

Estimativa da produção de energia de um parque eólico por meio de modelo estocástico

Diogo Daniel Panda Friggo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Carlo Requião da Cunha

Porto Alegre, 2019



Comparação entre a composição da matriz energética brasileira no ano de 2017 (esquerda) e no ano de 2018 (direita)

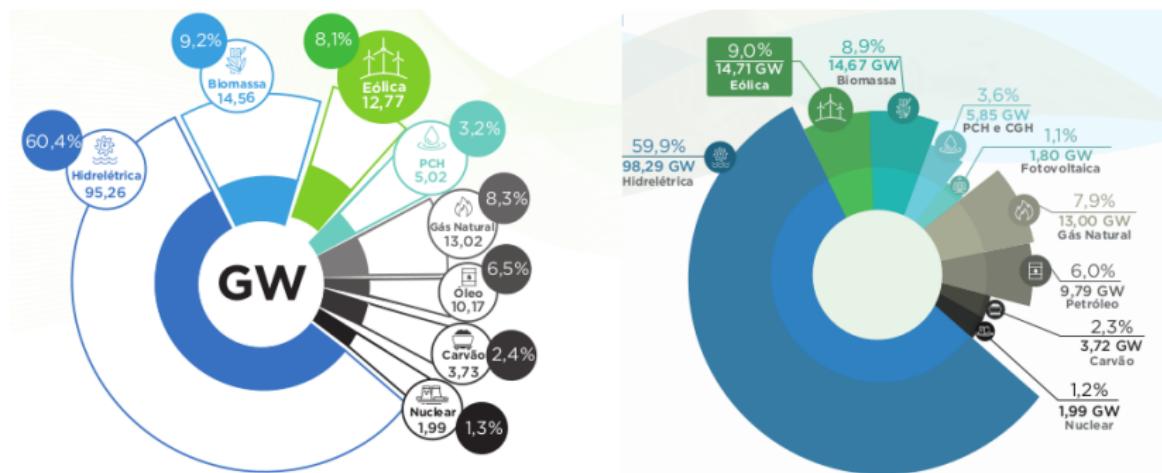
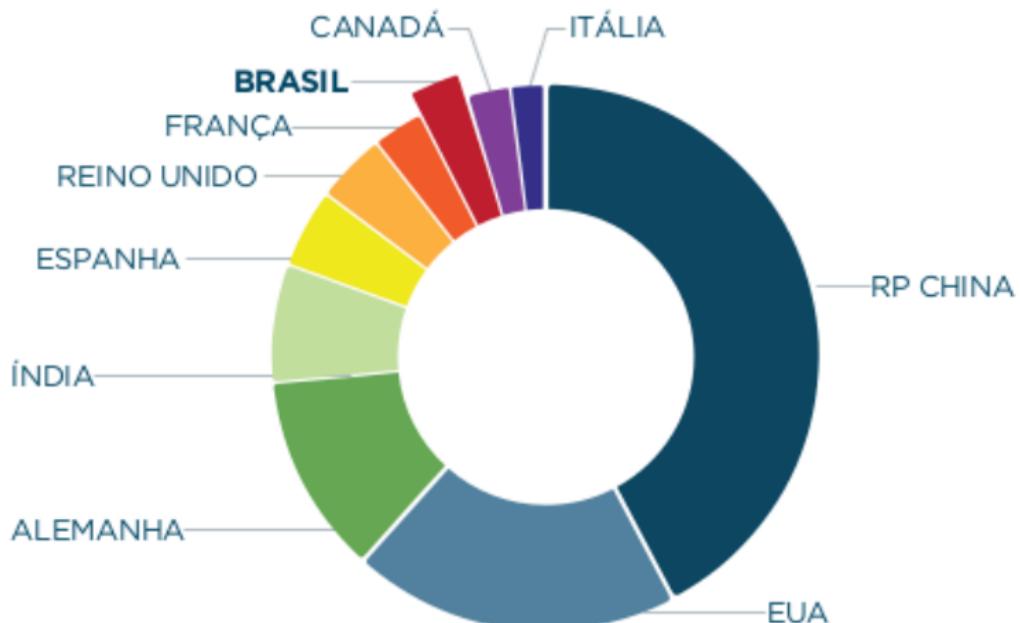


Figure: Comparação entre a composição da matriz energética brasileira no ano de 2017 (esquerda) e no ano de 2018 (direita)

