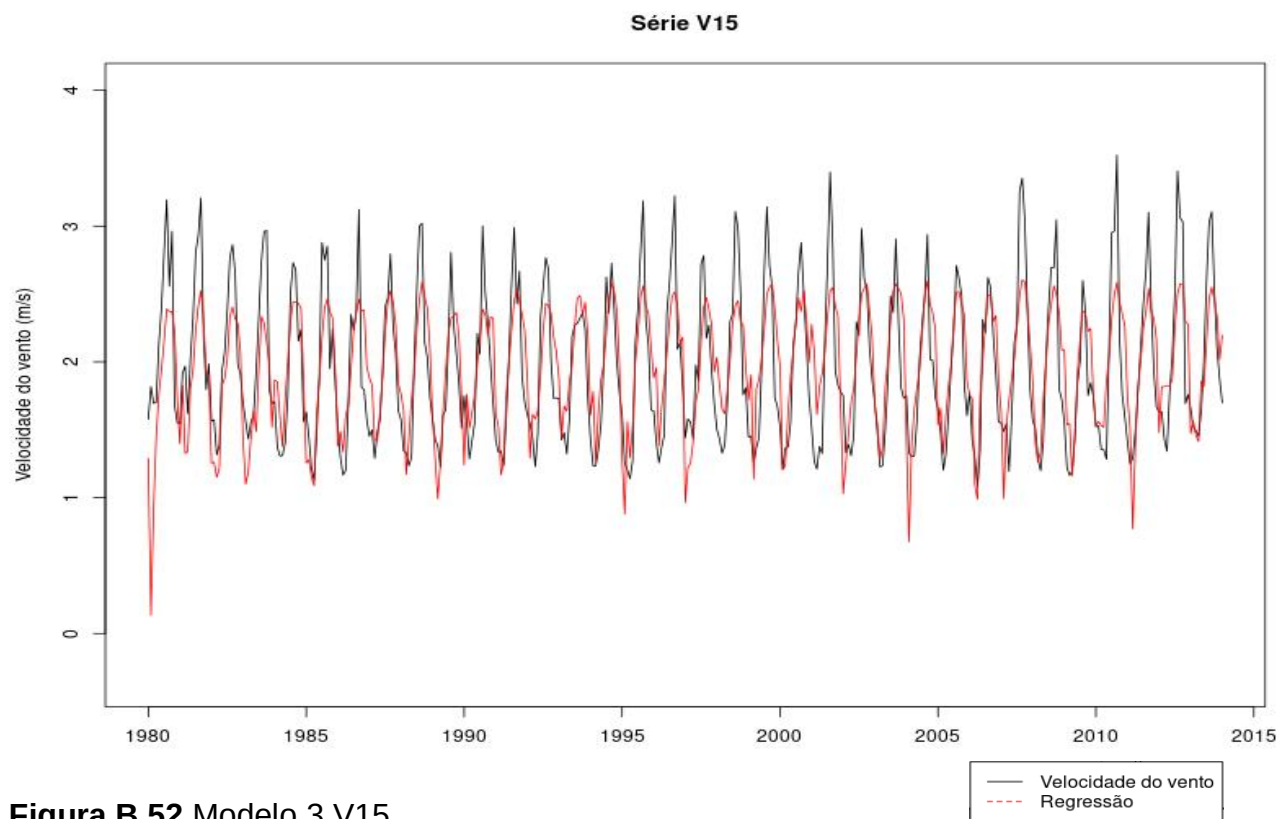


Figura B.52 Modelo 3 V15

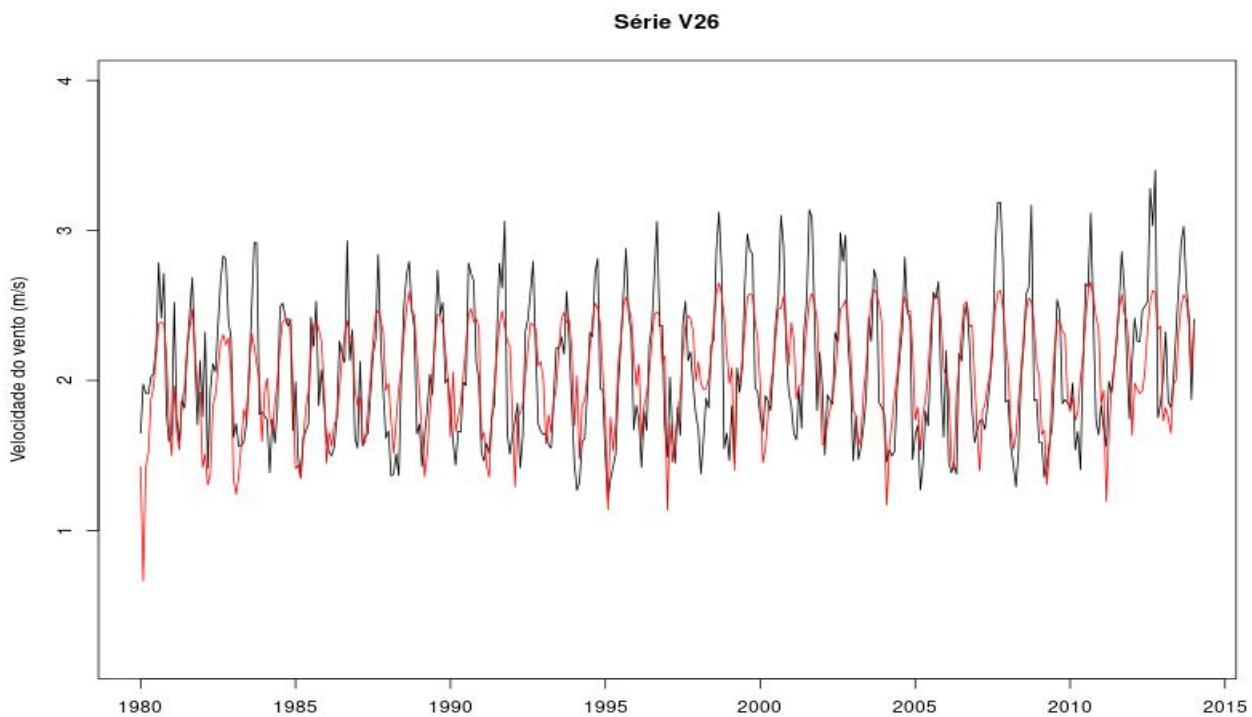


Figura B.53 Modelo 3 V26

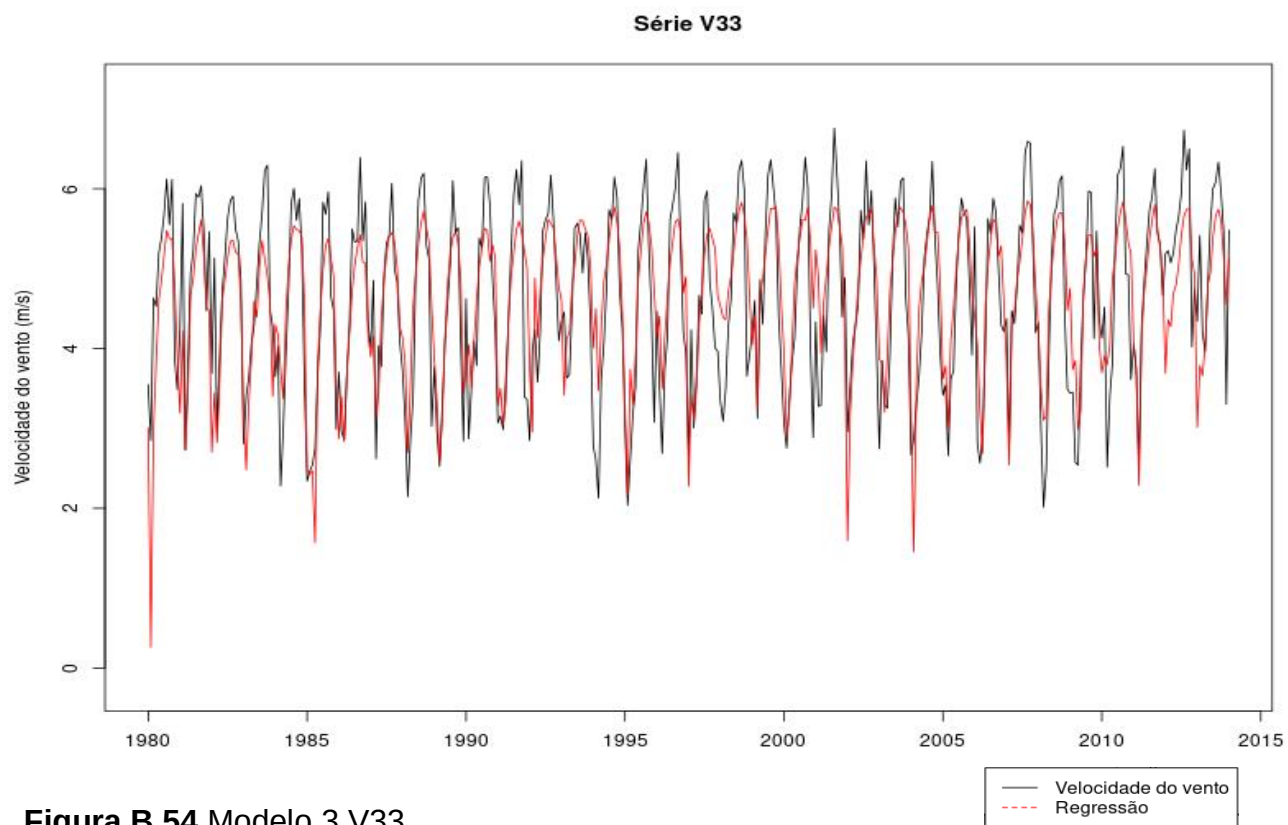


Figura B.54 Modelo 3 V33

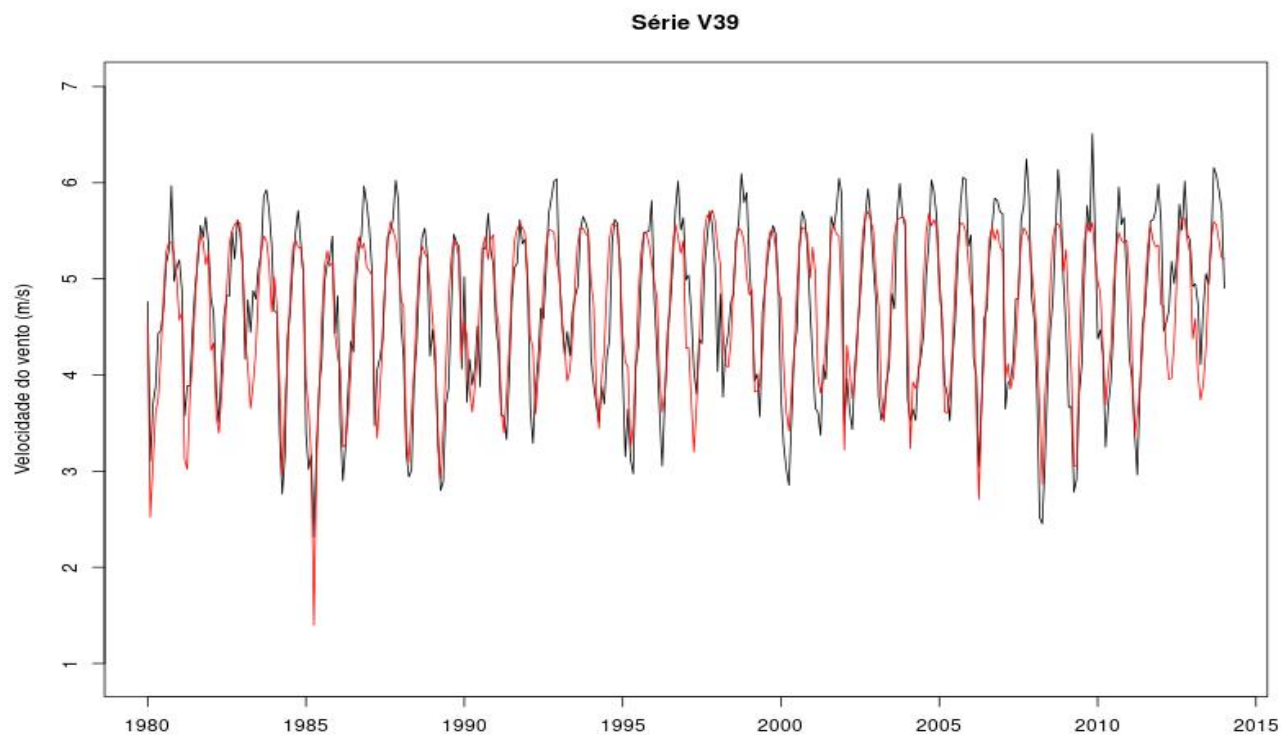


Figura B.55 Modelo 3 V39

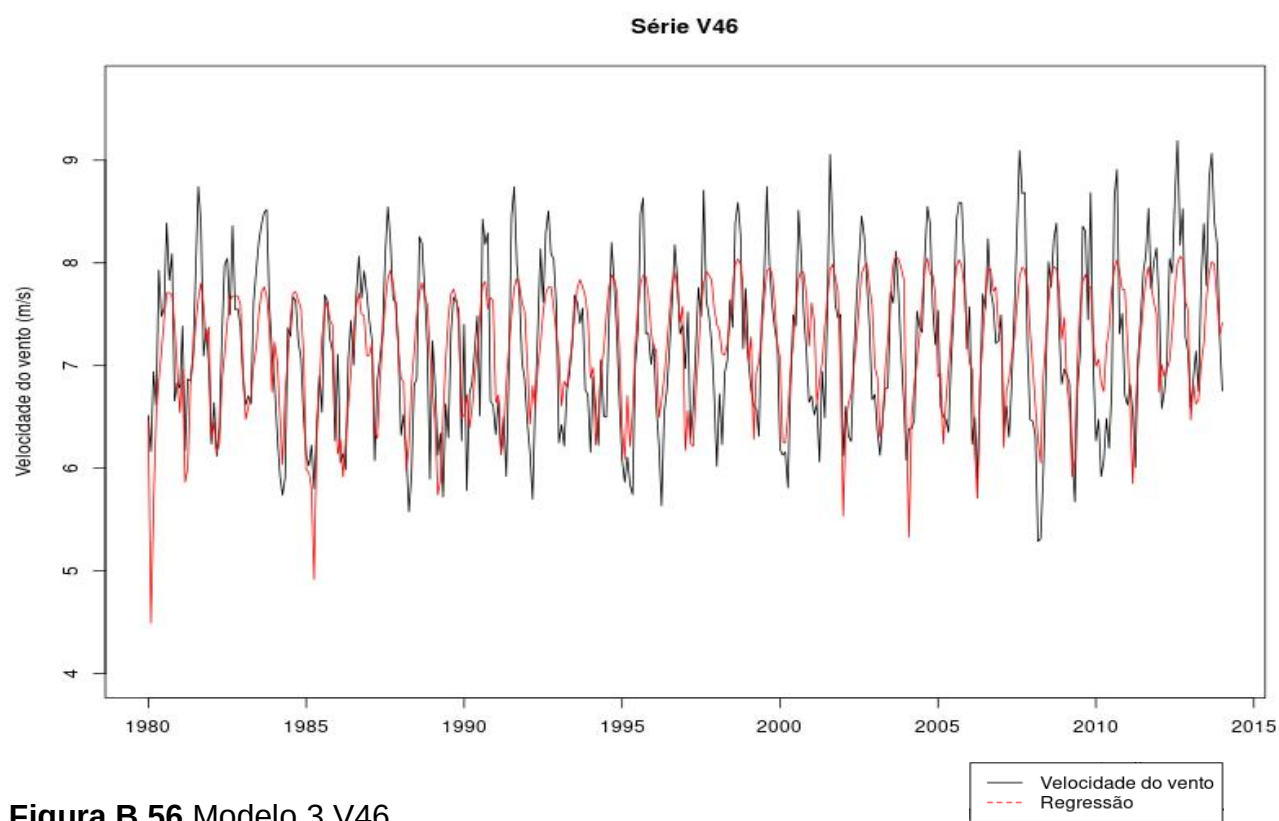


Figura B.56 Modelo 3 V46

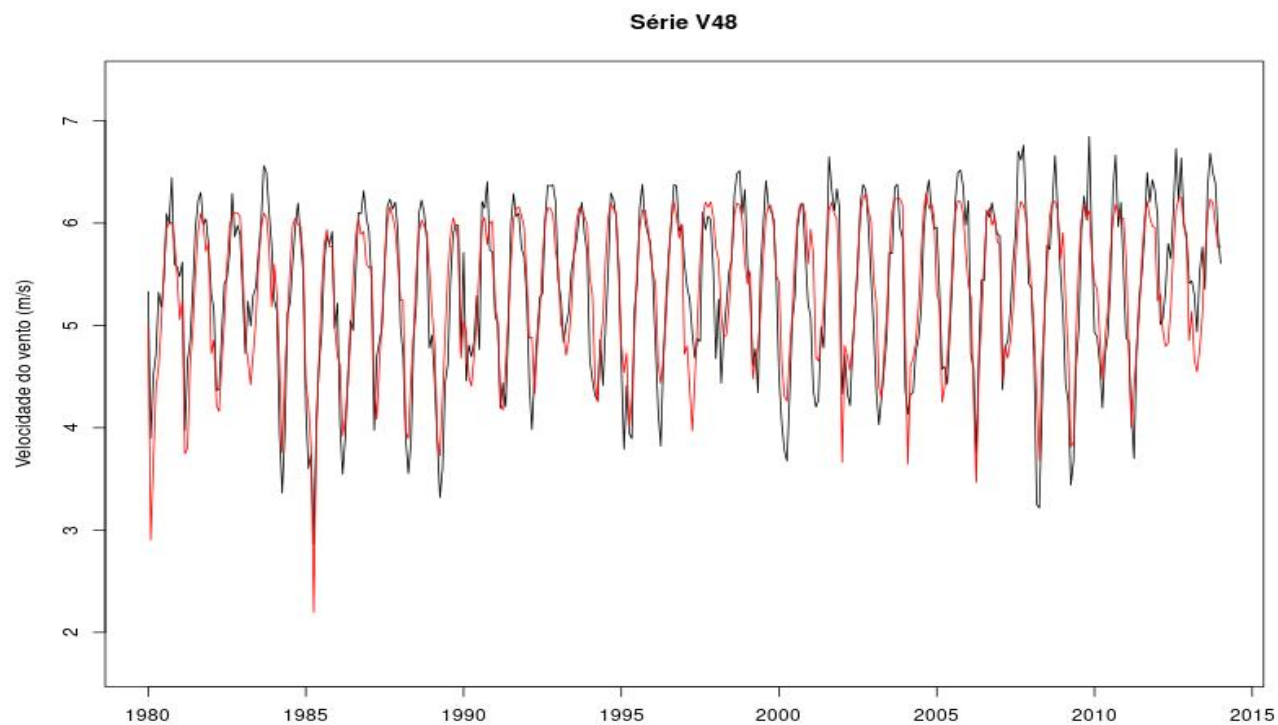


Figura B.57 Modelo 3 V48

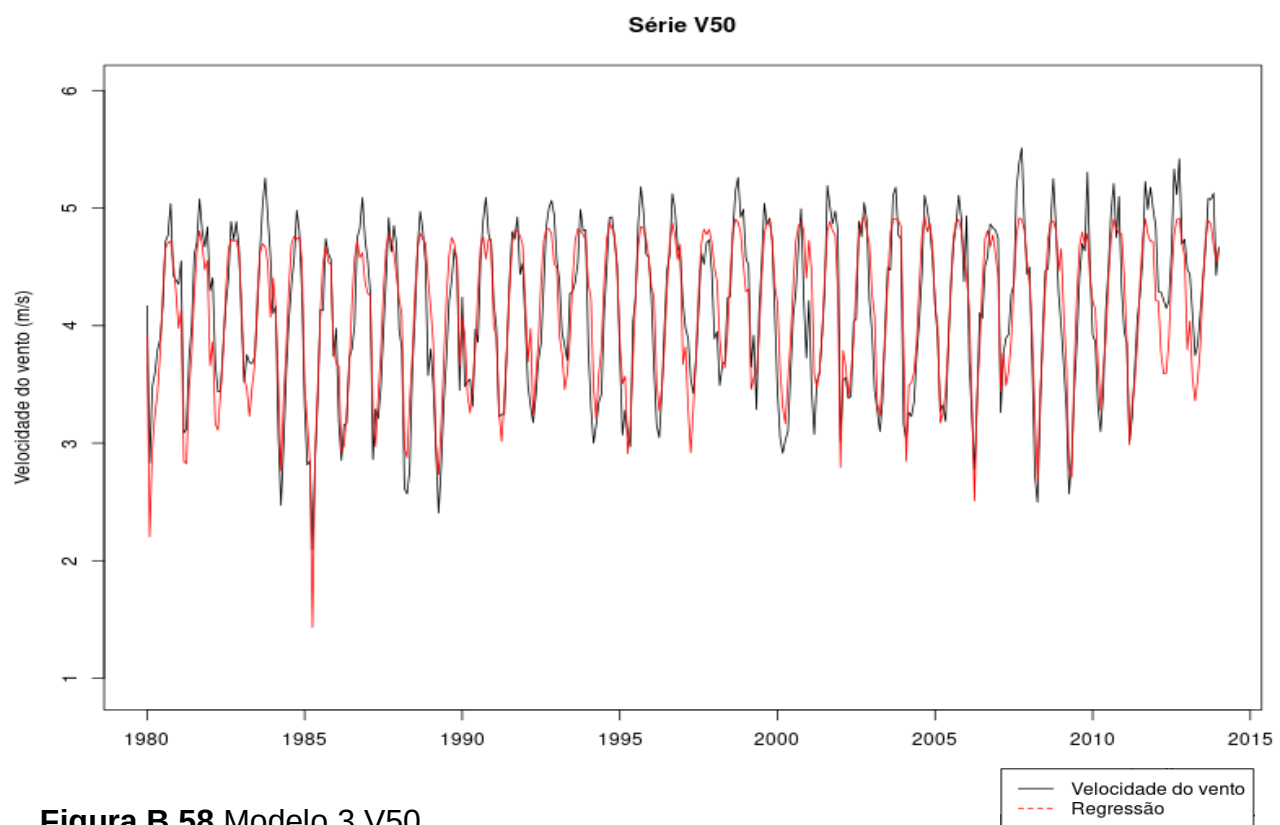