Ranking de capacidade eólica instalada acumulada



PAÍS	MW
1 RP CHINA	211.392
2 EUA	96.812
3 ALEMANHA	59.312
4 ÍNDIA	35.129
5 ESPANHA	27.571

Evolução da capacidade instalada de parques eólicos no Brasil

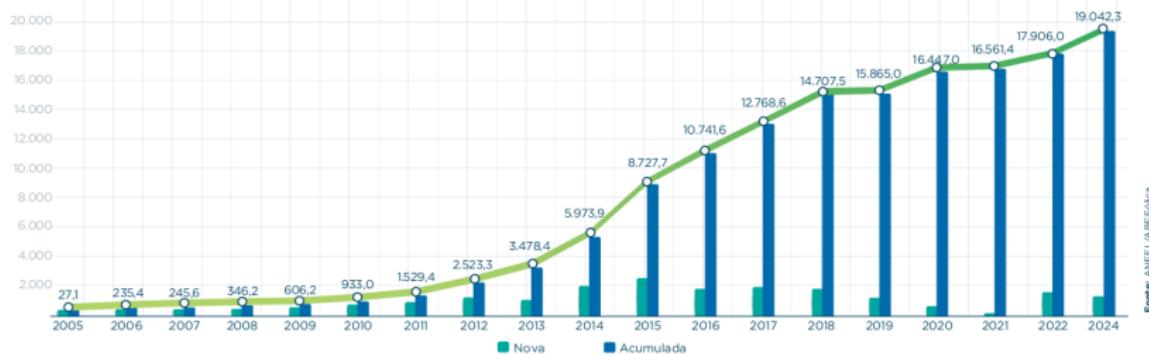


Figure: Evolução da capacidade instalada de parques eólicos no Brasil

Produção de Potência de uma turbina genérica

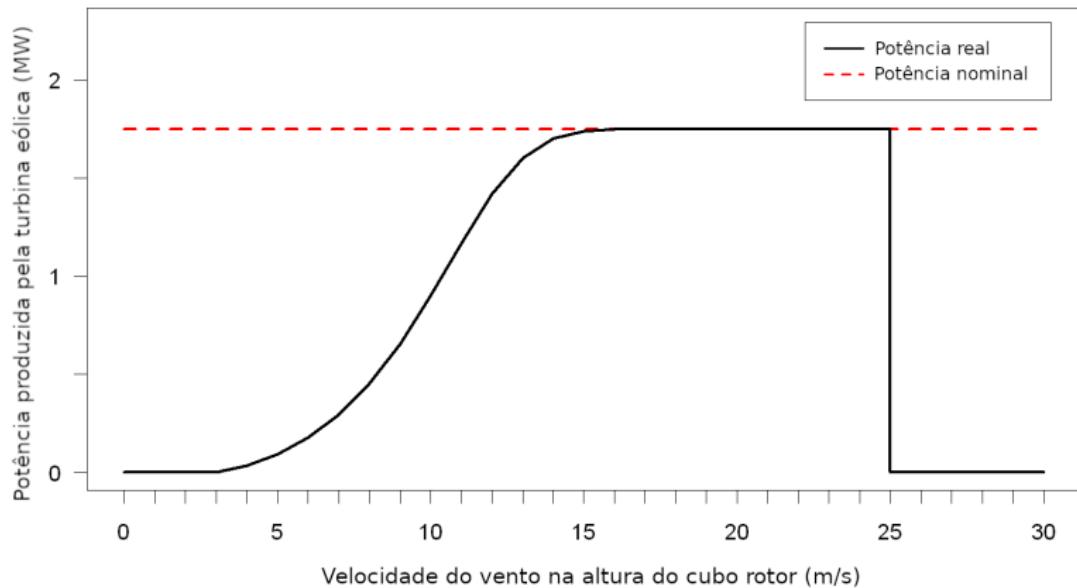
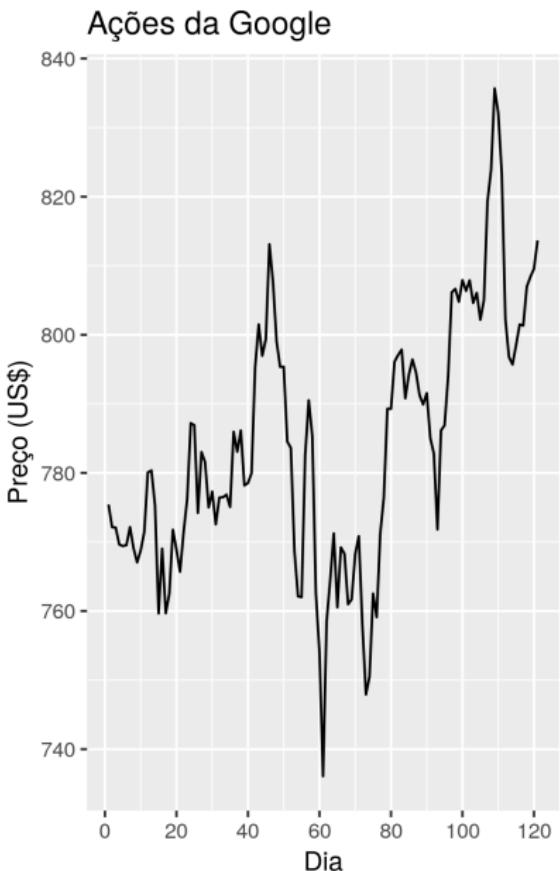
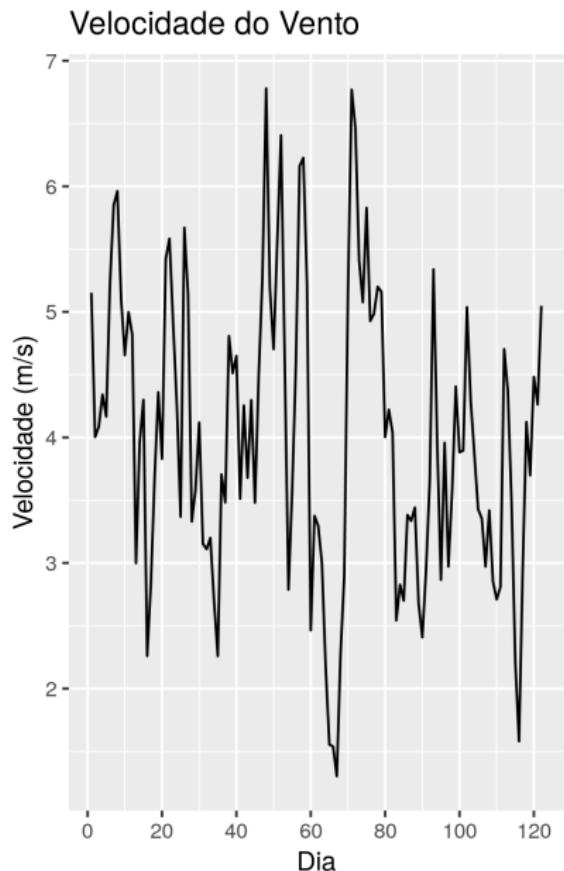


Figure: Wikimedia Commons

era5.



Chapada

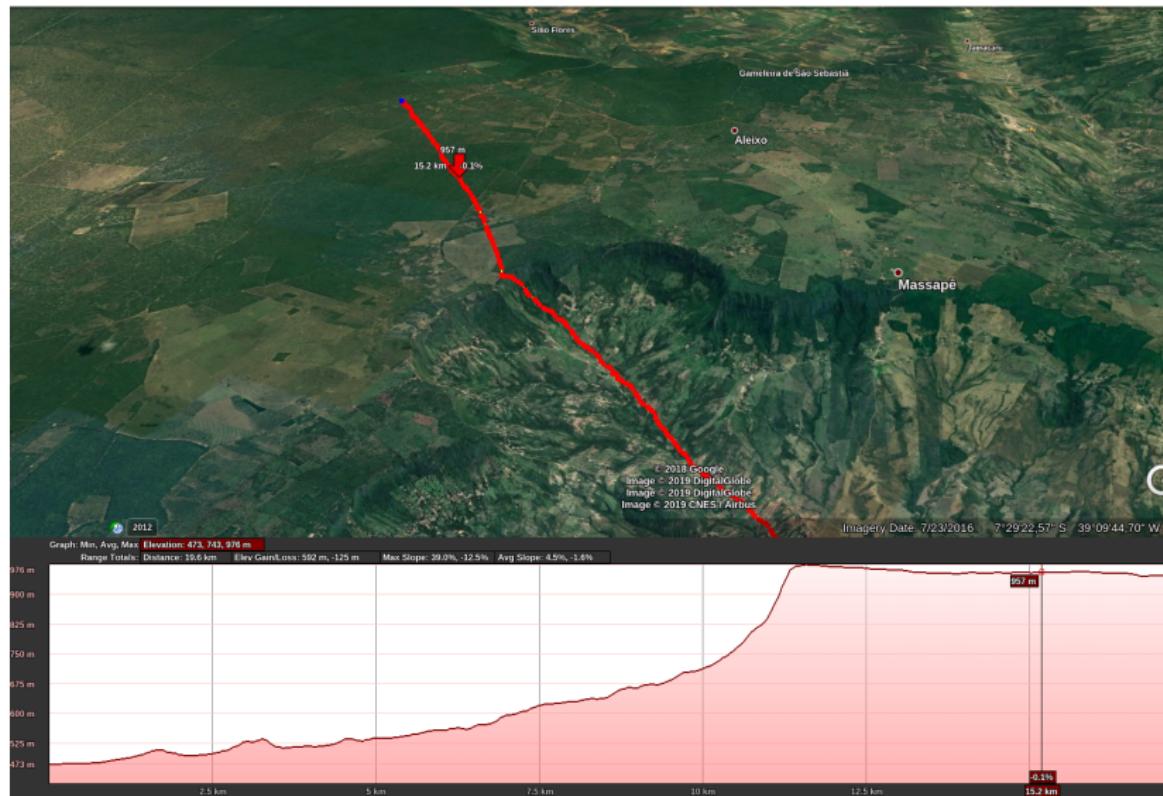
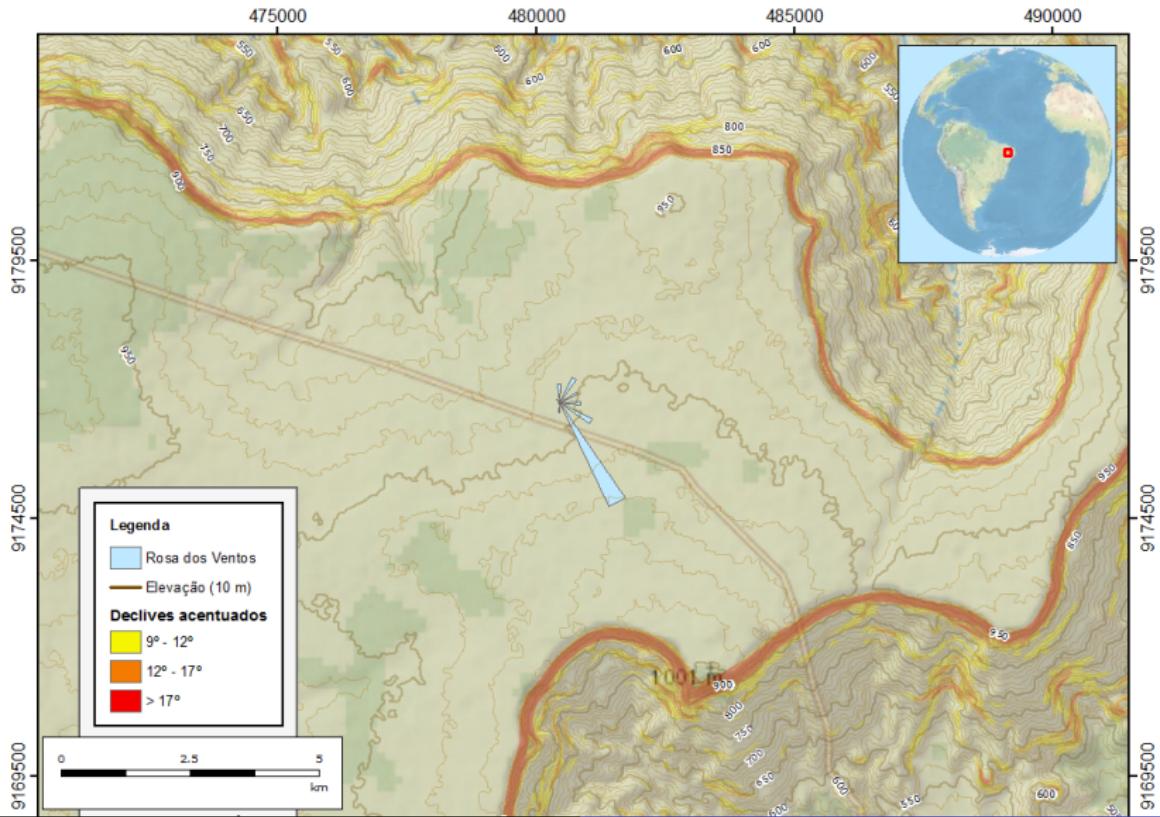


Figure: Chapada

Variação da elevação na direção preferencial de escoamento do vento.