Figura B.58 Modelo 3 V50

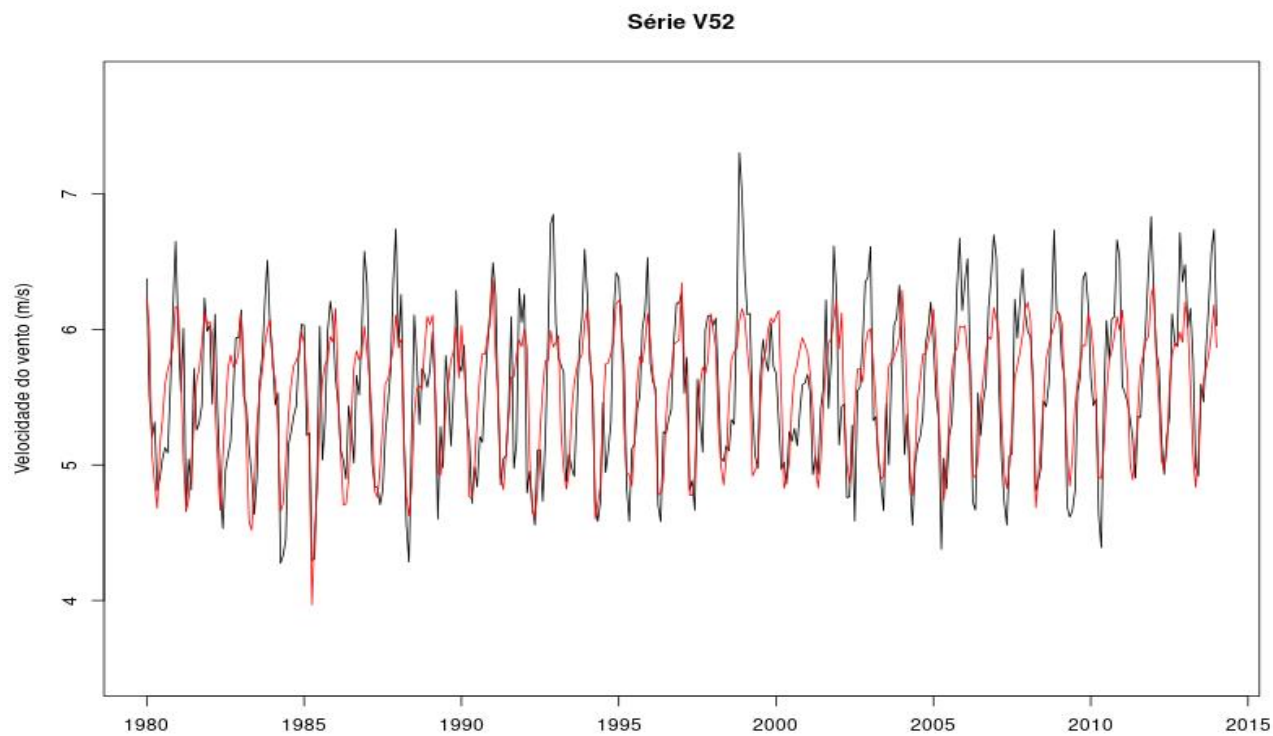


Figura B.59 Modelo 3 V52

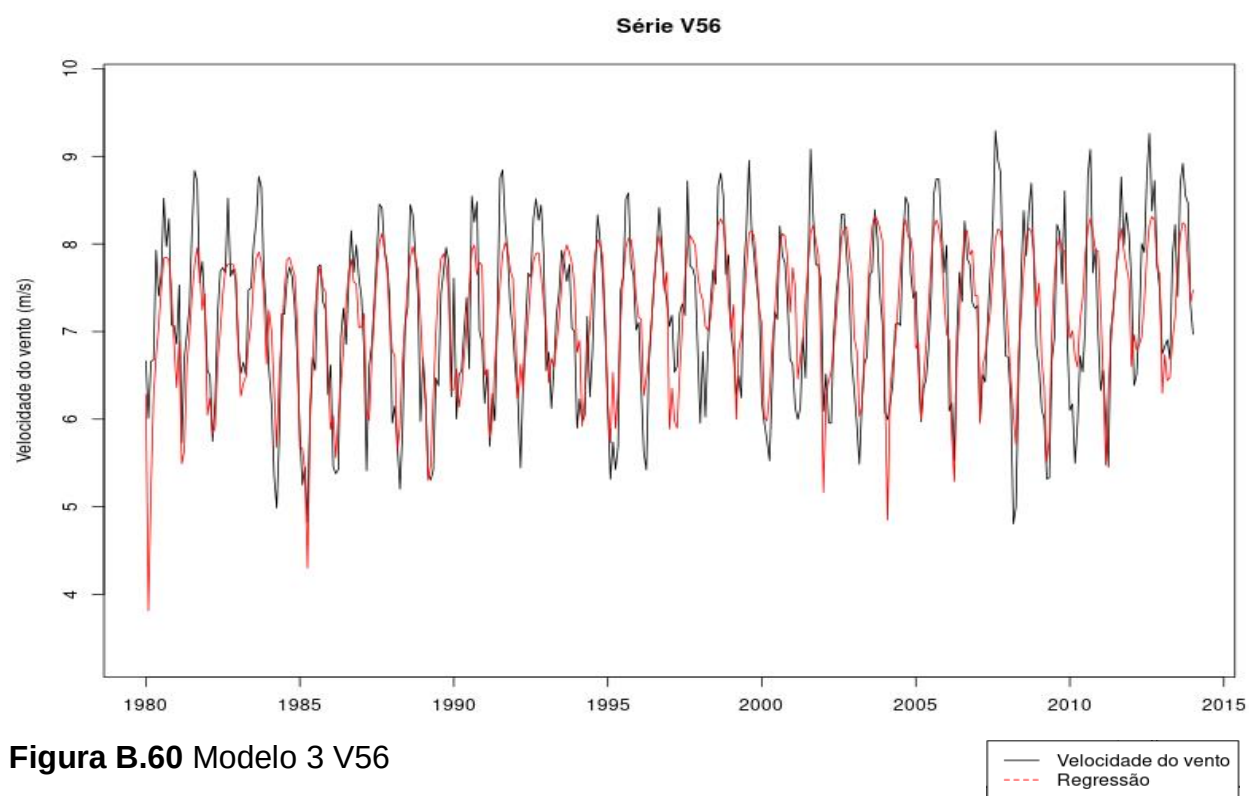


Figura B.60 Modelo 3 V56

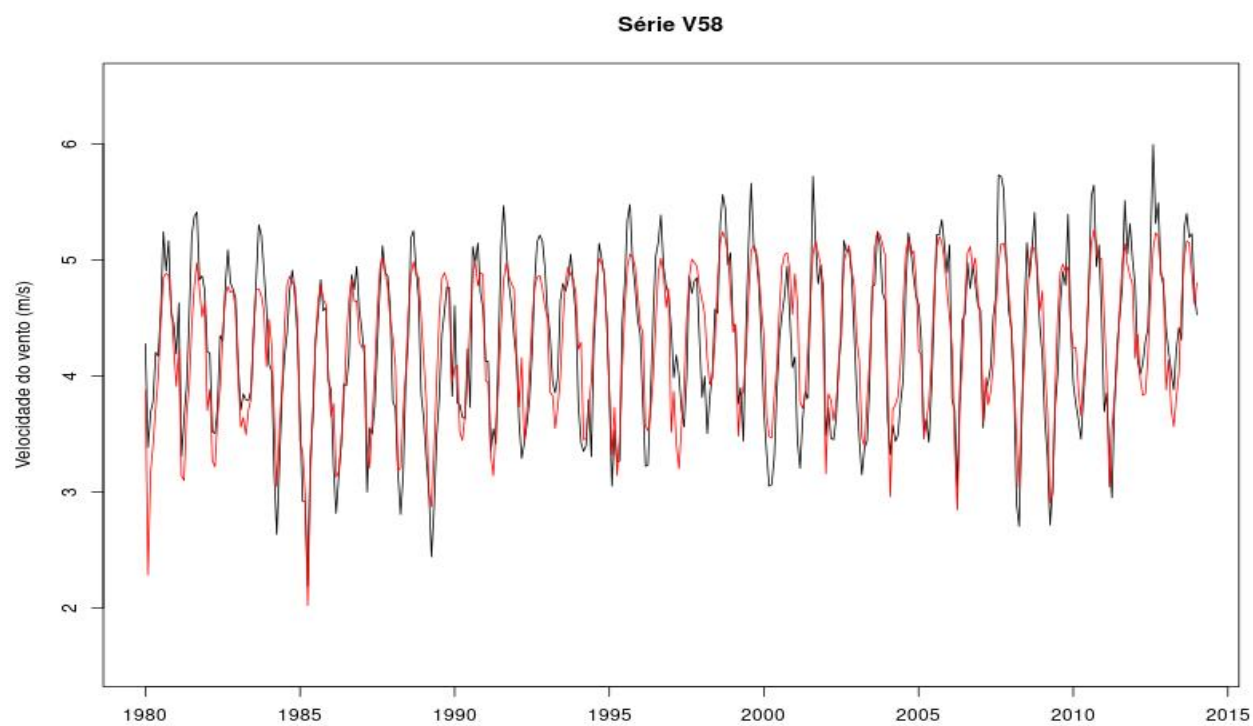


Figura B.61 Modelo 3 V58

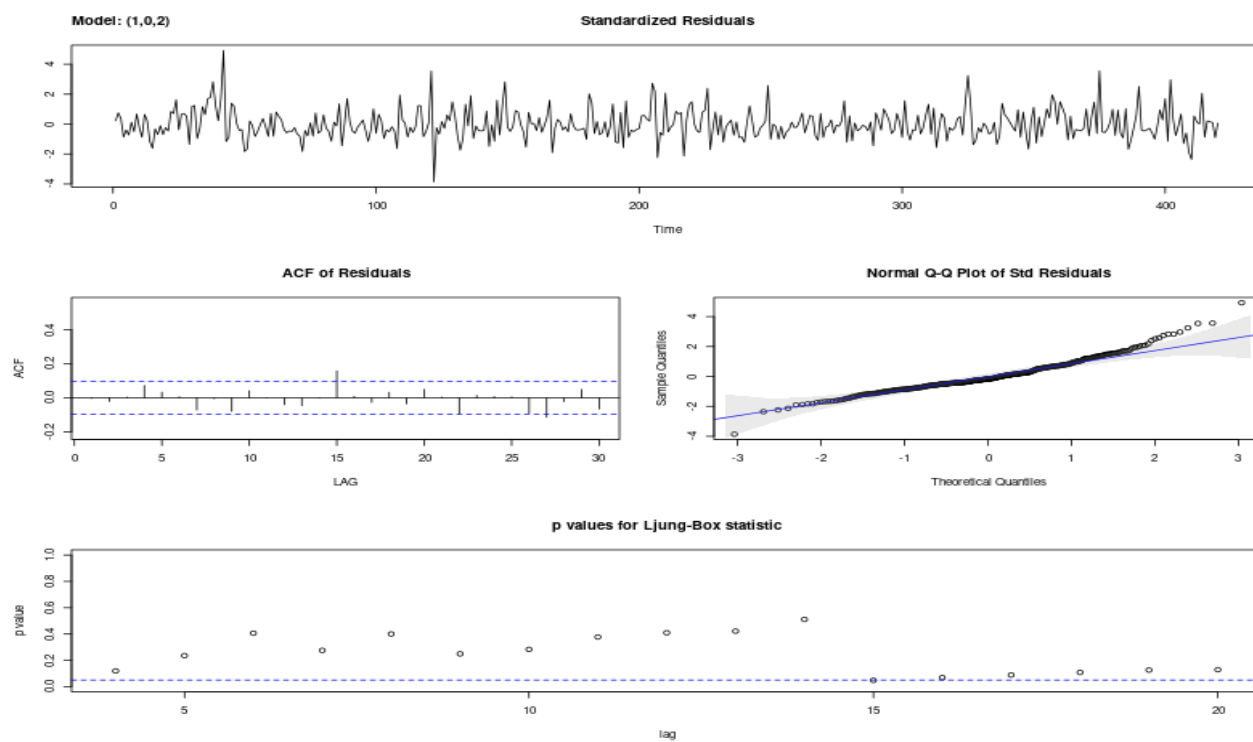


Figura B.62 ARIMA Itaipú

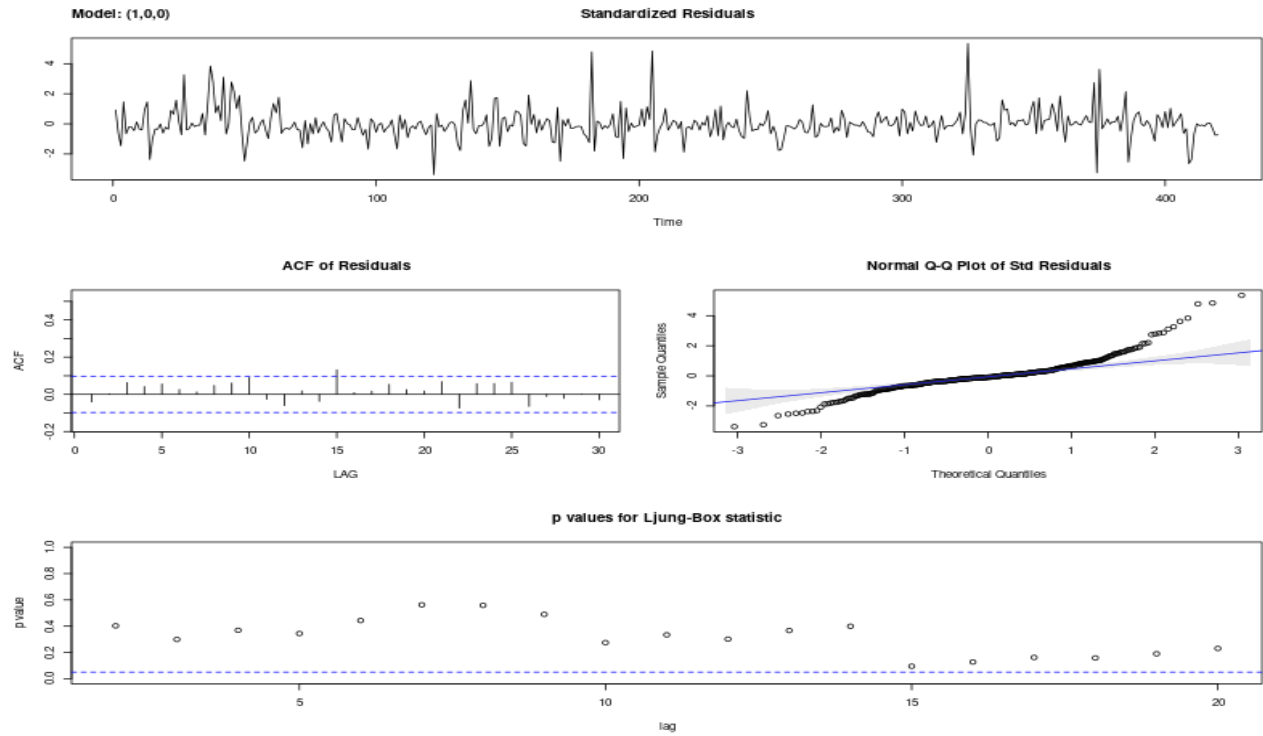


Figura B.63 ARIMA Marimbondo

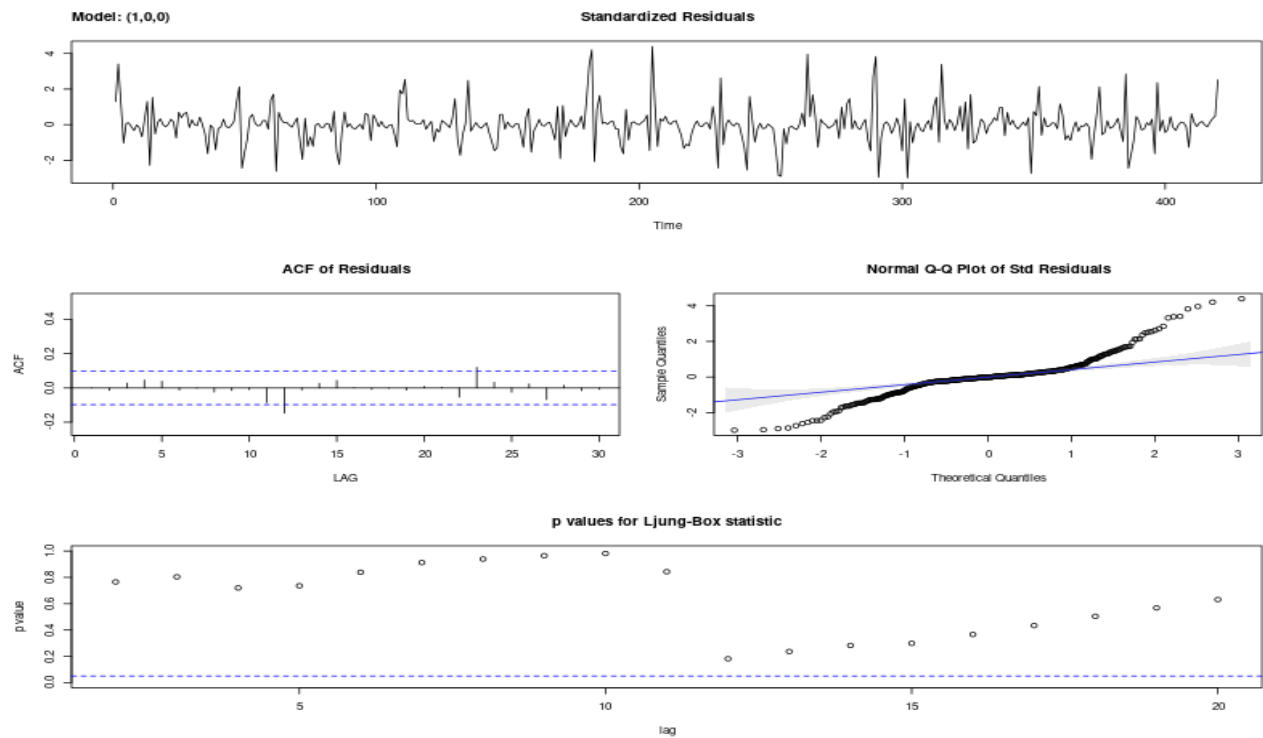