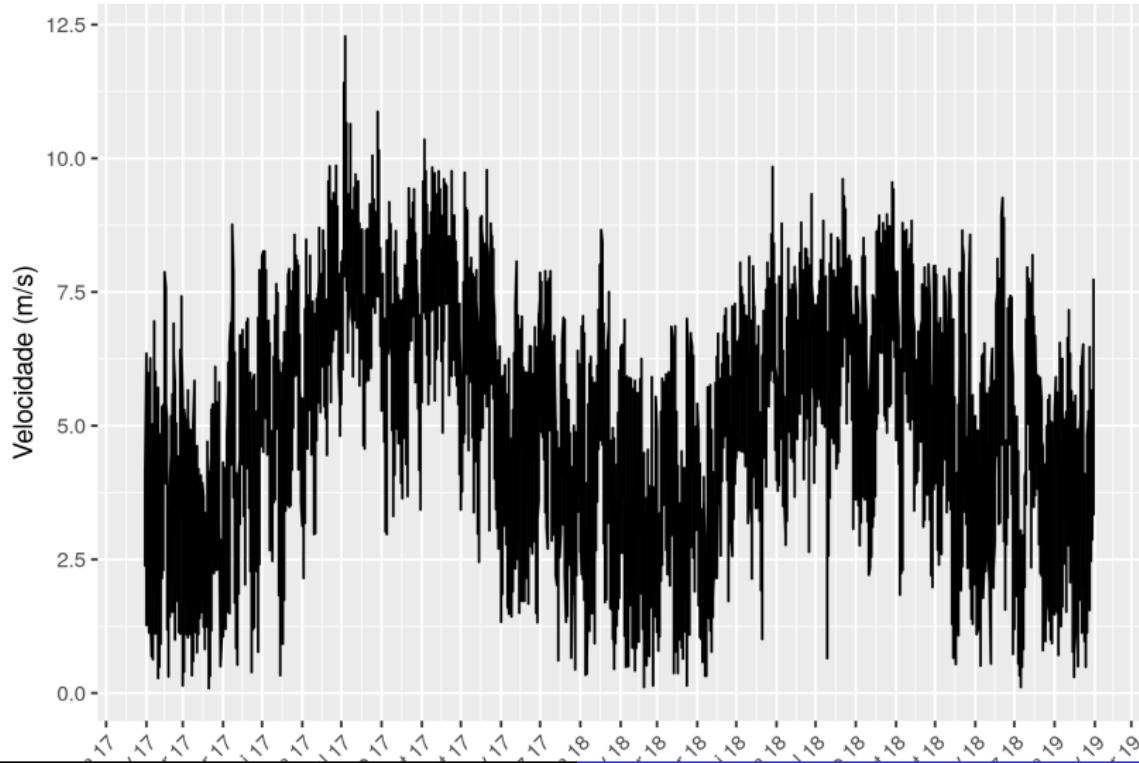


Alguns nós da série ERA 5 ao sul do Ceará, Brasil.
Google earth V 7.3.2.5776. (14 de Dezembro, 2015). Rio
Grande do Sul, Brasil.



Velocidade do vento registrada por satélite na região de interesse nos anos de 2017 e 2018

Velocidade do vento em base horária



Histograma de velocidades do nó noroeste da série de dados modelo.