Figura B.64 ARIMA Manso

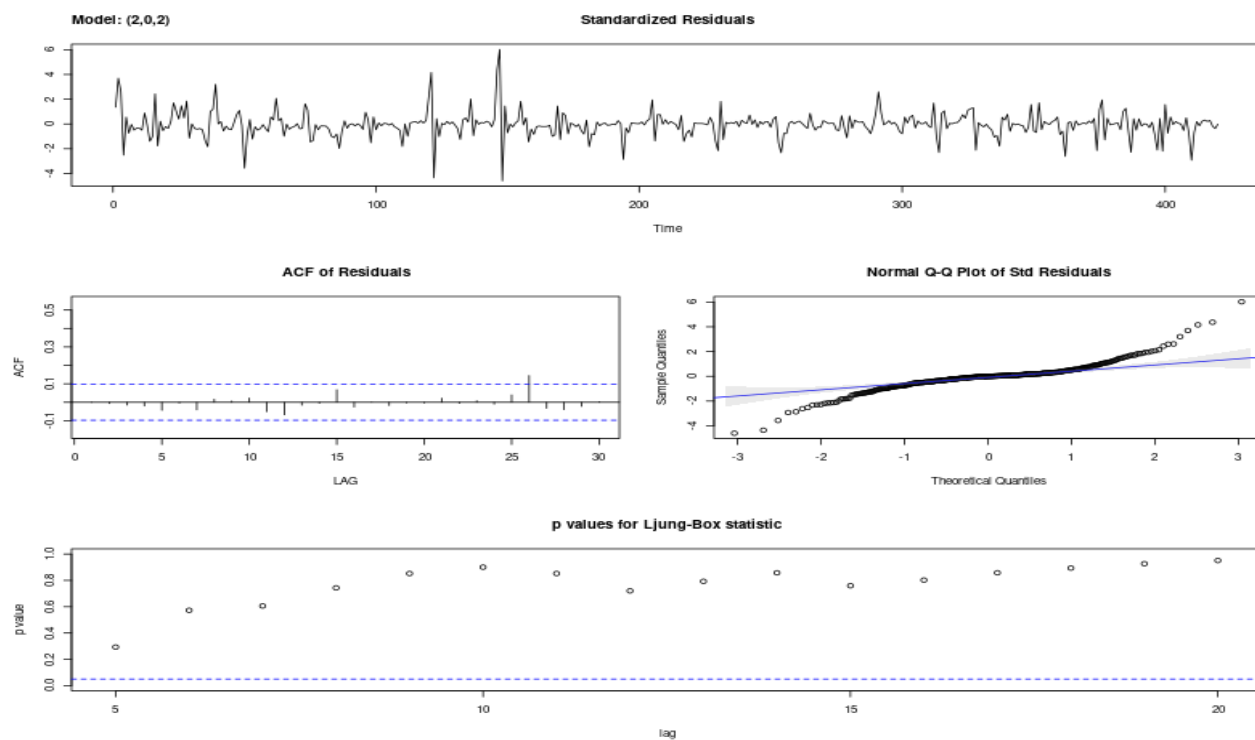


Figura B.65 ARIMA Sobradinho

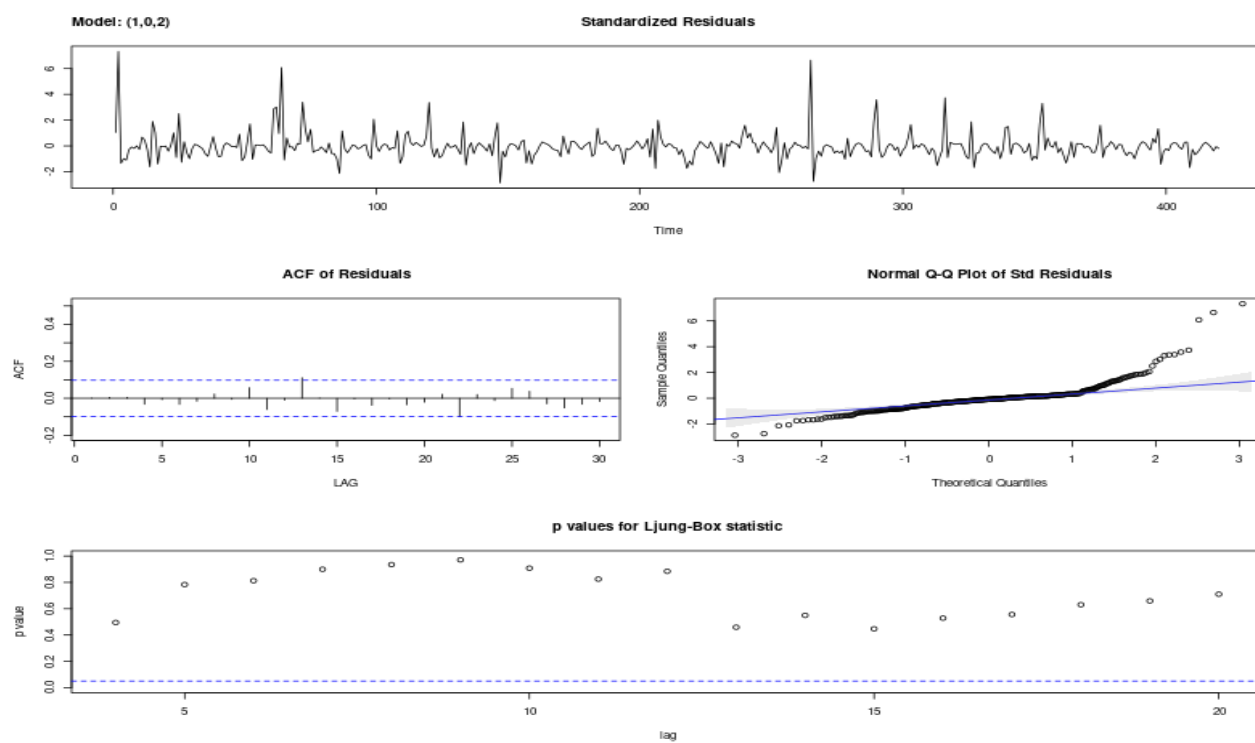


Figura B.66 ARIMA Boa esperanca

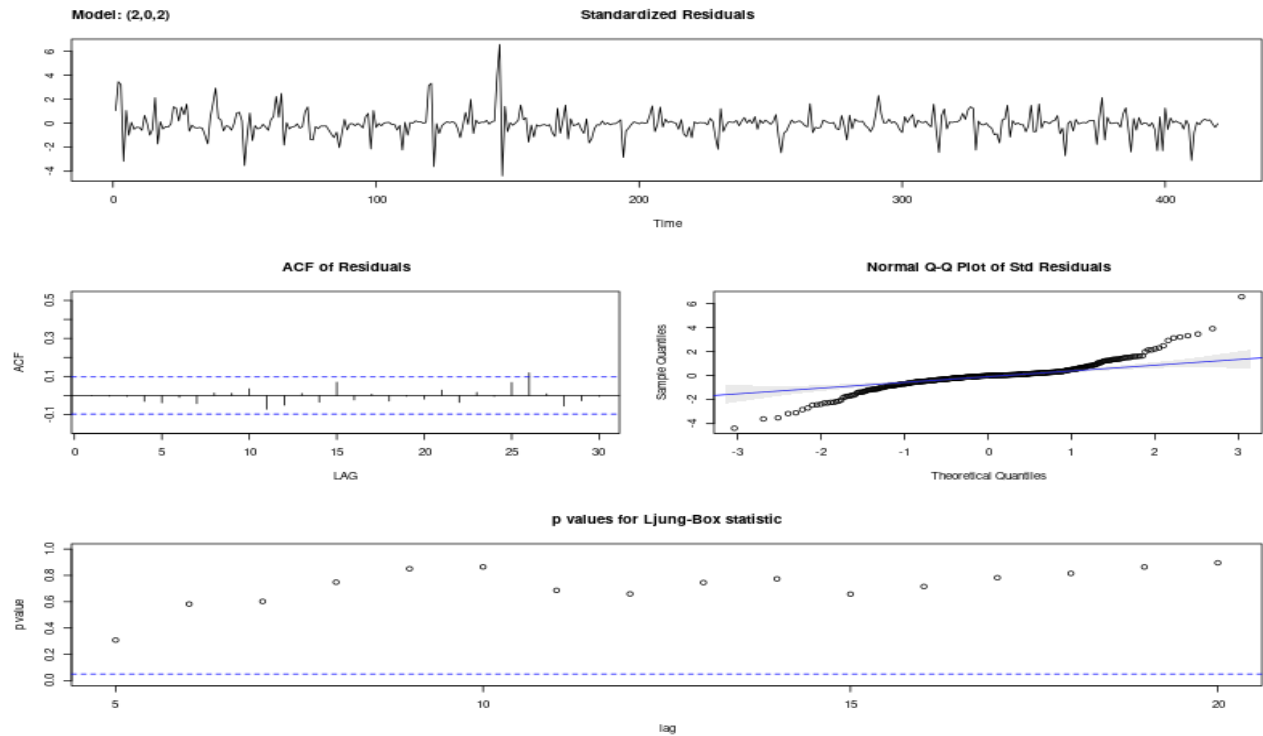


Figura B.67 ARIMA Xingó

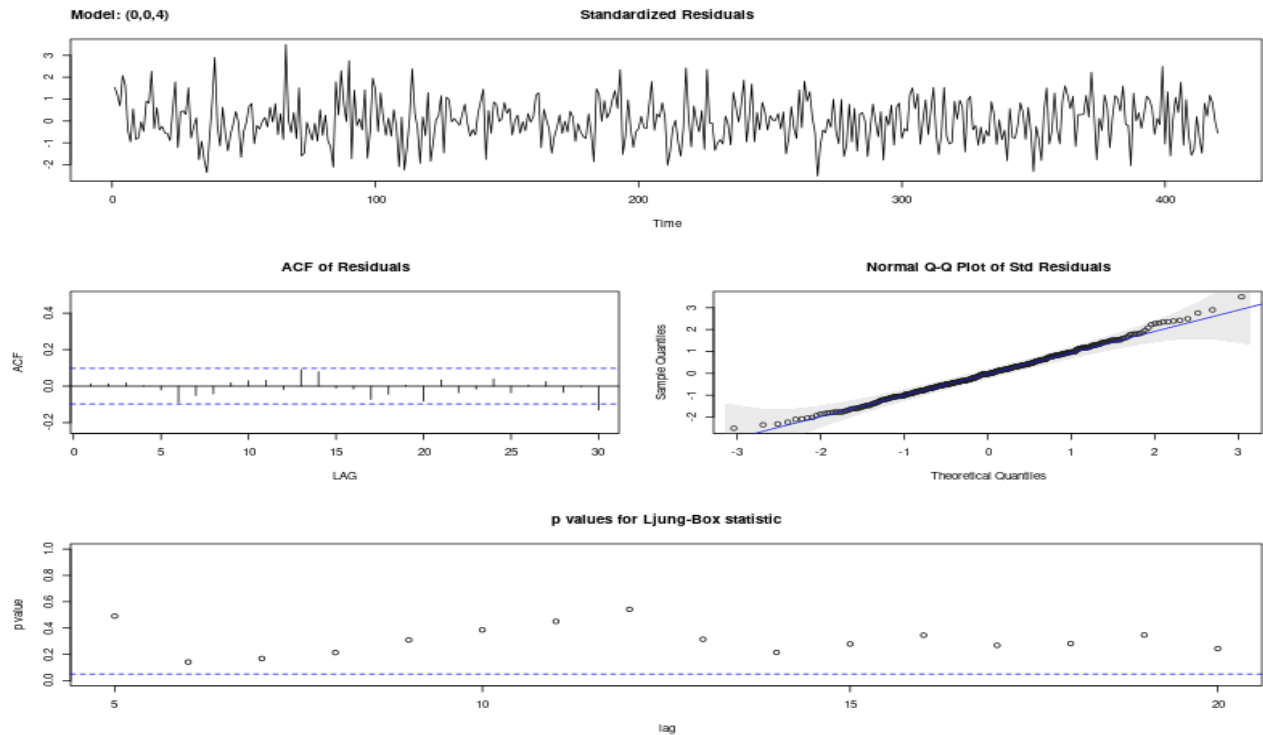


Figura B.68 ARIMA AMM

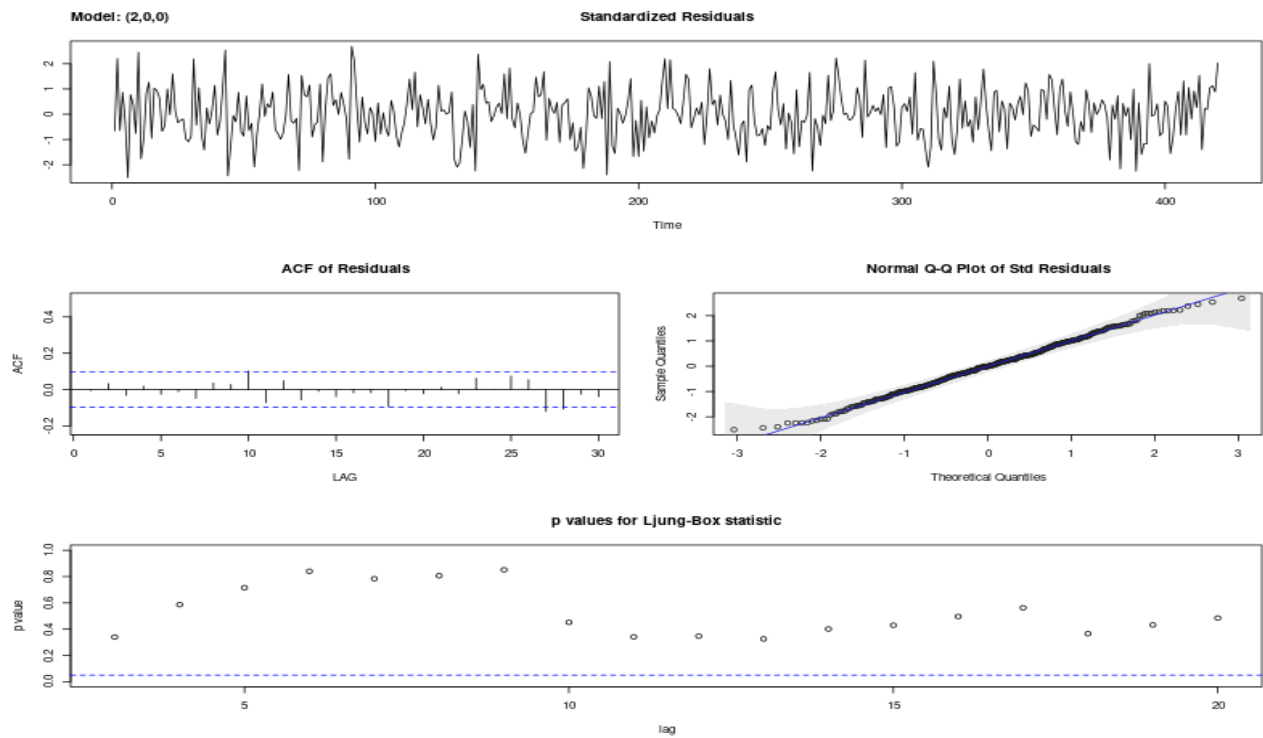


Figura B.69 ARIMA PDO

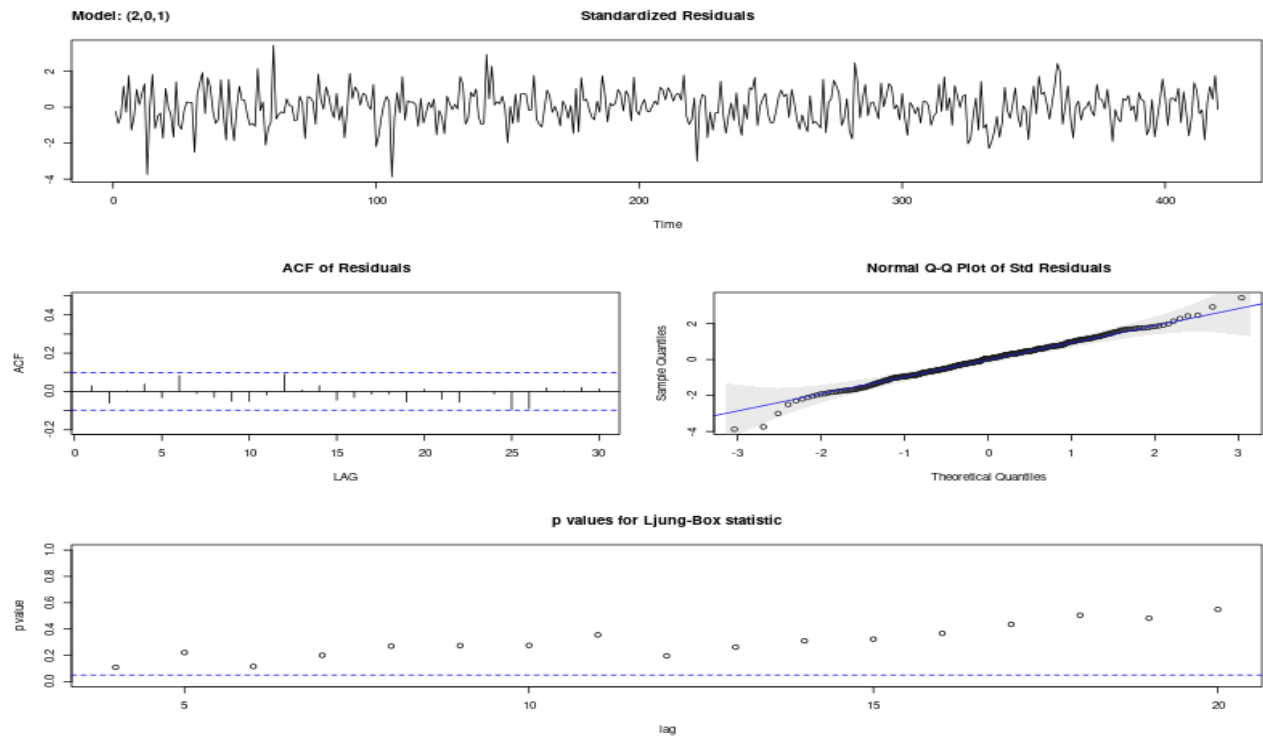


Figura B.70 ARIMA NINO TEMP.

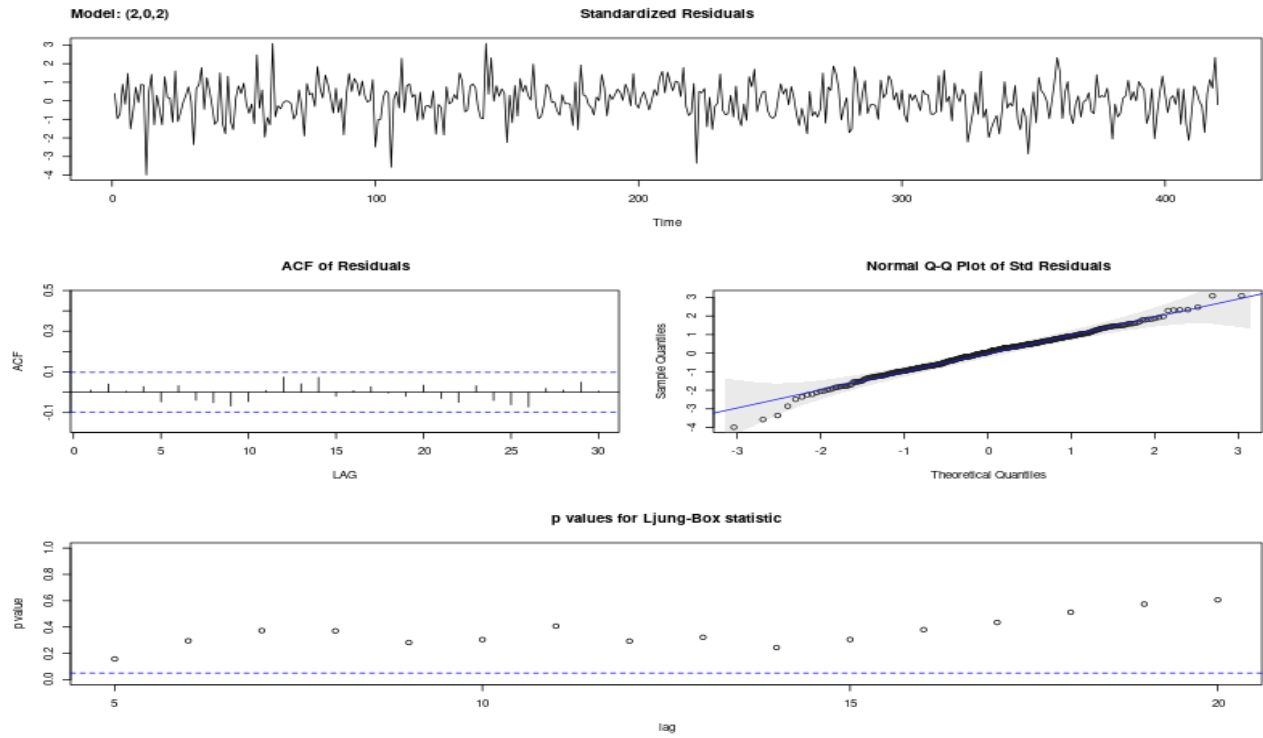


Figura B.71 ARIMA NINO VAR.