Curva normal superposta ao histograma de velocidades

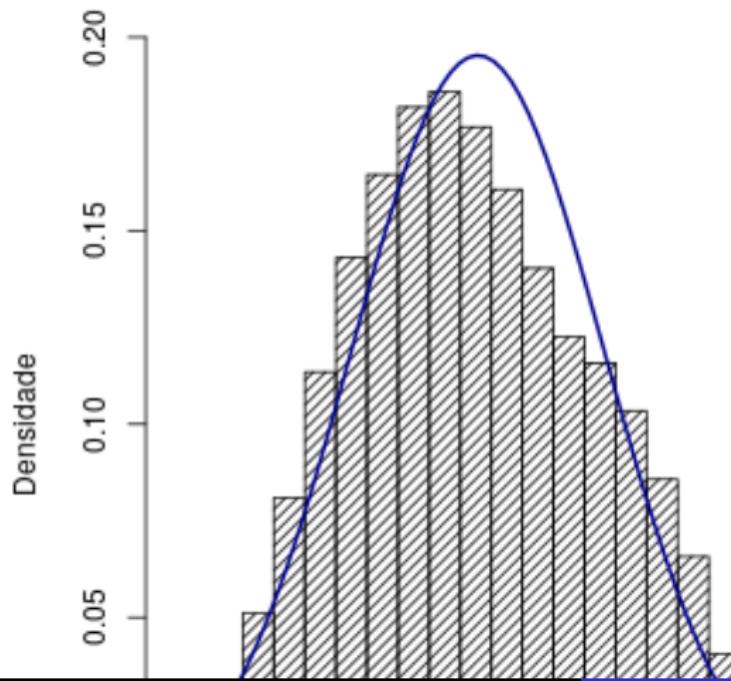
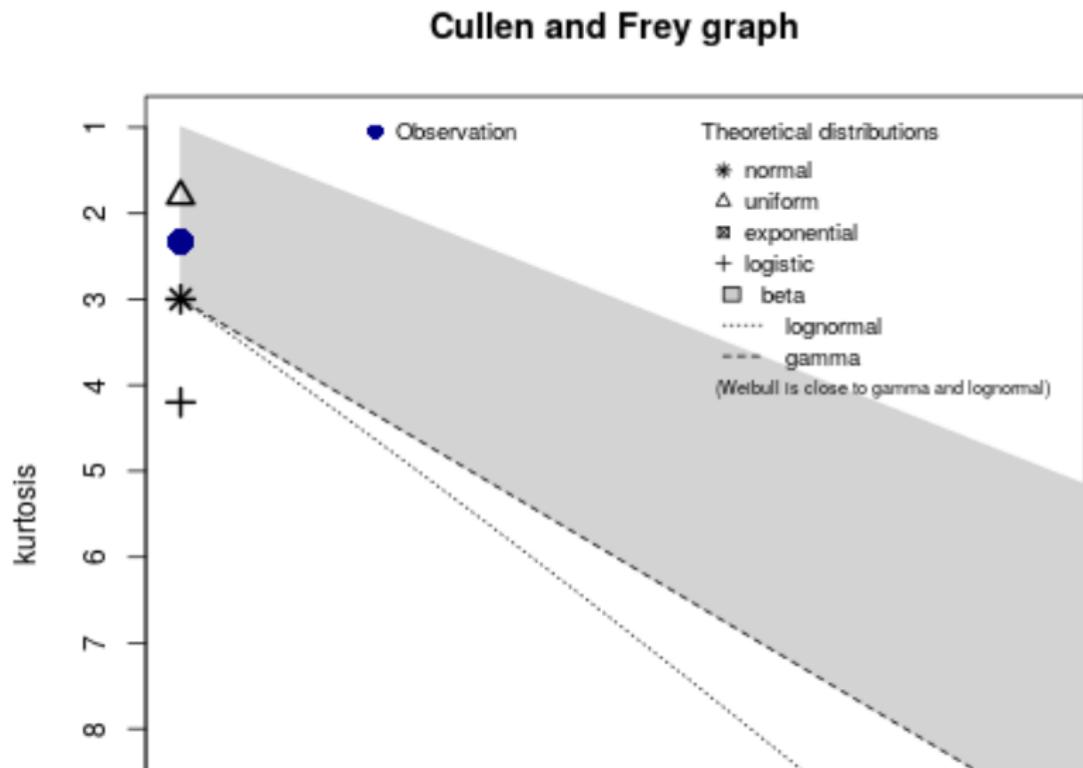
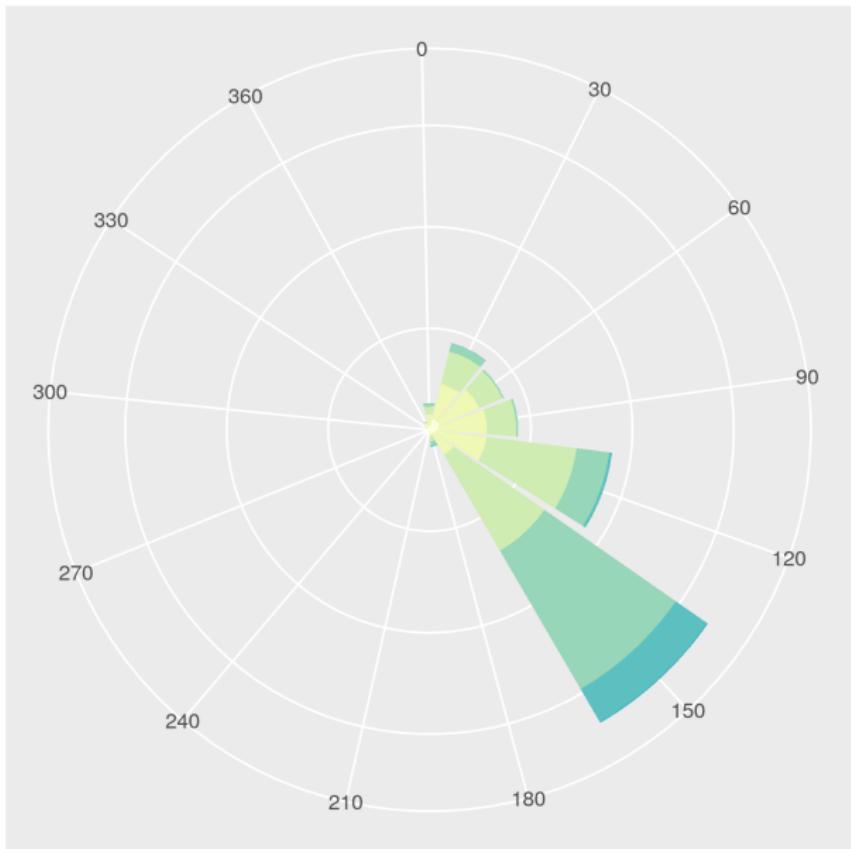


Gráfico de Cullen e Frey para os dados do nó noroeste da série de dados modelo.



Rosa dos ventos

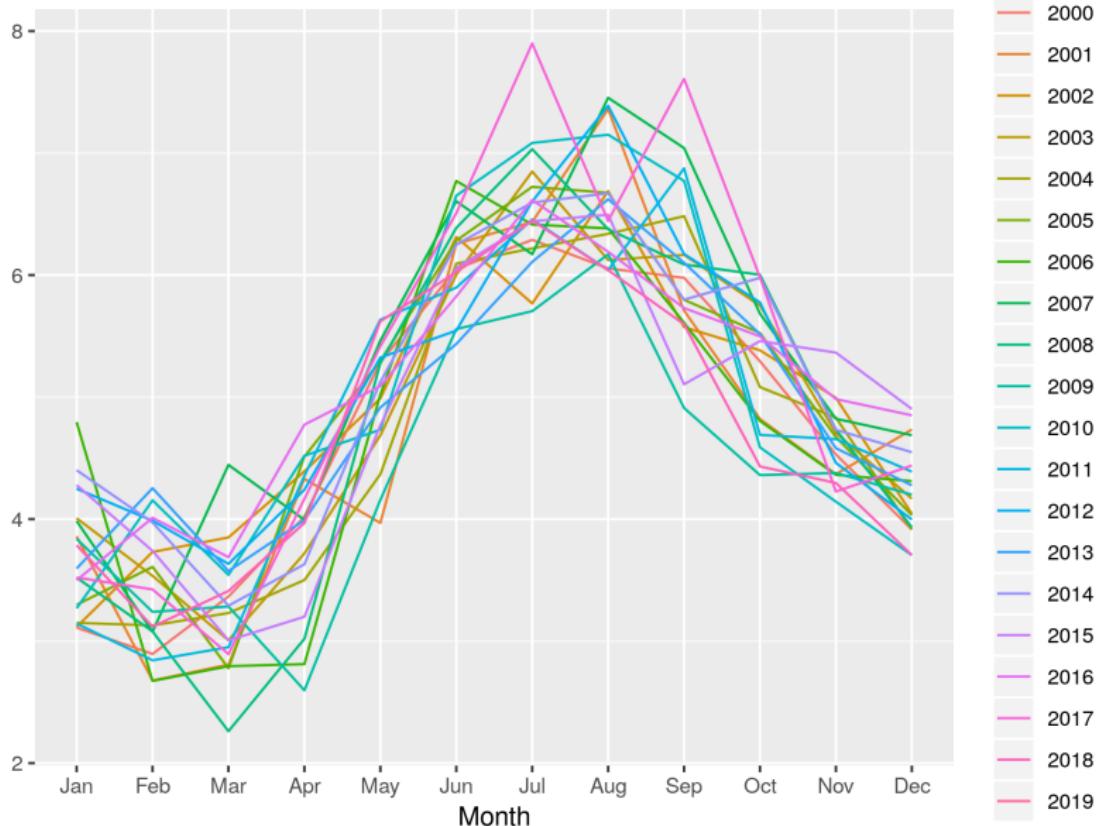


Velocidade (m/s)

- 18 - 20
- 16 - 18
- 14 - 16
- 12 - 14
- 10 - 12
- 8 - 10
- 6 - 8
- 4 - 6
- 2 - 4
- 0 - 2

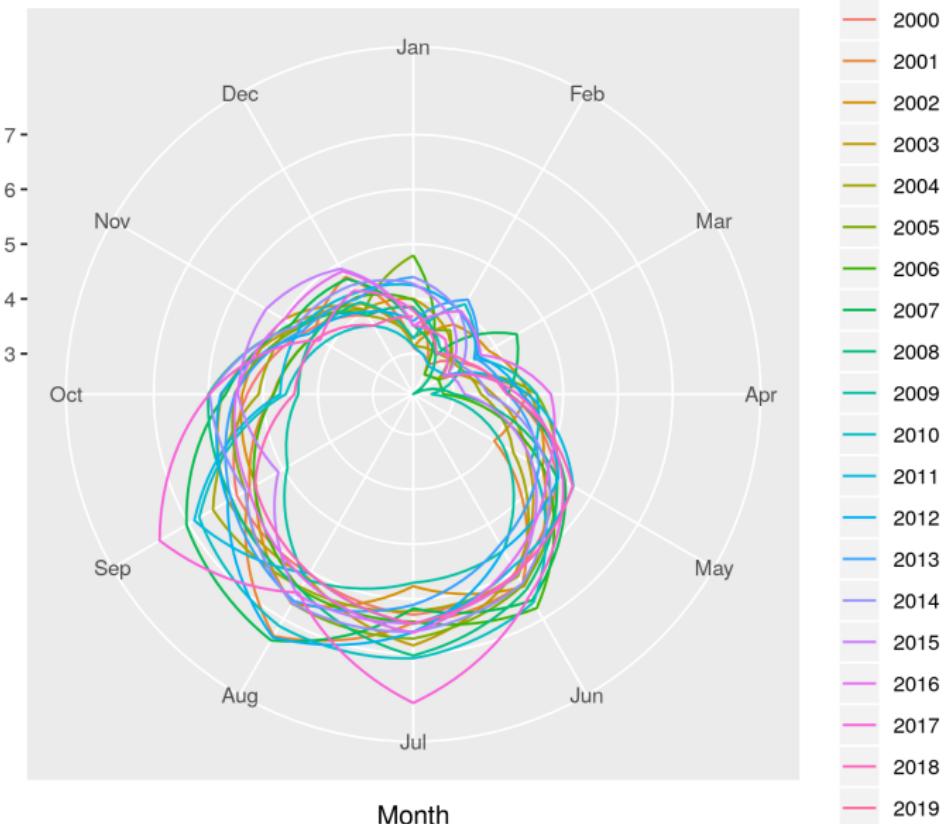
Chapada

Seasonal plot: .



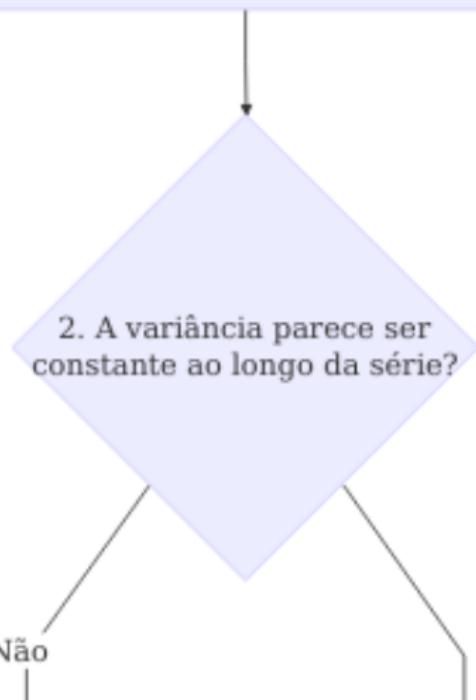
Chapada

Seasonal plot: .