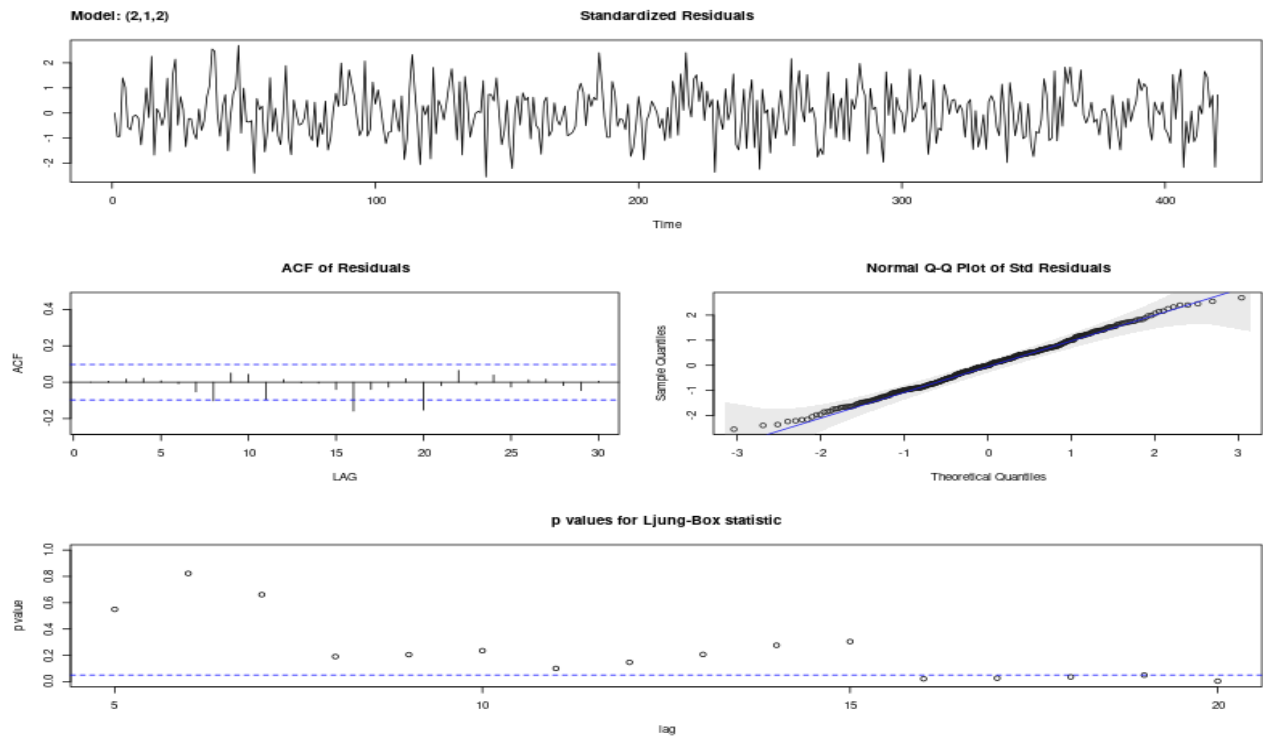


Figura B.72 ARIMA AMO

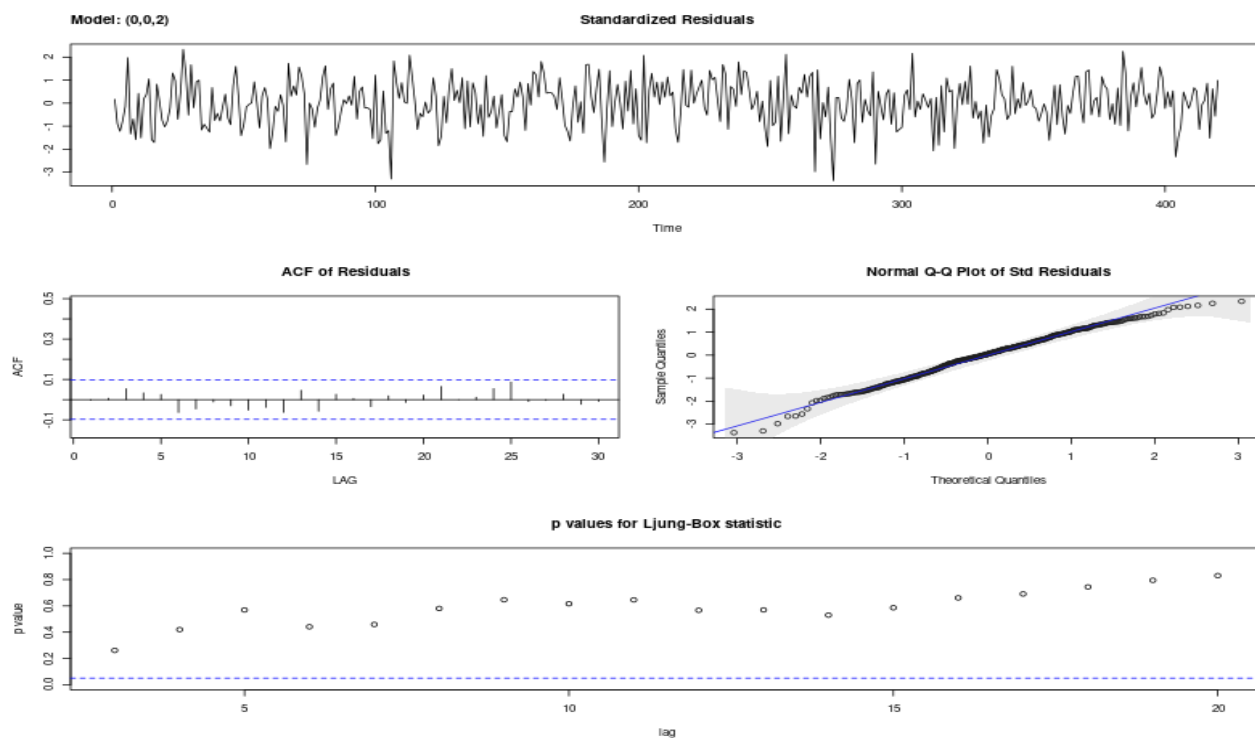


Figura B.73 ARIMA SAM

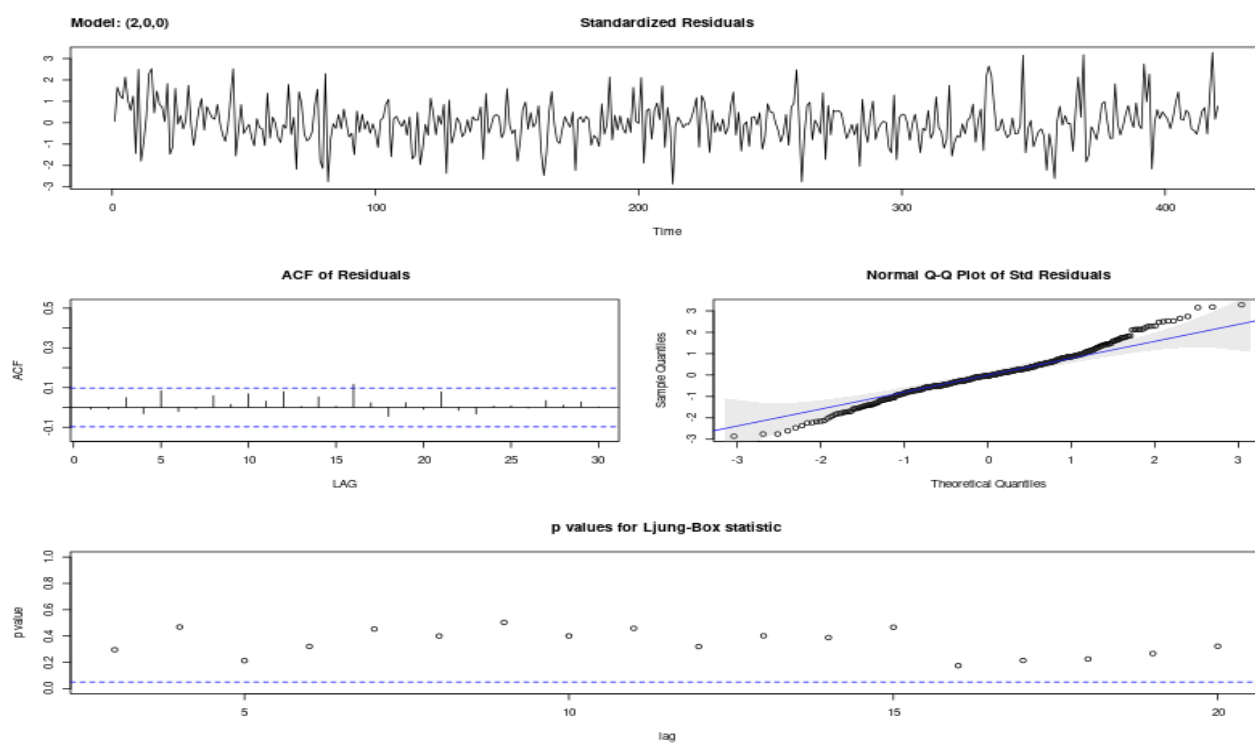


Figura B.74 ARIMA V15, sem vazão como explicativa

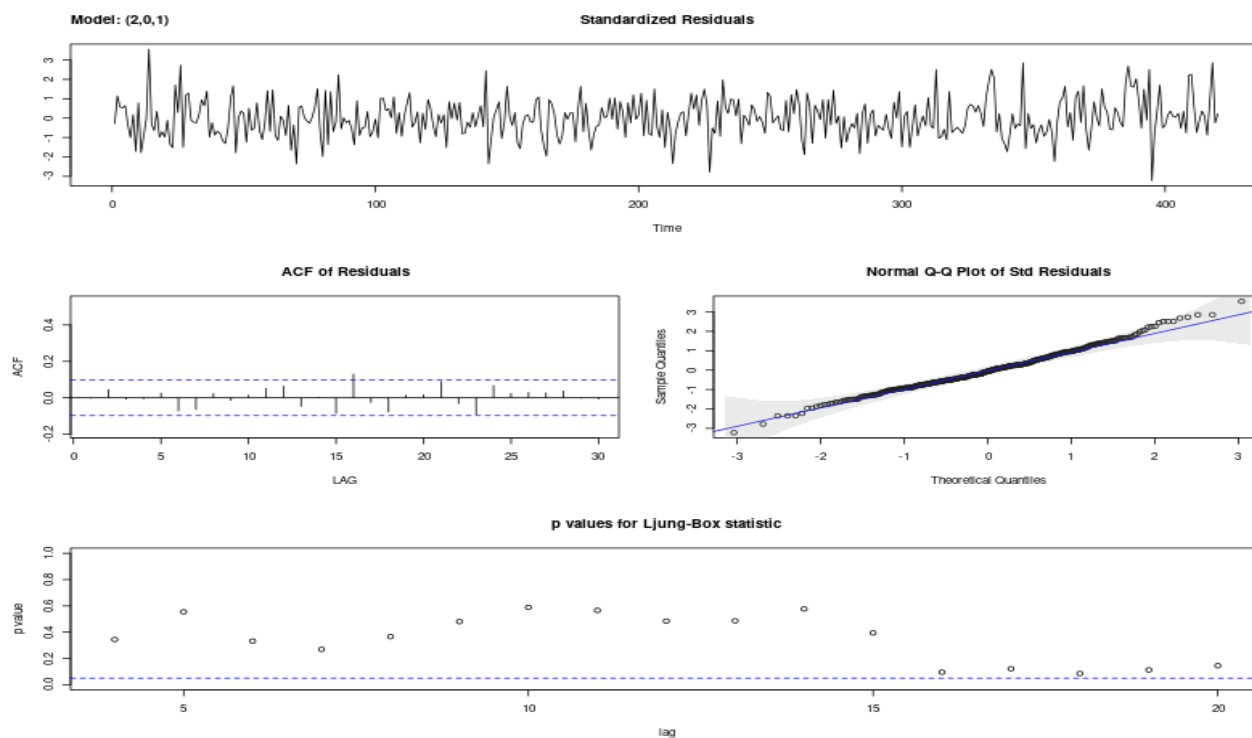


Figura B.75 ARIMA V26, sem vazão como explicativa

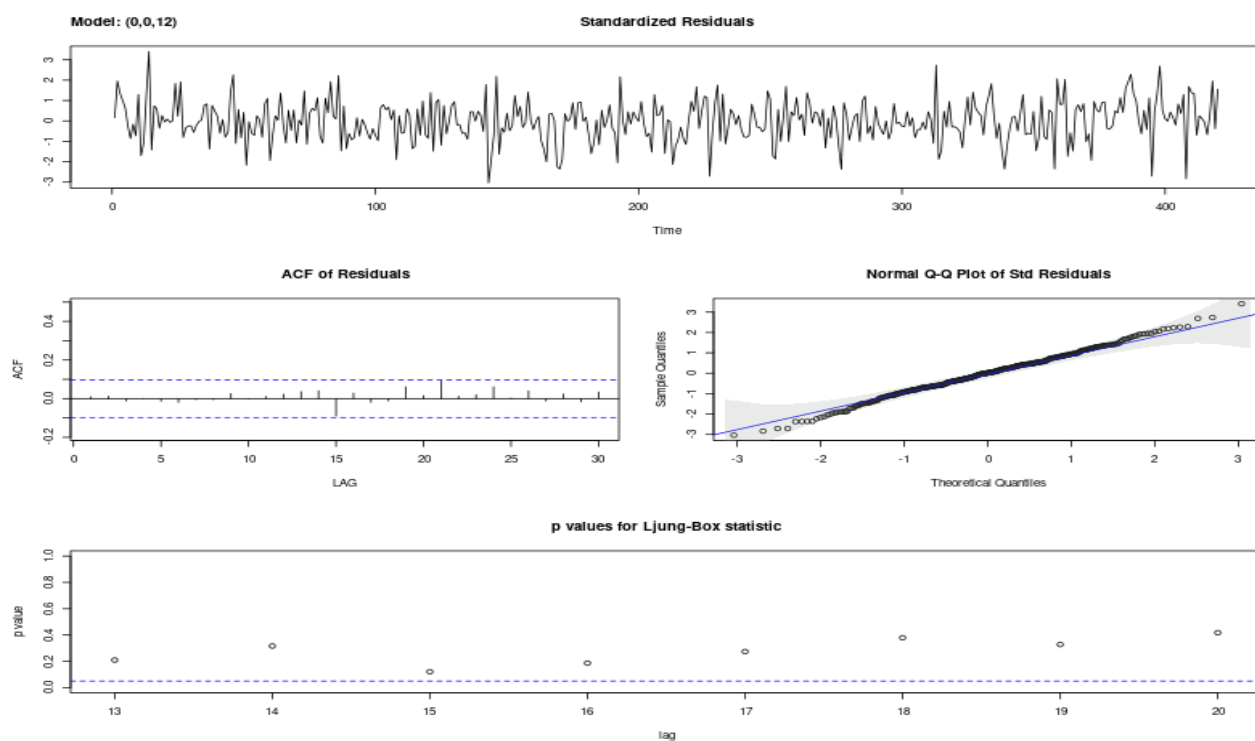


Figura B.76 ARIMA V33, sem vazão como explicativa

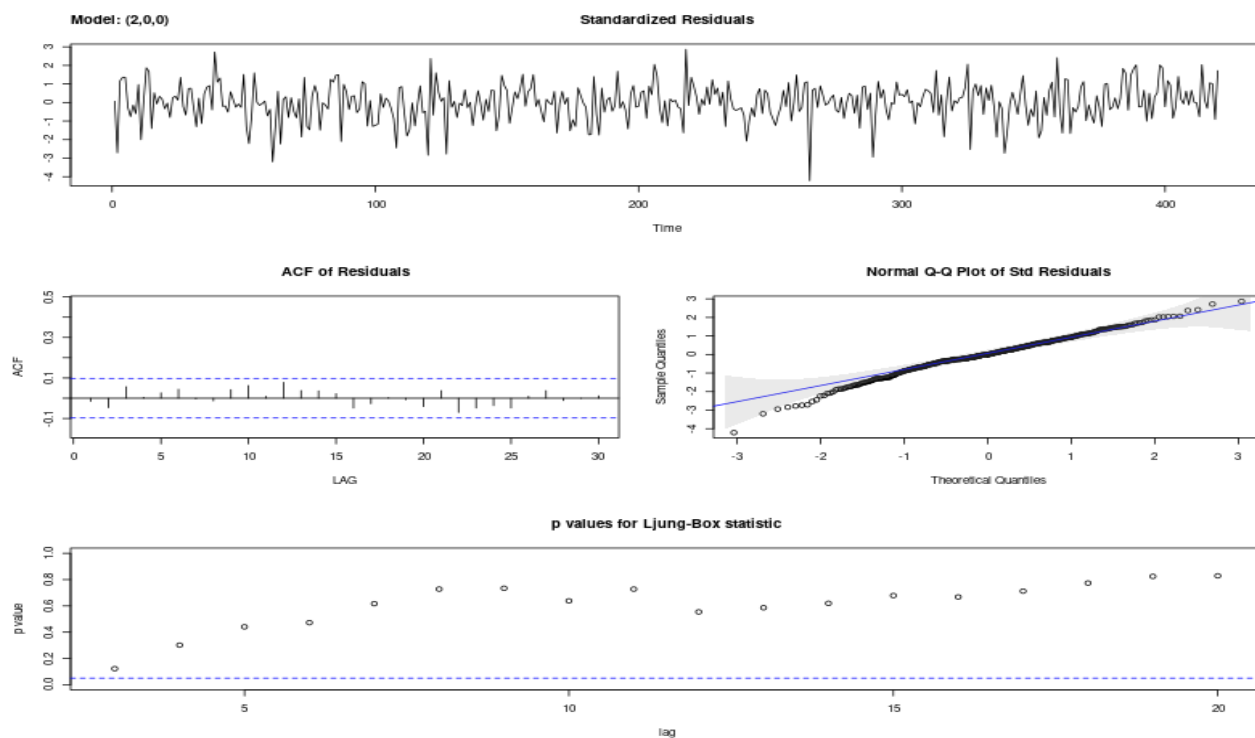


Figura B.77 ARIMA V39, sem vazão como explicativa

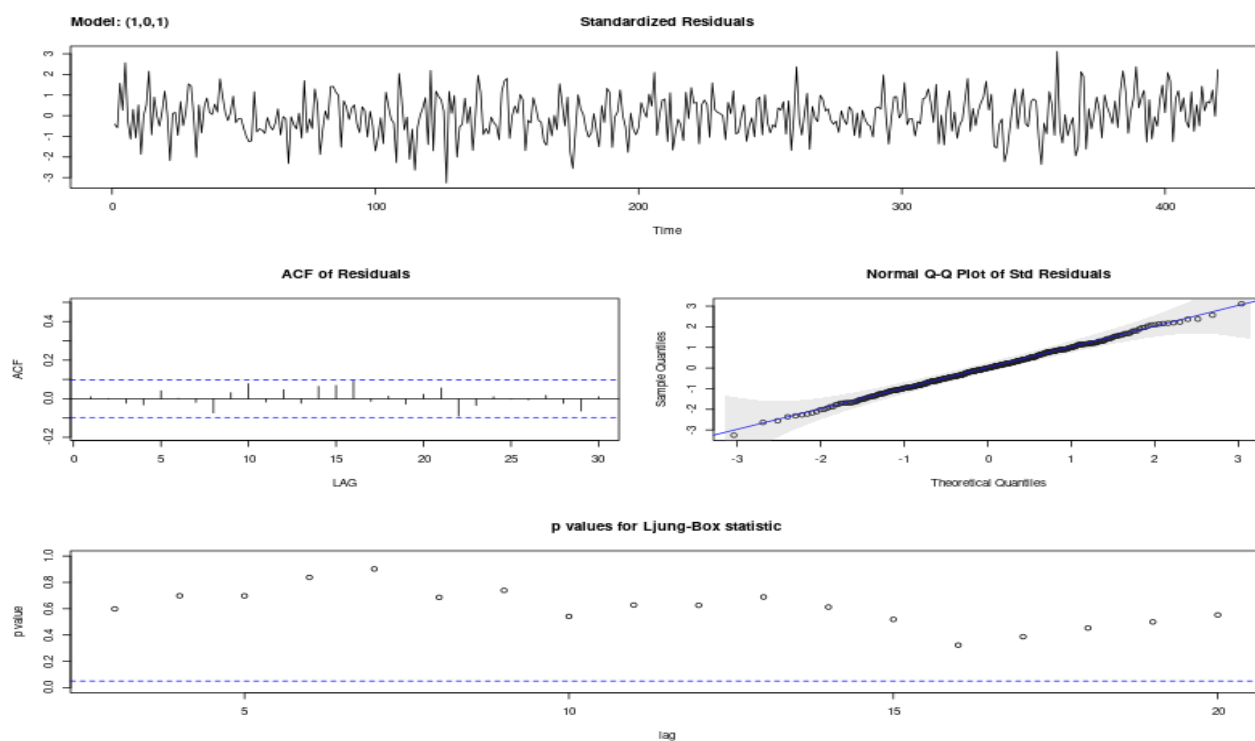


Figura B.78 ARIMA V46, sem vazão como explicativa

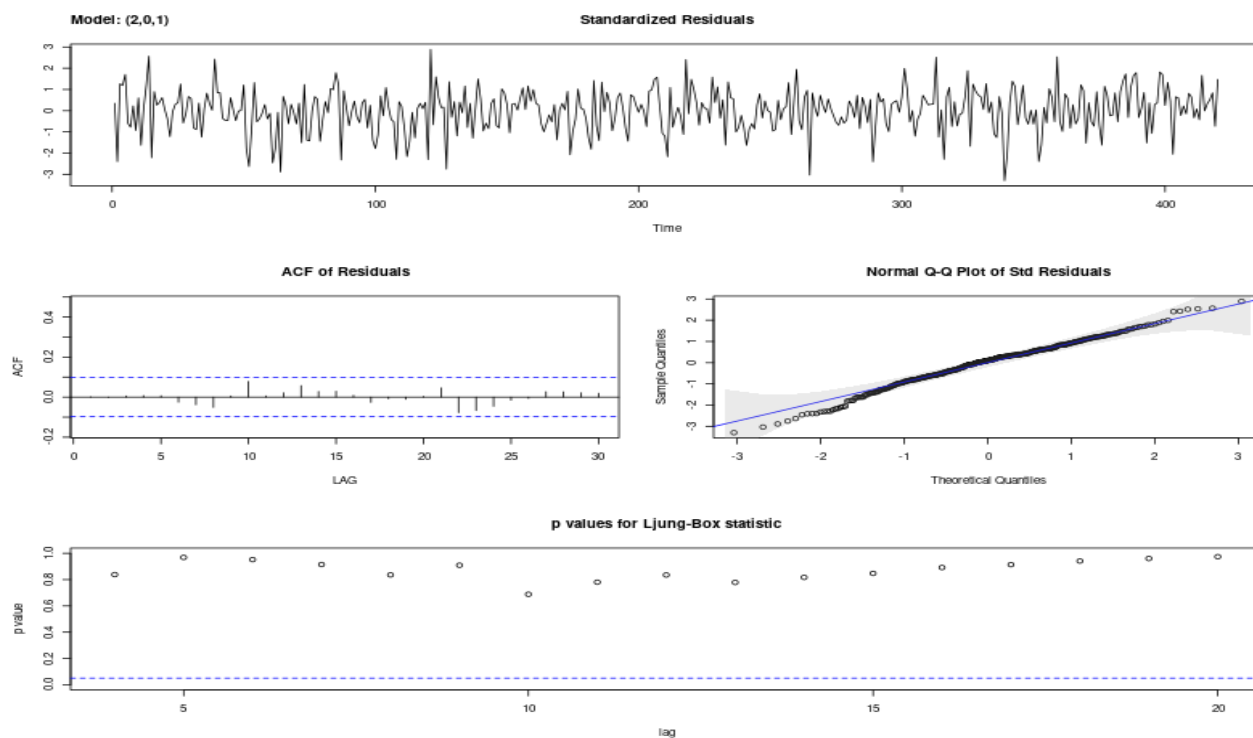


Figura B.79 ARIMA V48, sem vazão como explicativa

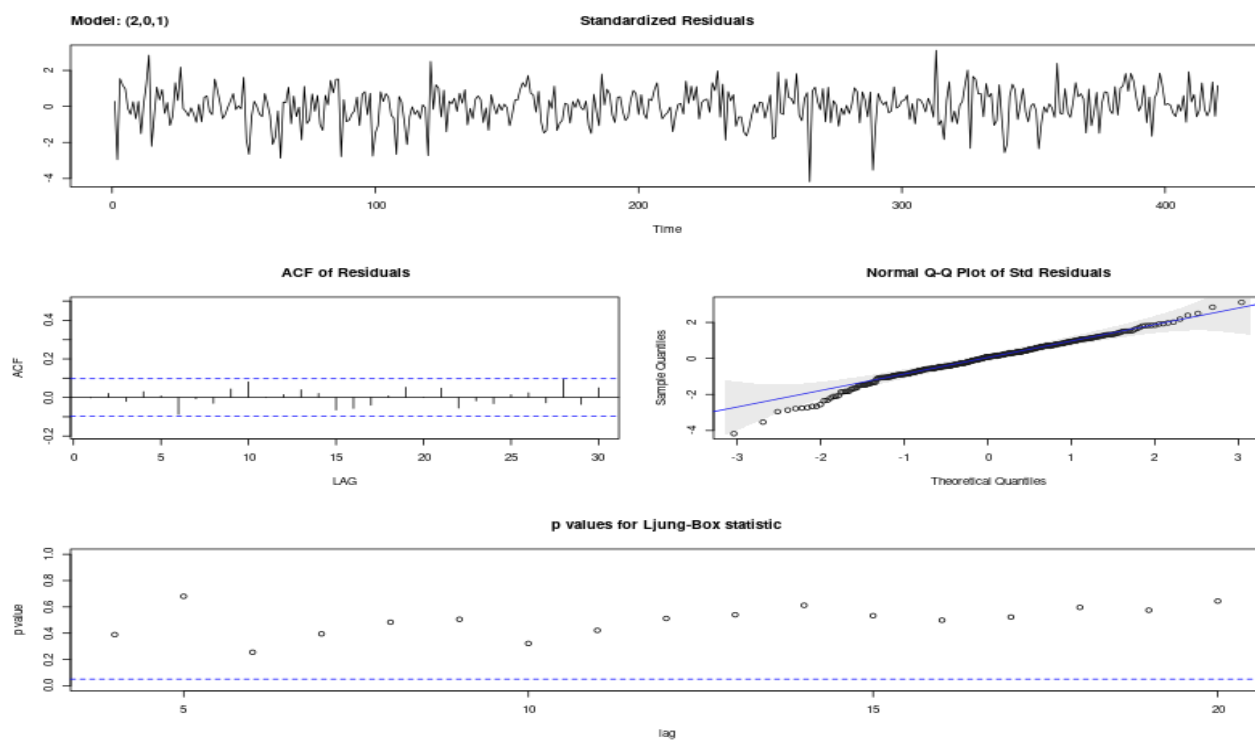


Figura B.80 ARIMA V50, sem vazão como explicativa

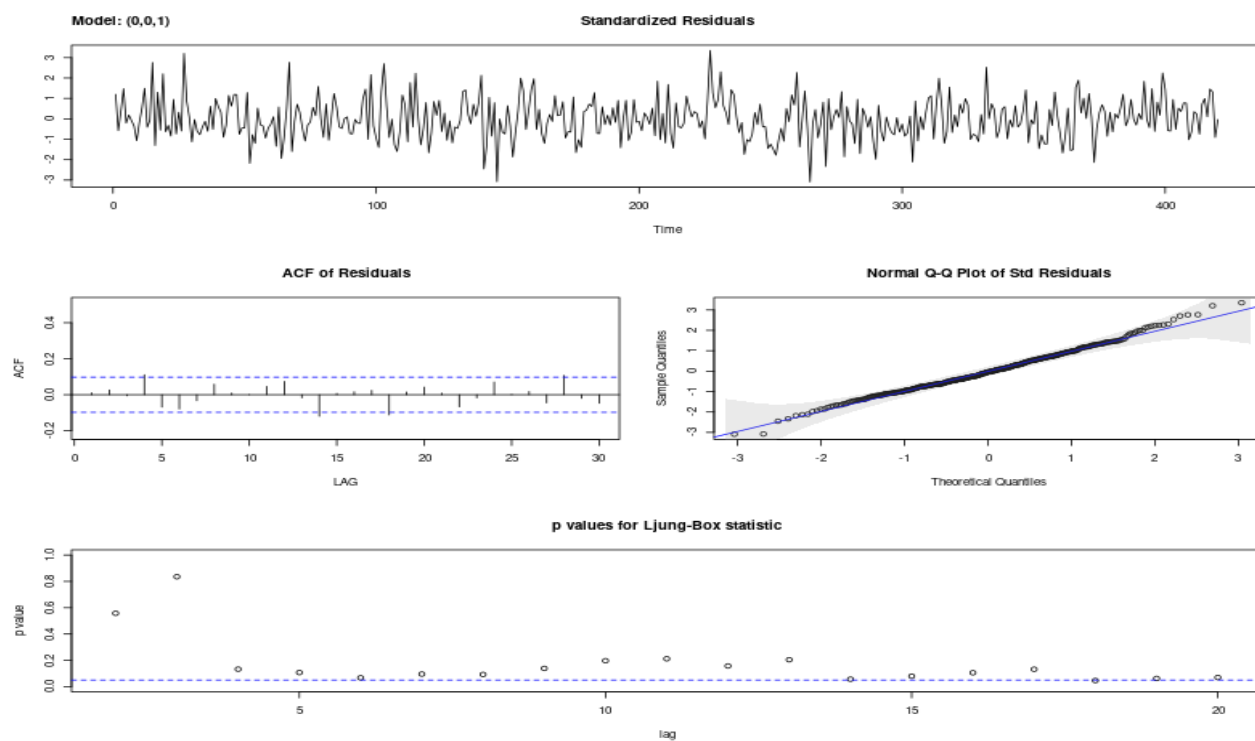


Figura B.81 ARIMA V52, sem vazão como explicativa

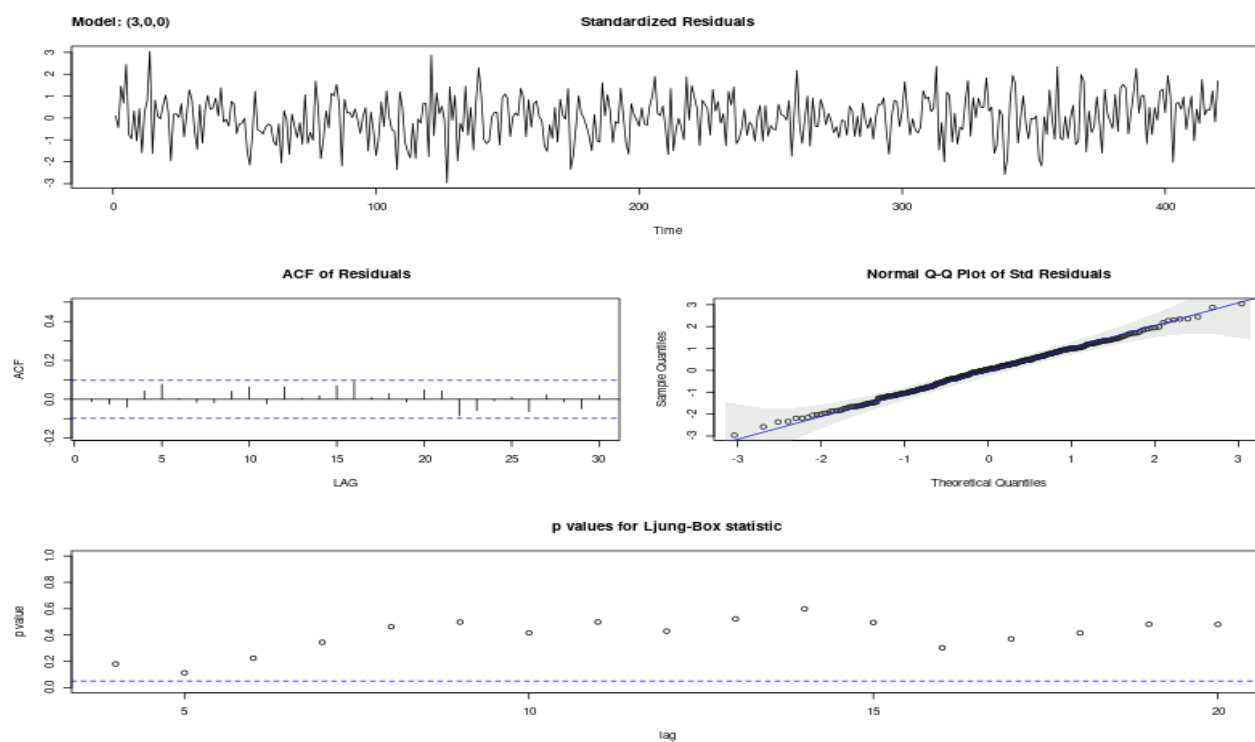


Figura B.82 ARIMA V56, sem vazão como explicativa

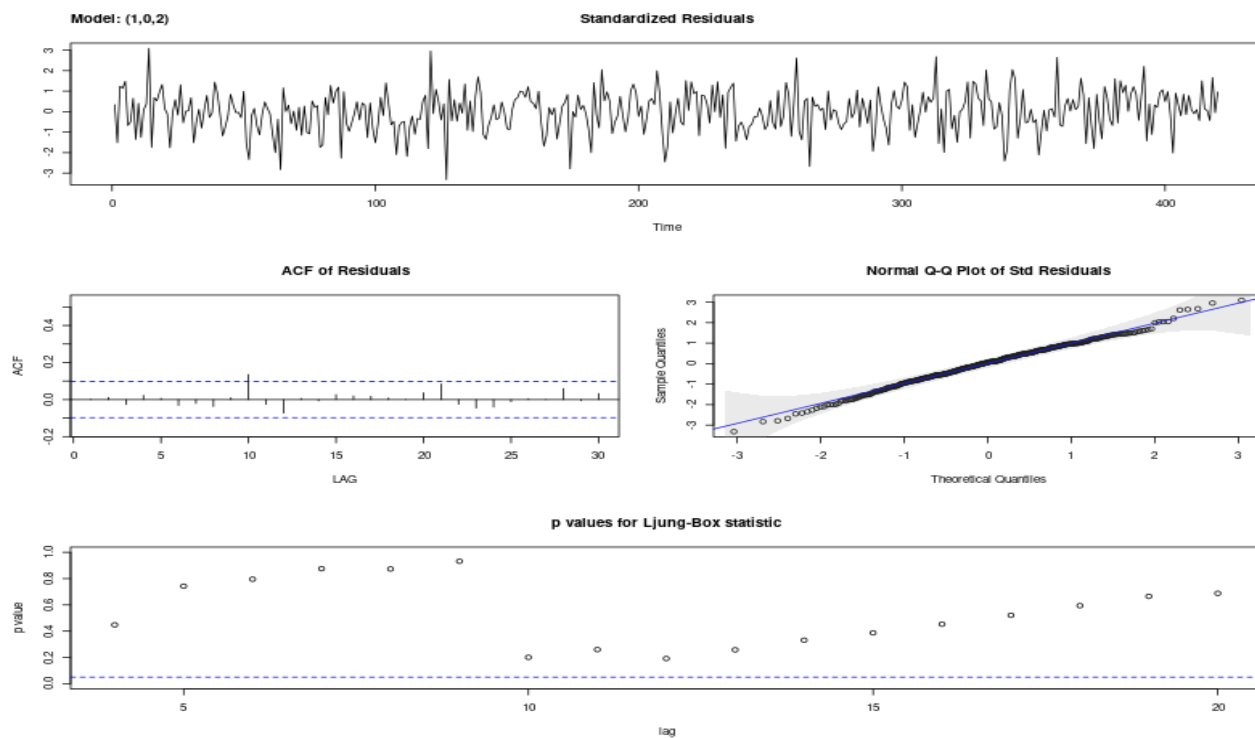


Figura B.83 ARIMA V58, sem vazão como explicativa

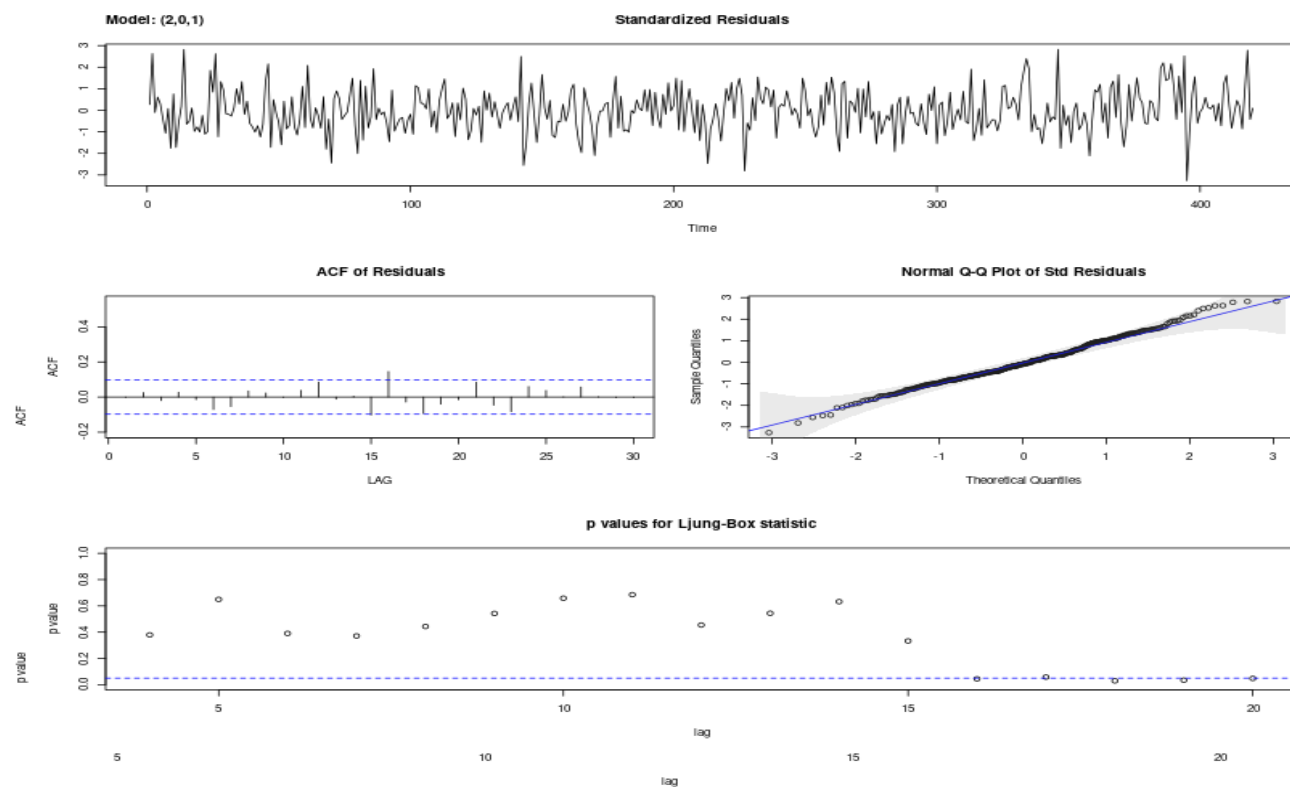


Figura B.84 ARIMA V15, com vazão como explicativa

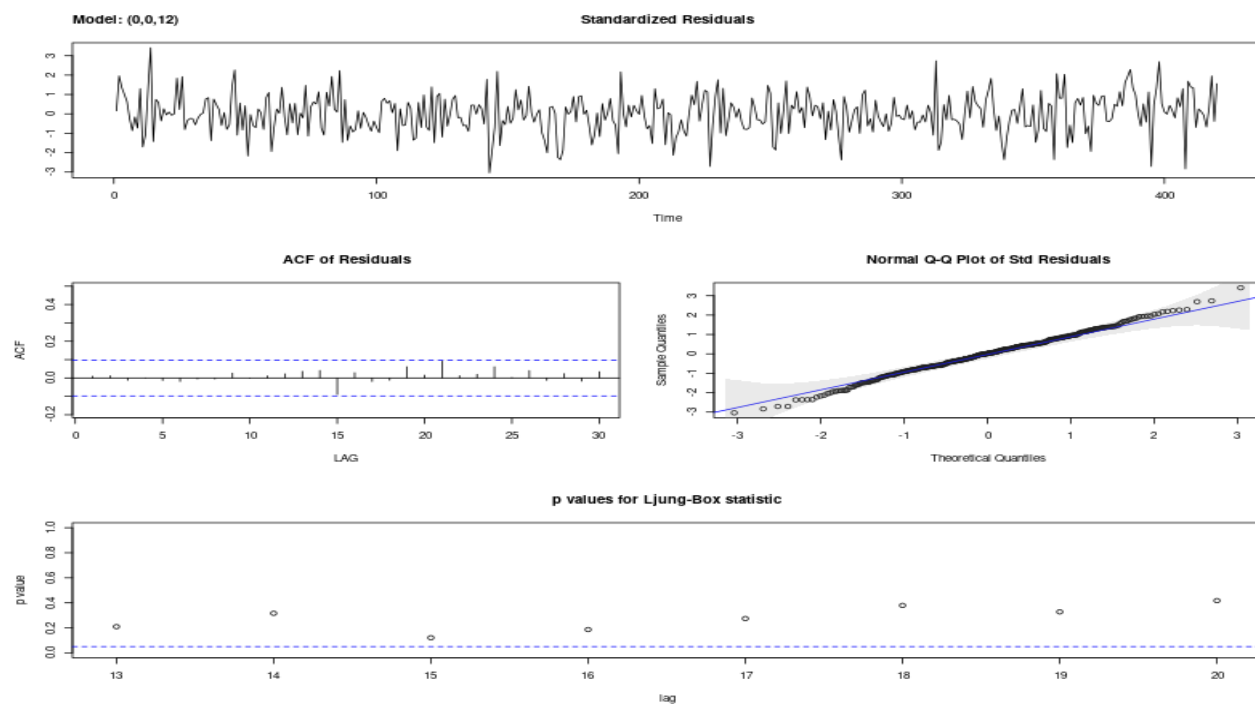


Figura B.85 ARIMA V26, com vazão como explicativa

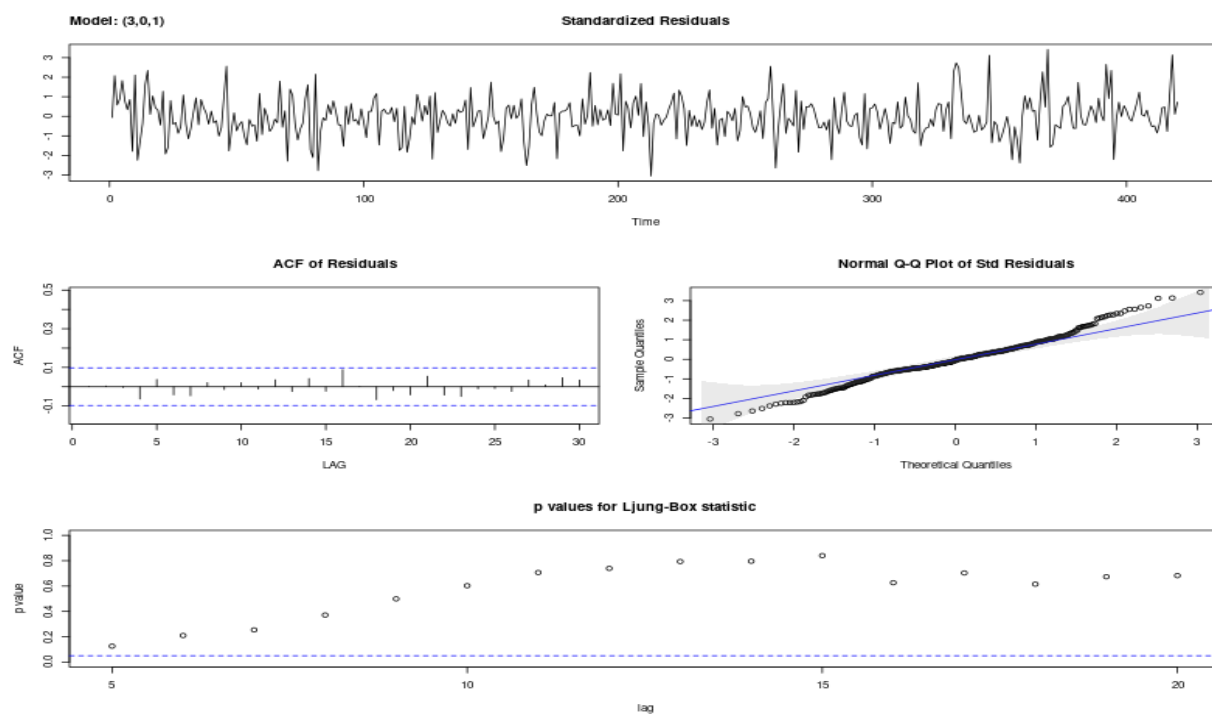


Figura B.86 ARIMA V33, com vazão como explicativa

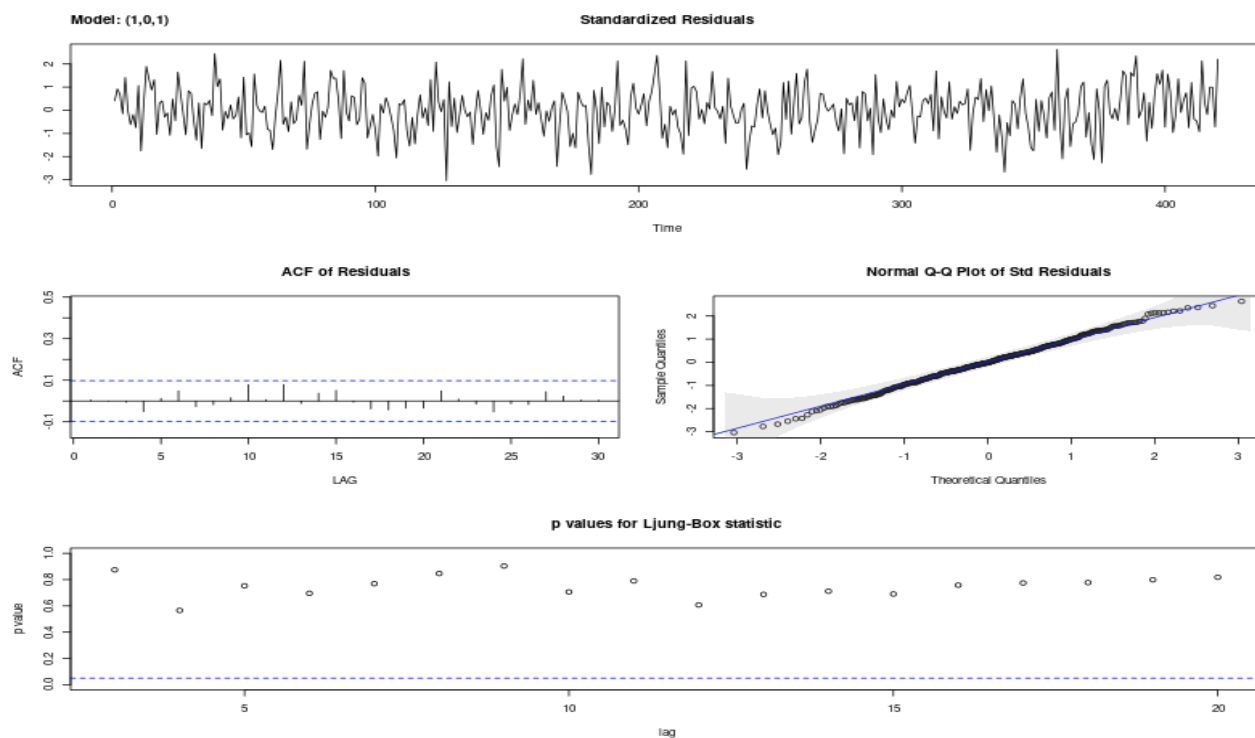


Figura B.87 ARIMA V39, com vazão como explicativa