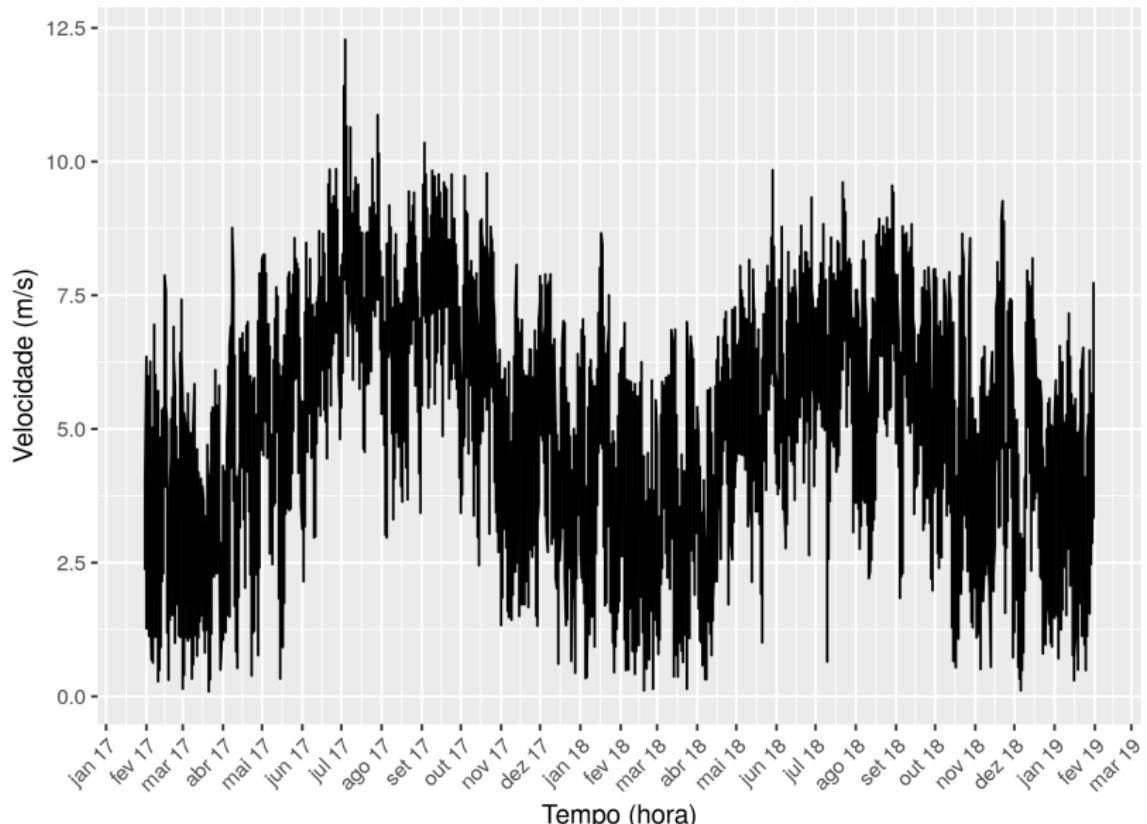
O método de Box-Jenkins.