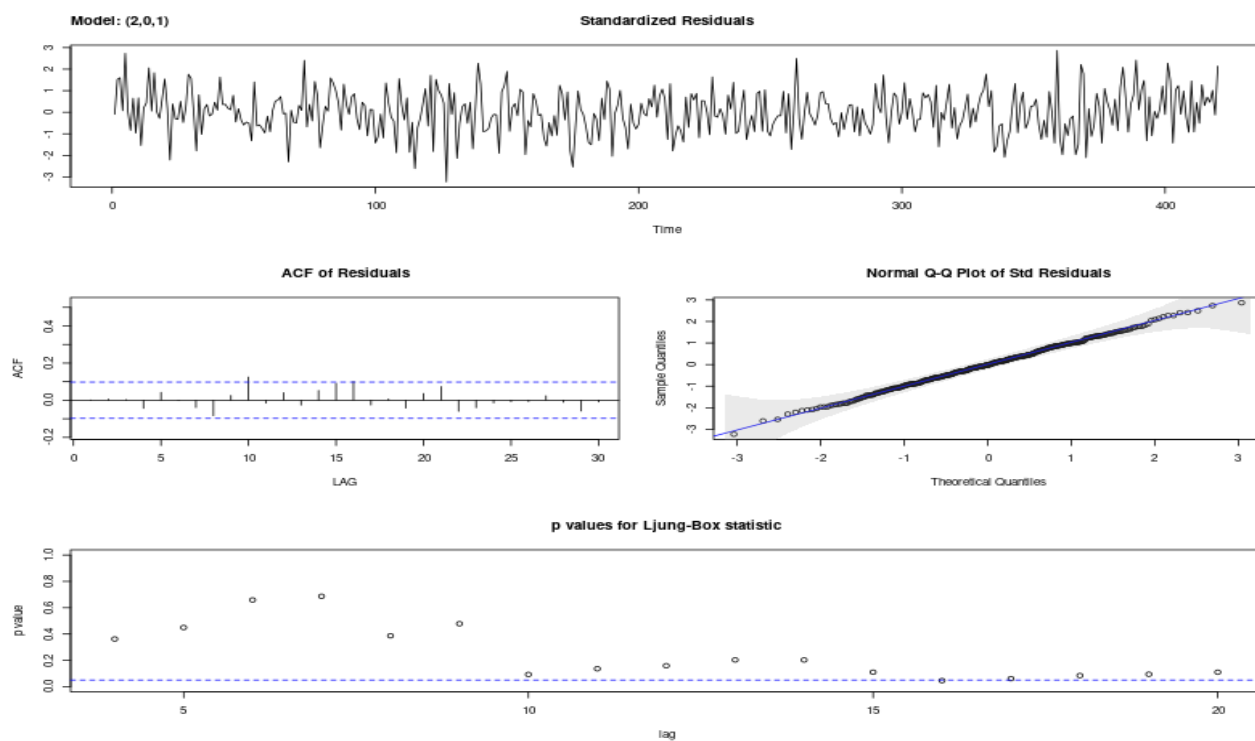


Figura B.88 ARIMA V46, com vazão como explicativa

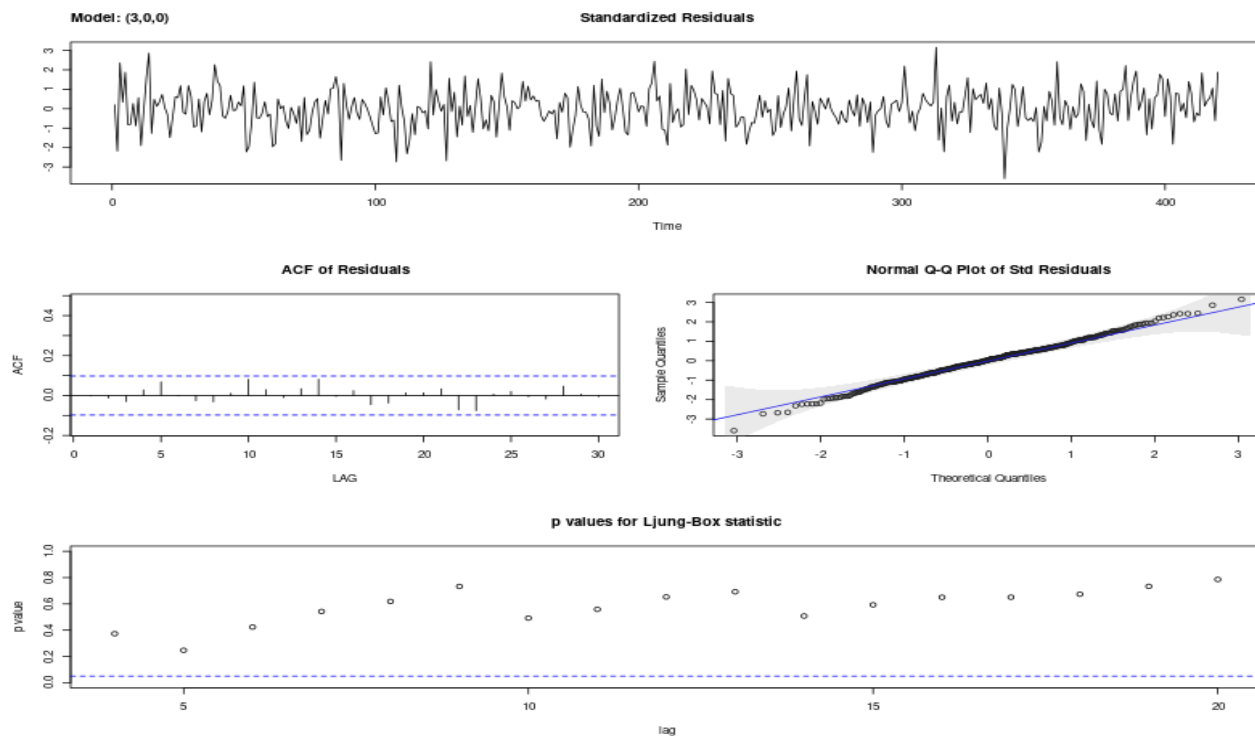


Figura B.89 ARIMA V48, com vazão como explicativa

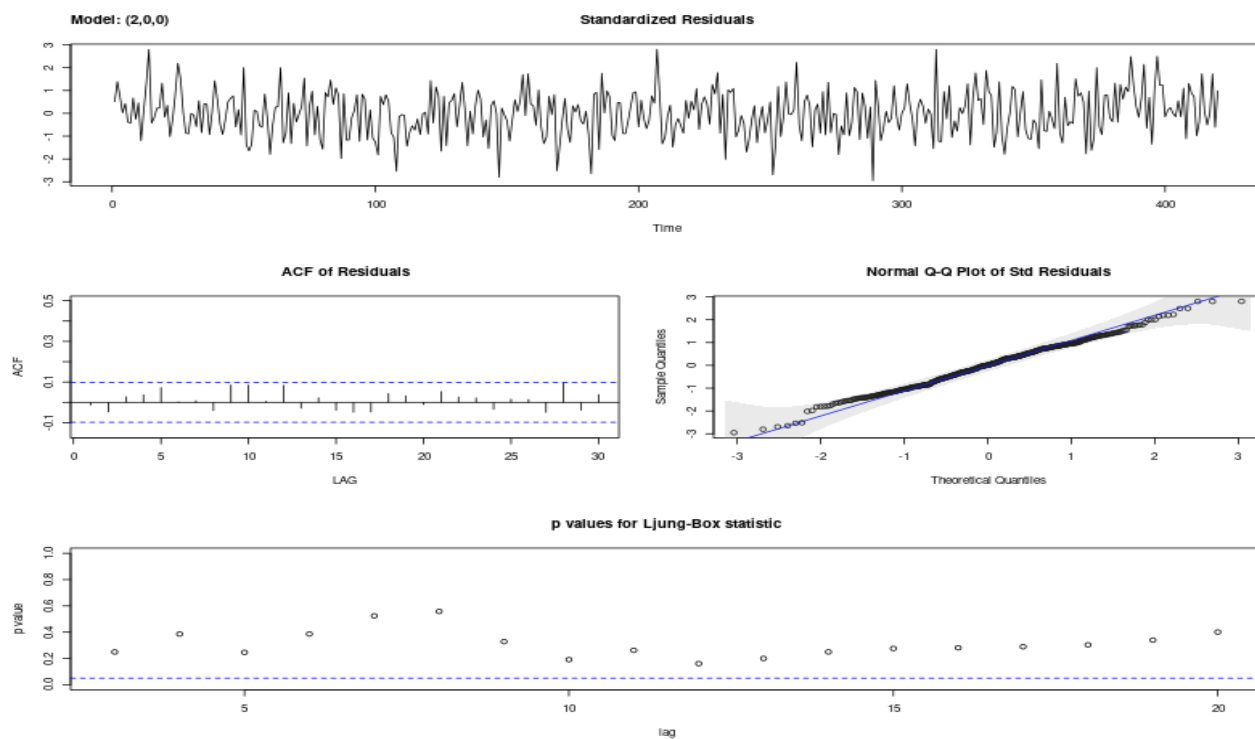


Figura B.90 ARIMA V50, com vazão como explicativa

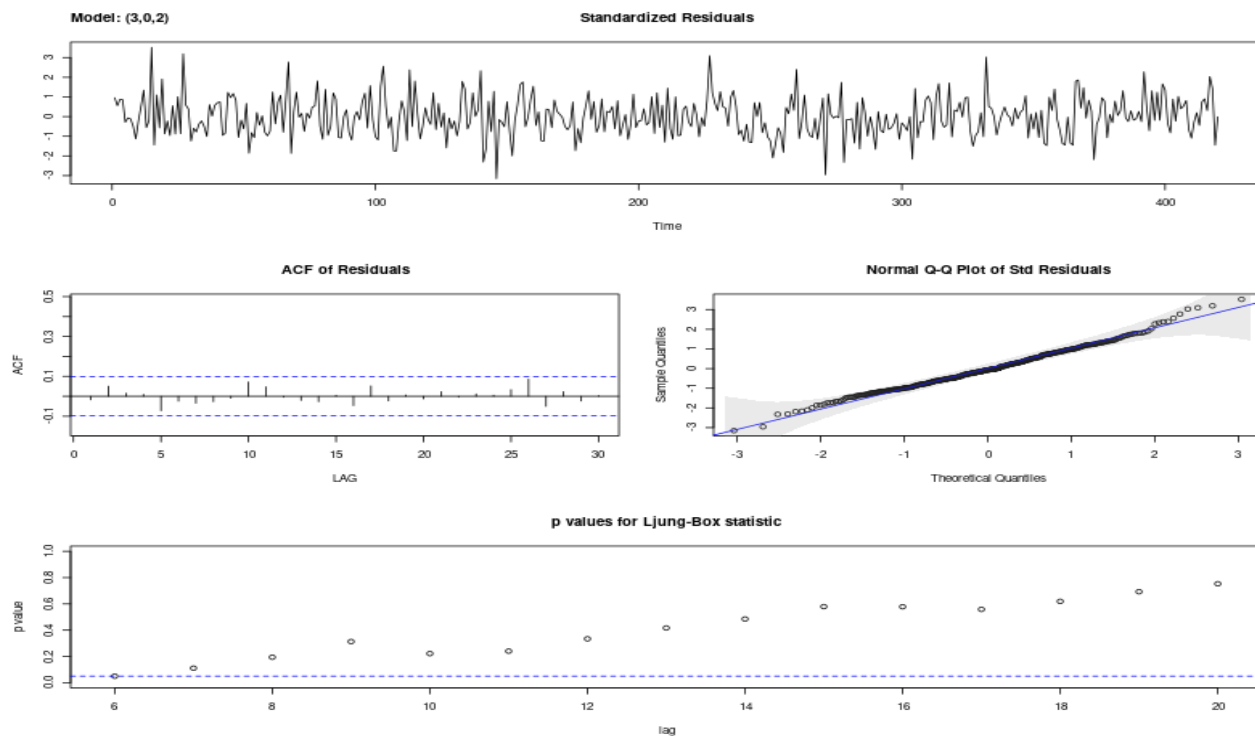


Figura B.91 ARIMA V52, com vazão como explicativa

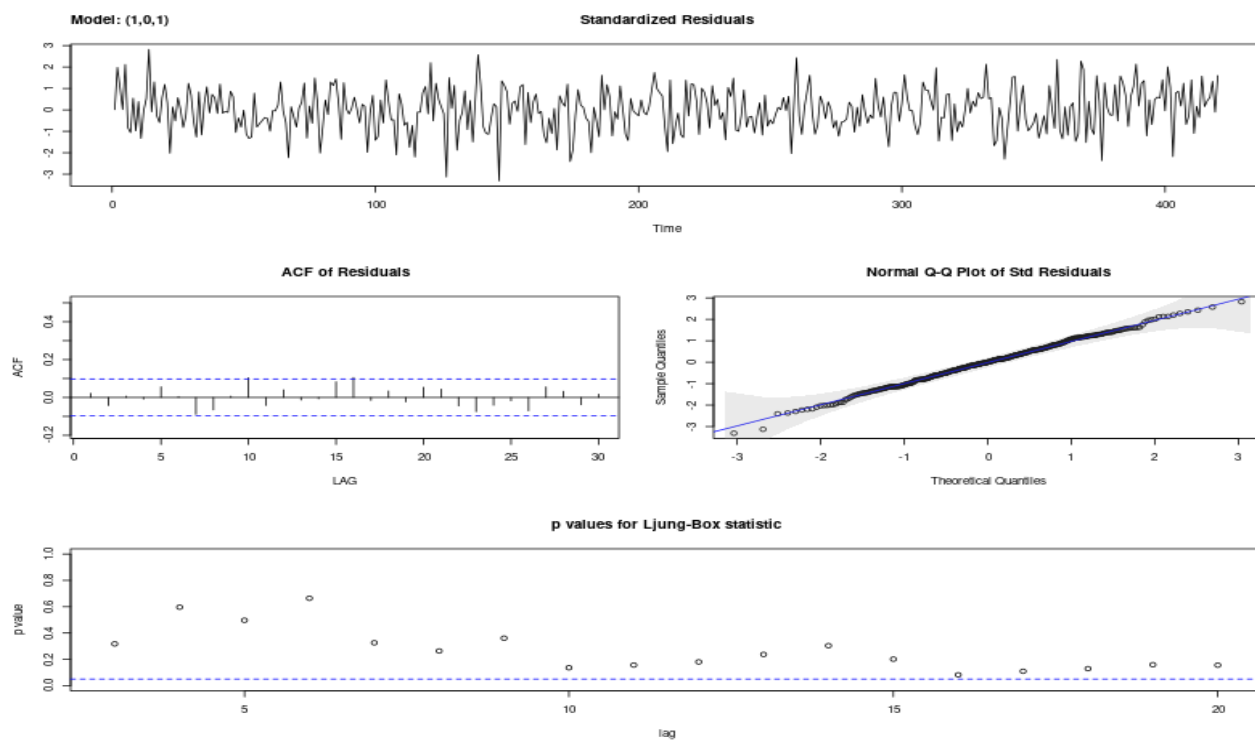


Figura B.92 ARIMA V56, com vazão como explicativa

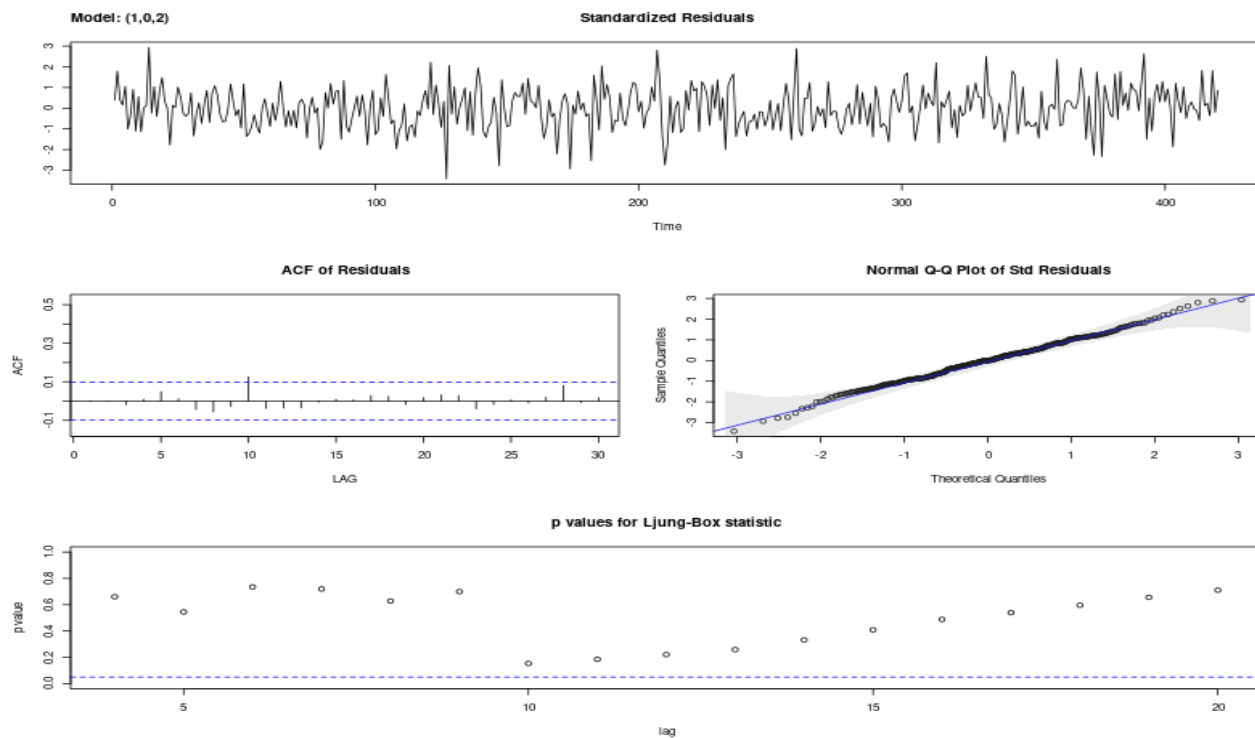


Figura B.93 ARIMA V58, com vazão como explicativa

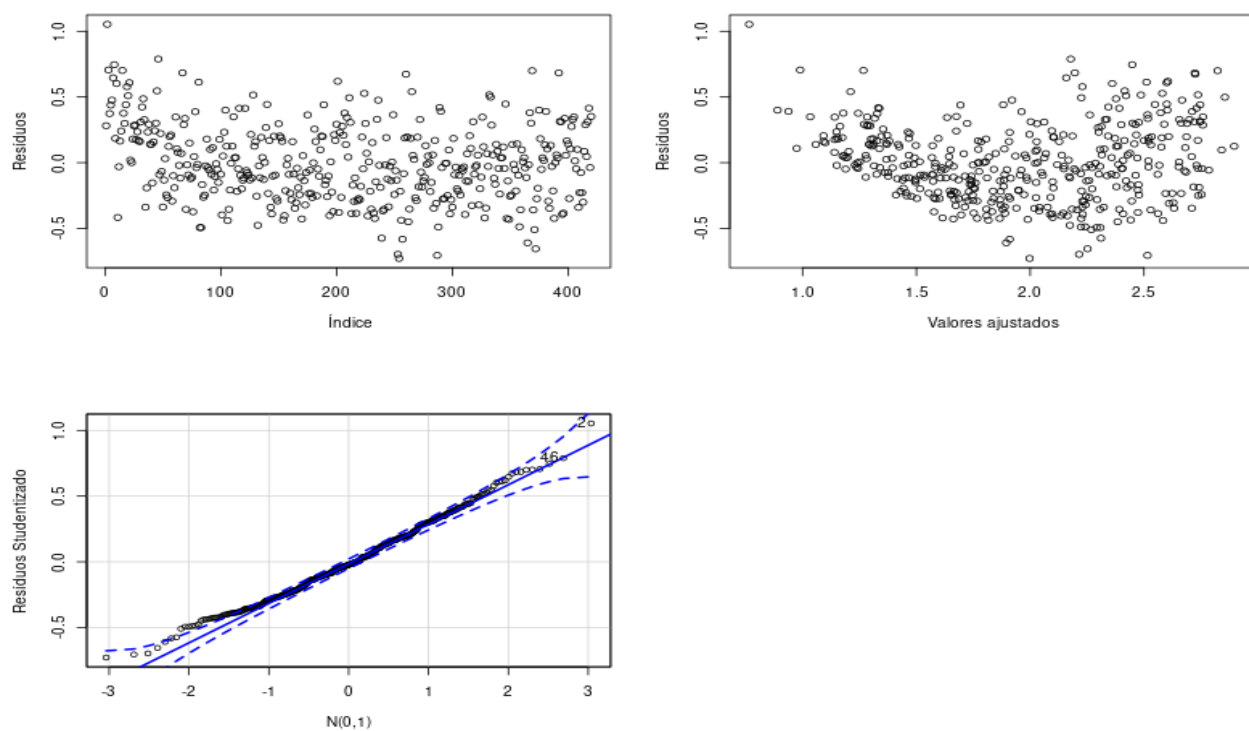


Figura B.94 Análise de resíduos V15, modelo 3

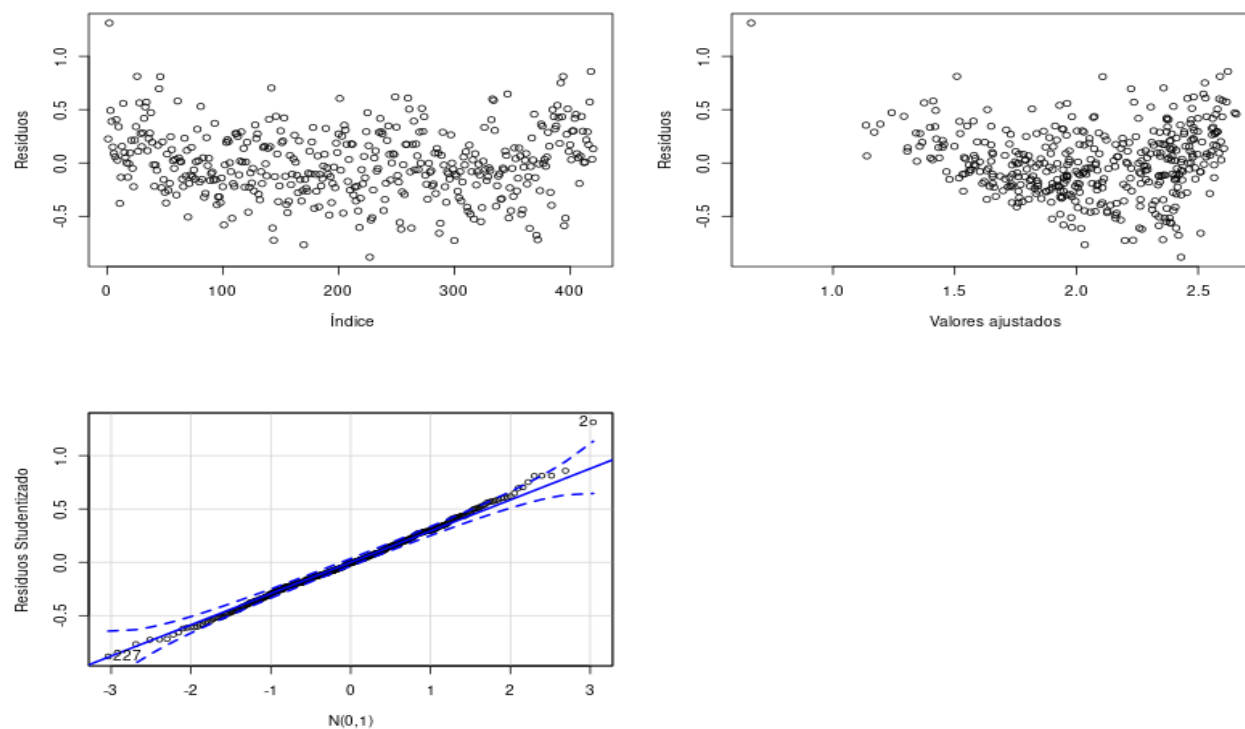


Figura B.95 Análise de resíduos V26, modelo 3

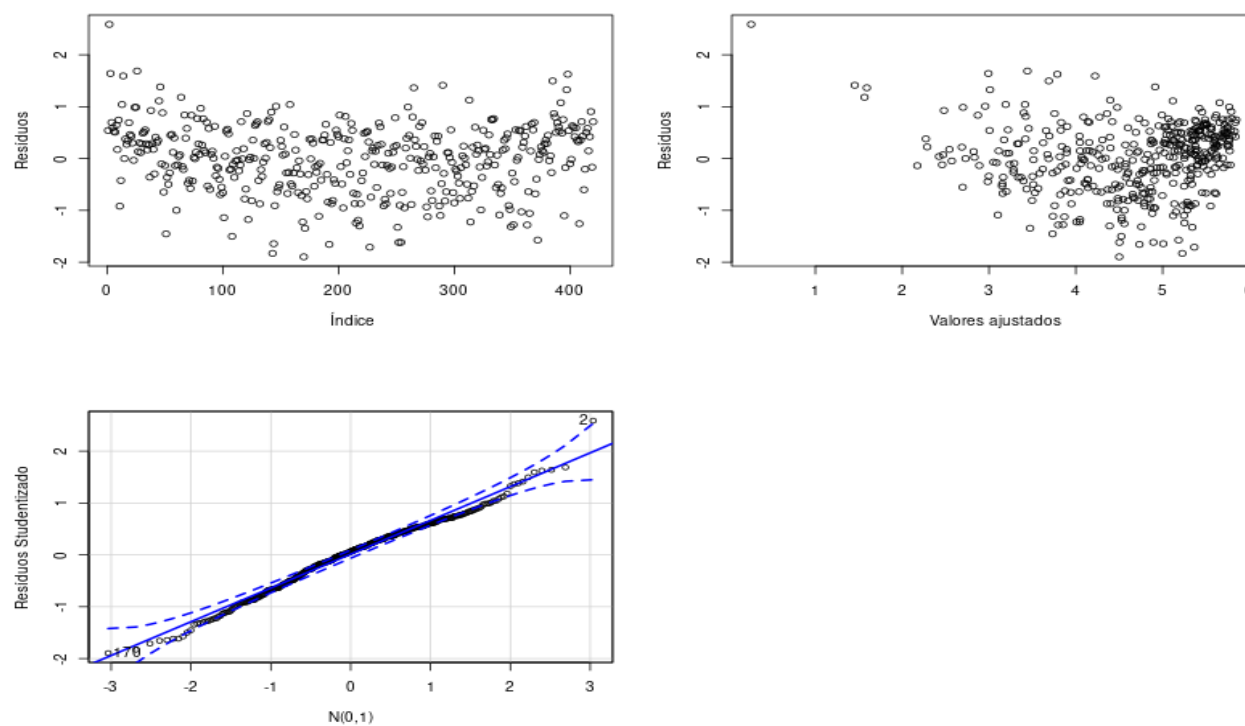


Figura B.96 Análise de resíduos V33, modelo 3

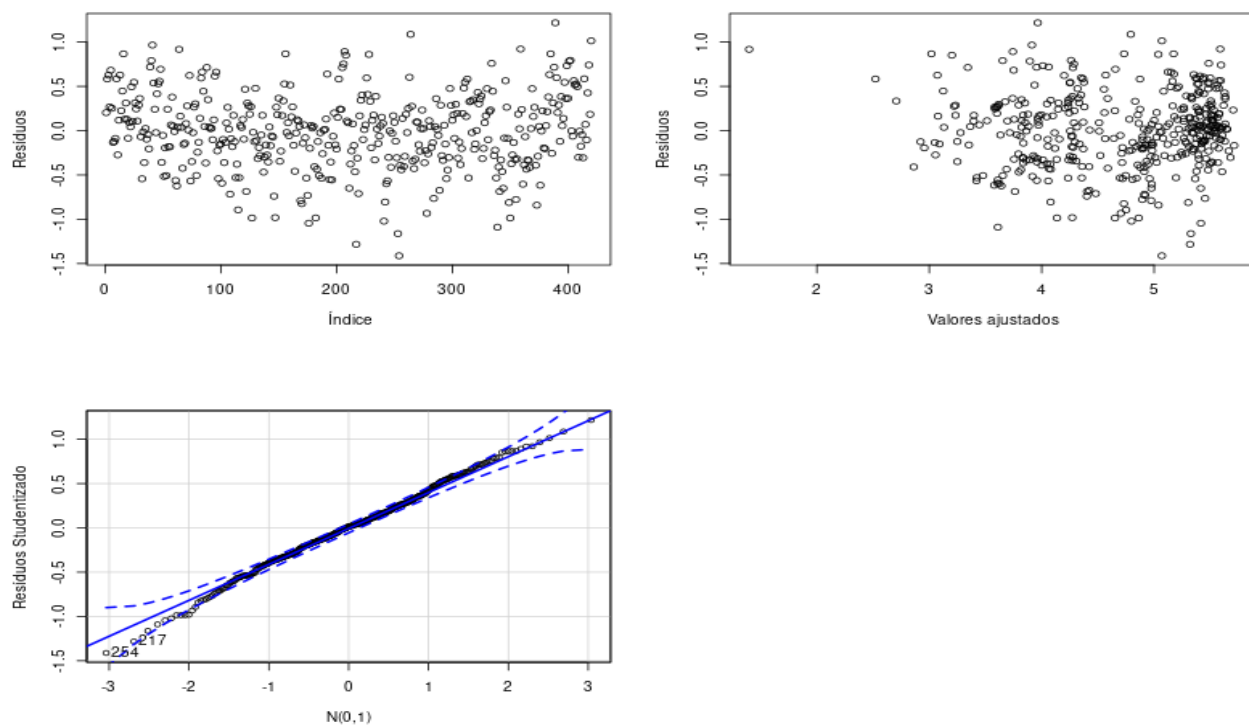


Figura B.97 Análise de resíduos V39, modelo 3

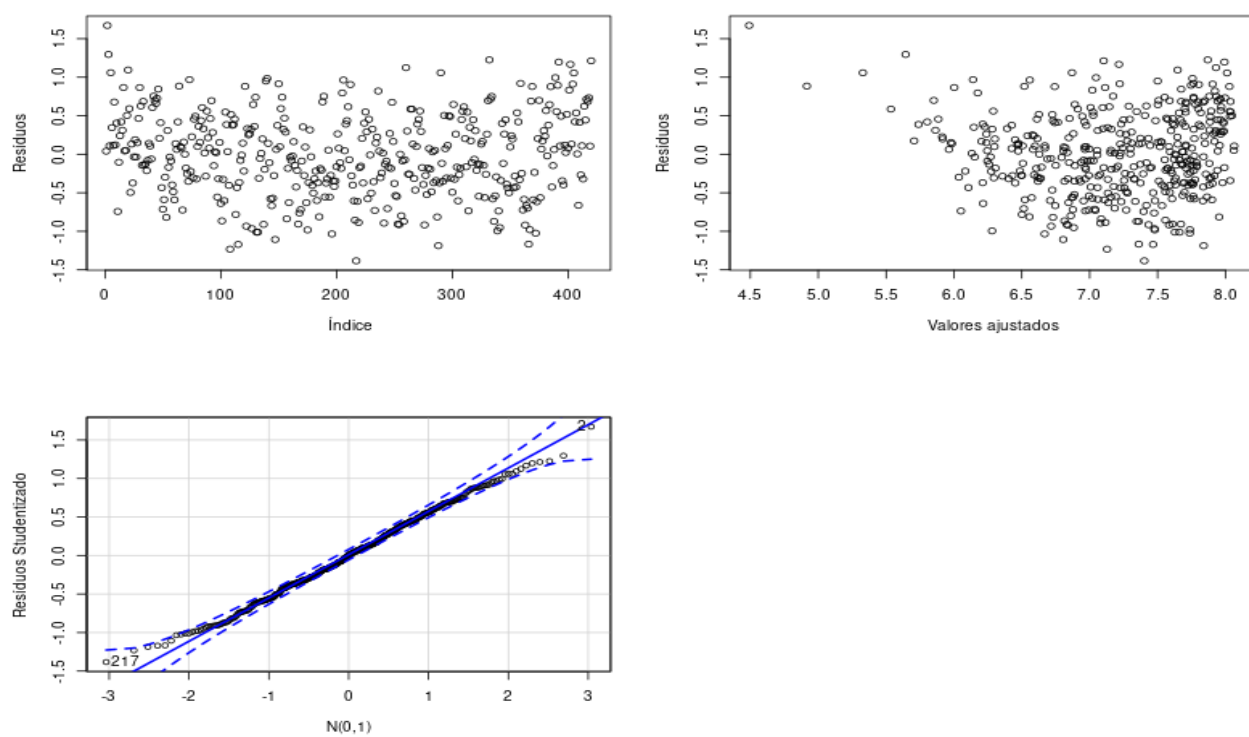


Figura B.98 Análise de resíduos V46, modelo 3

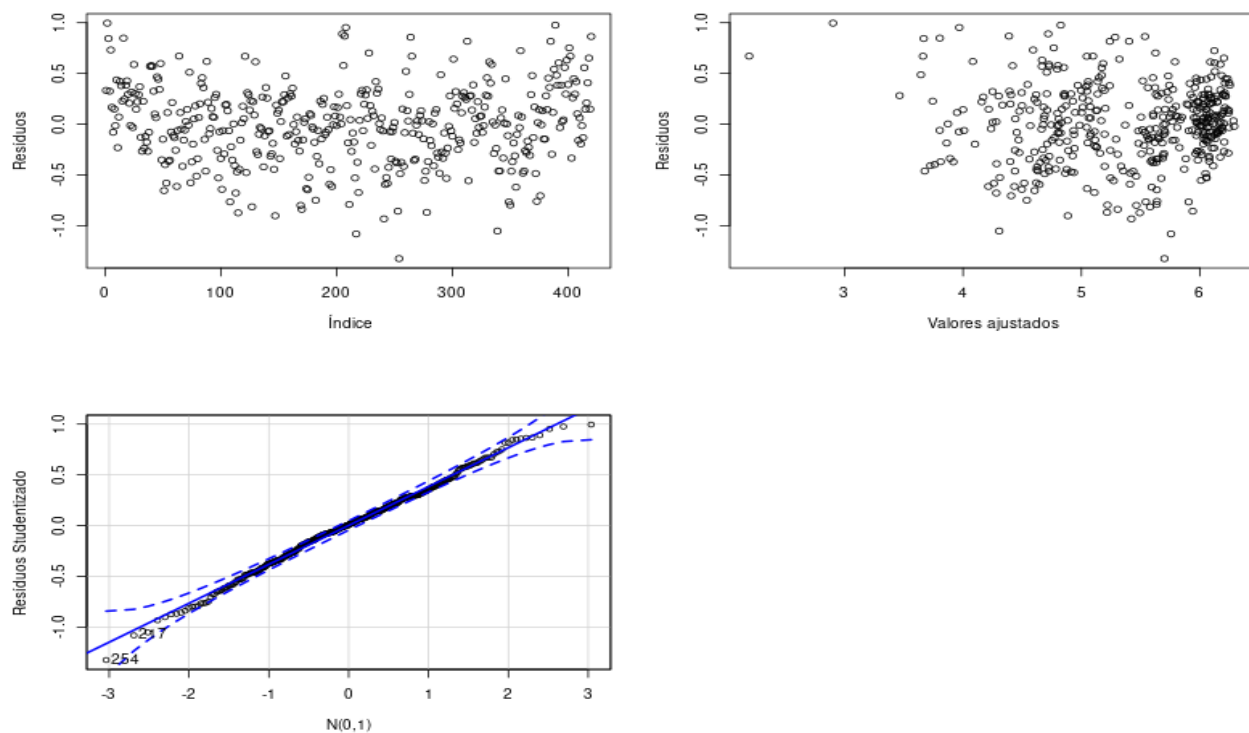


Figura B.99 Análise de resíduos V48, modelo 3

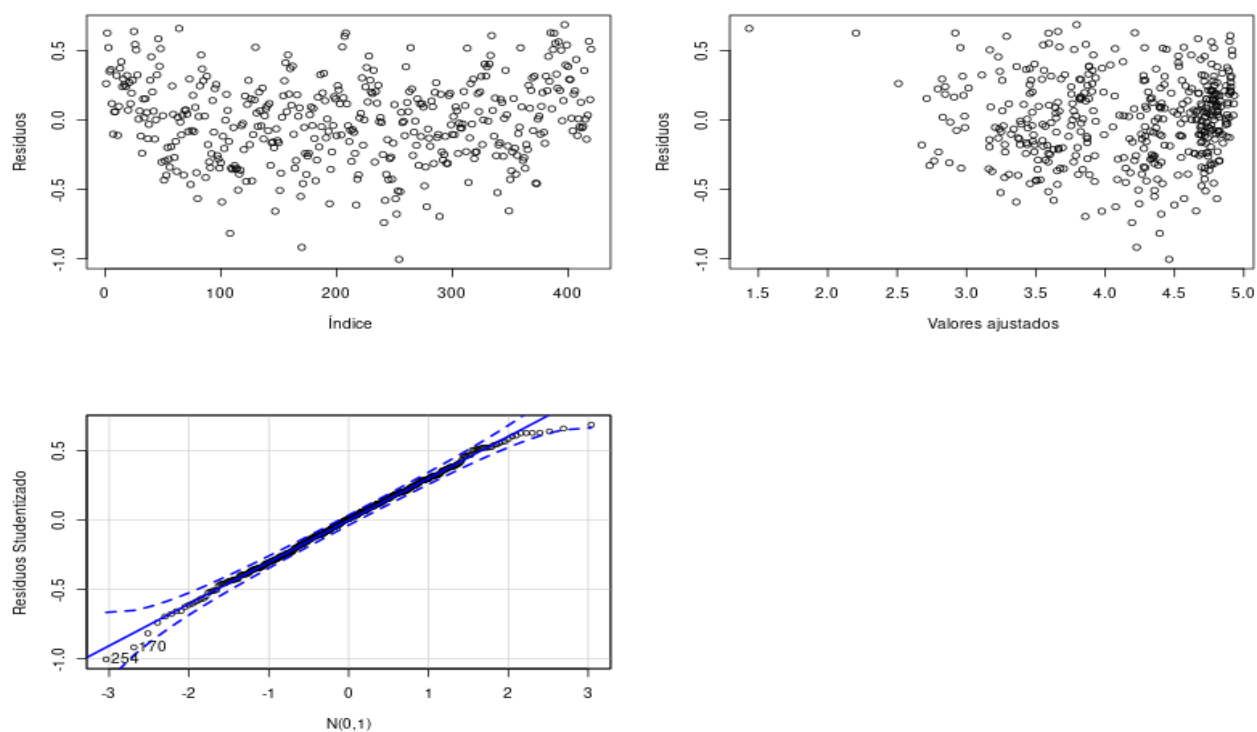


Figura B.100 Análise de resíduos V50, modelo 3

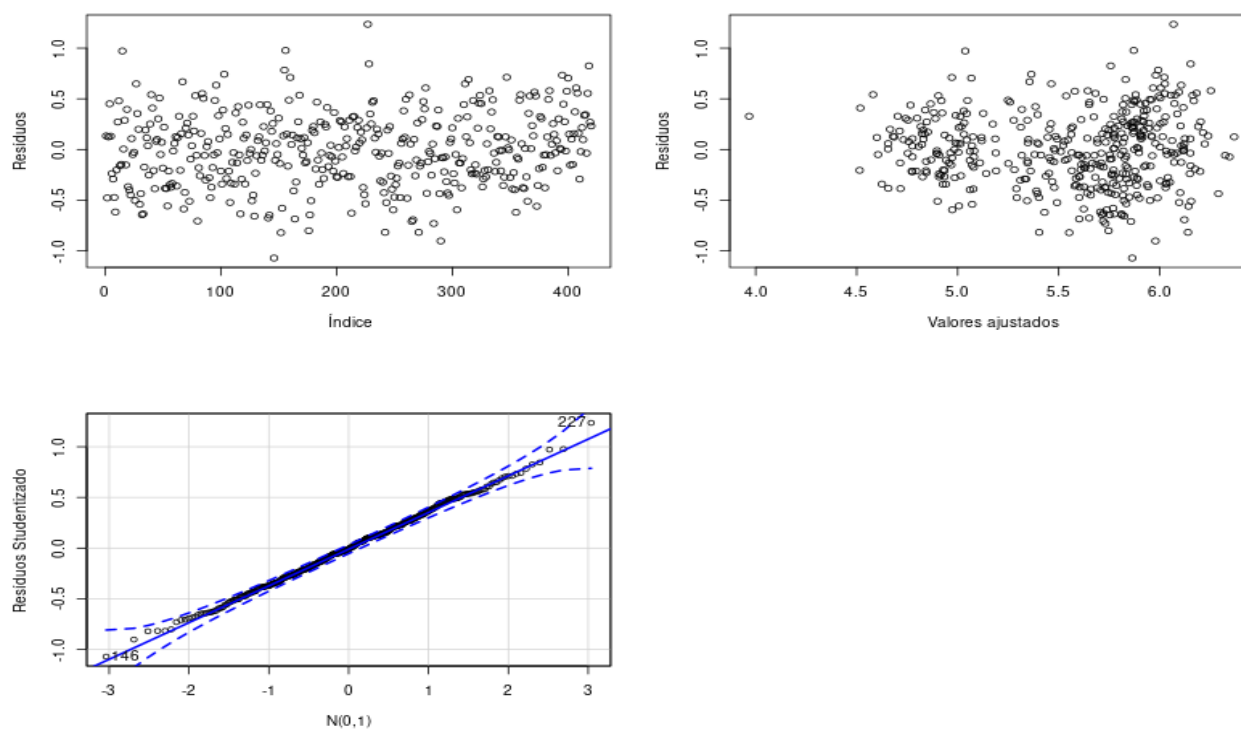


Figura B.101 Análise de resíduos V52, modelo 3

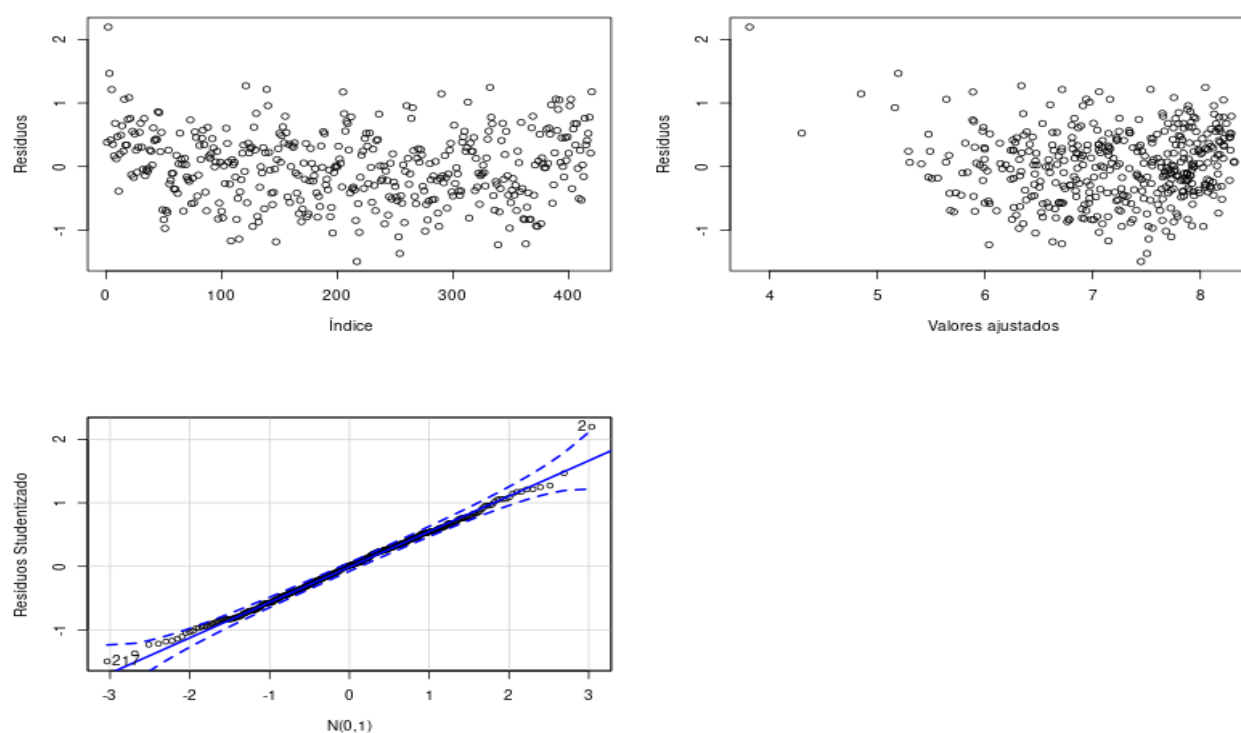


Figura B.102 Análise de resíduos V56, modelo 3

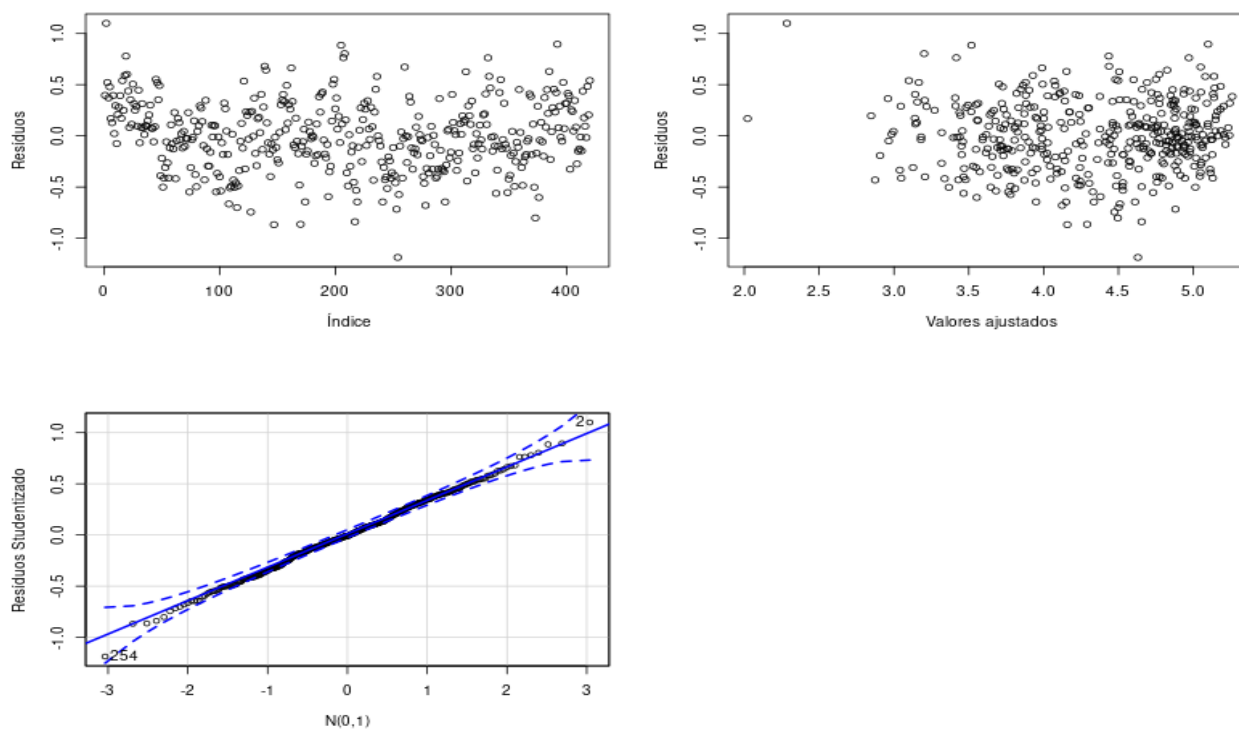


Figura B.103 Análise de resíduos V58, modelo 3