1 Faça um gráfico dos dados
Identifique comportamentos atípicos
Identifique padrões



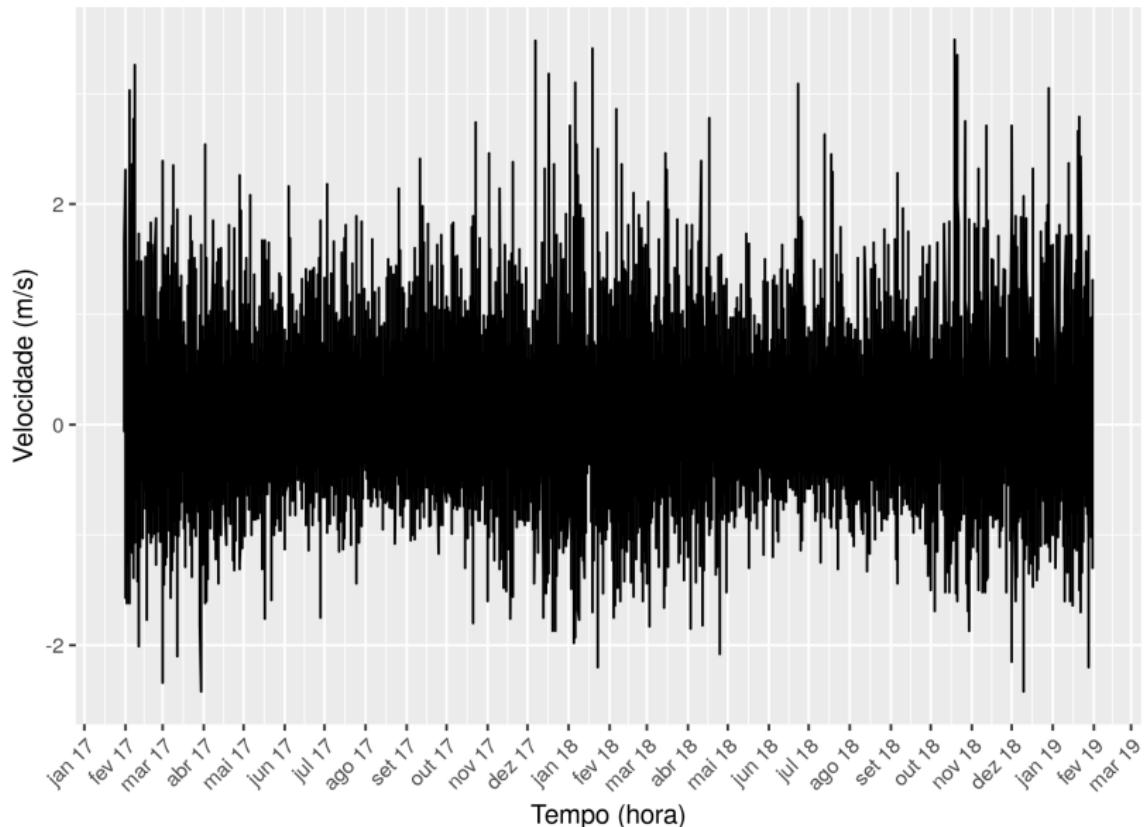
Últimos dois anos da série de vento

Velocidade do vento em base horária



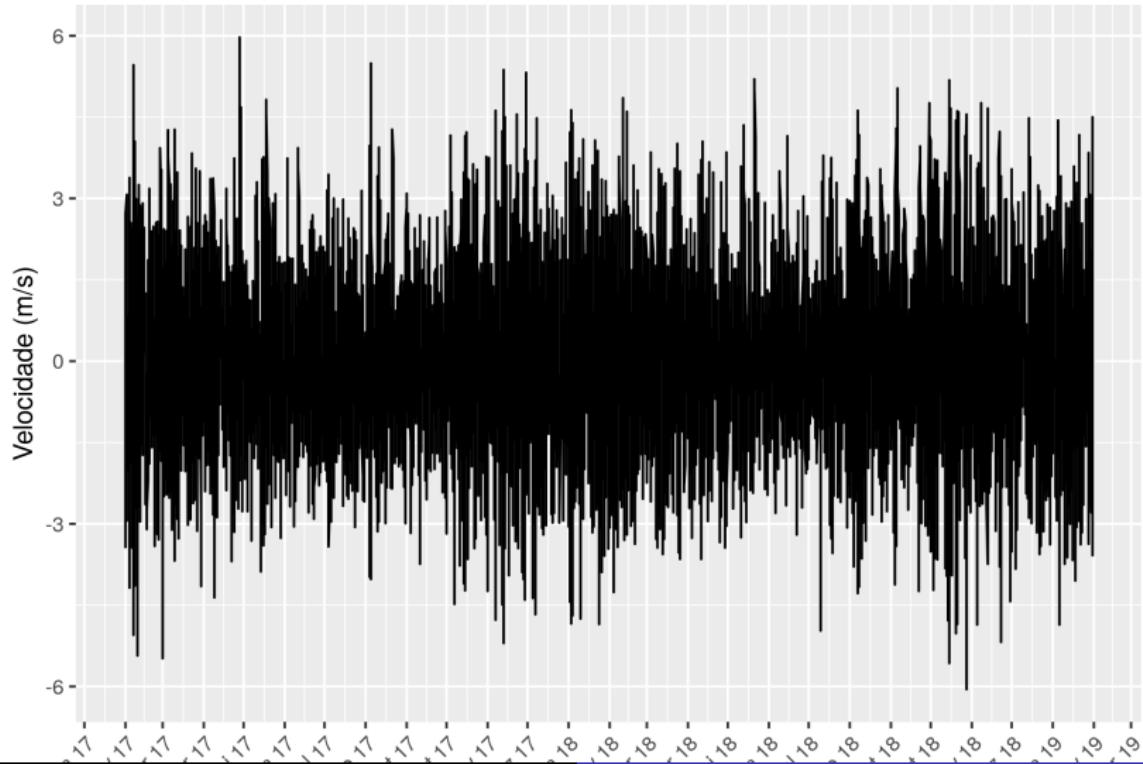
Sazonalidade removida

Velocidade do vento em base horária

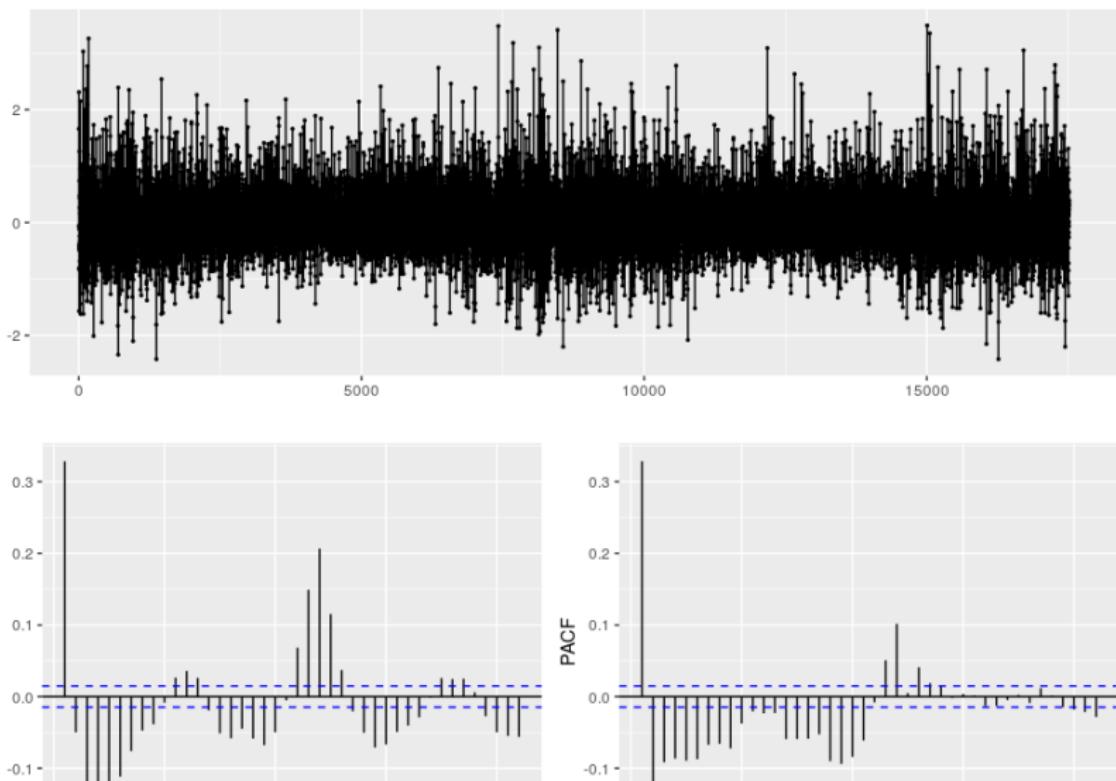


Sazonalidade removida por meio de uma transformação de Box-Cox

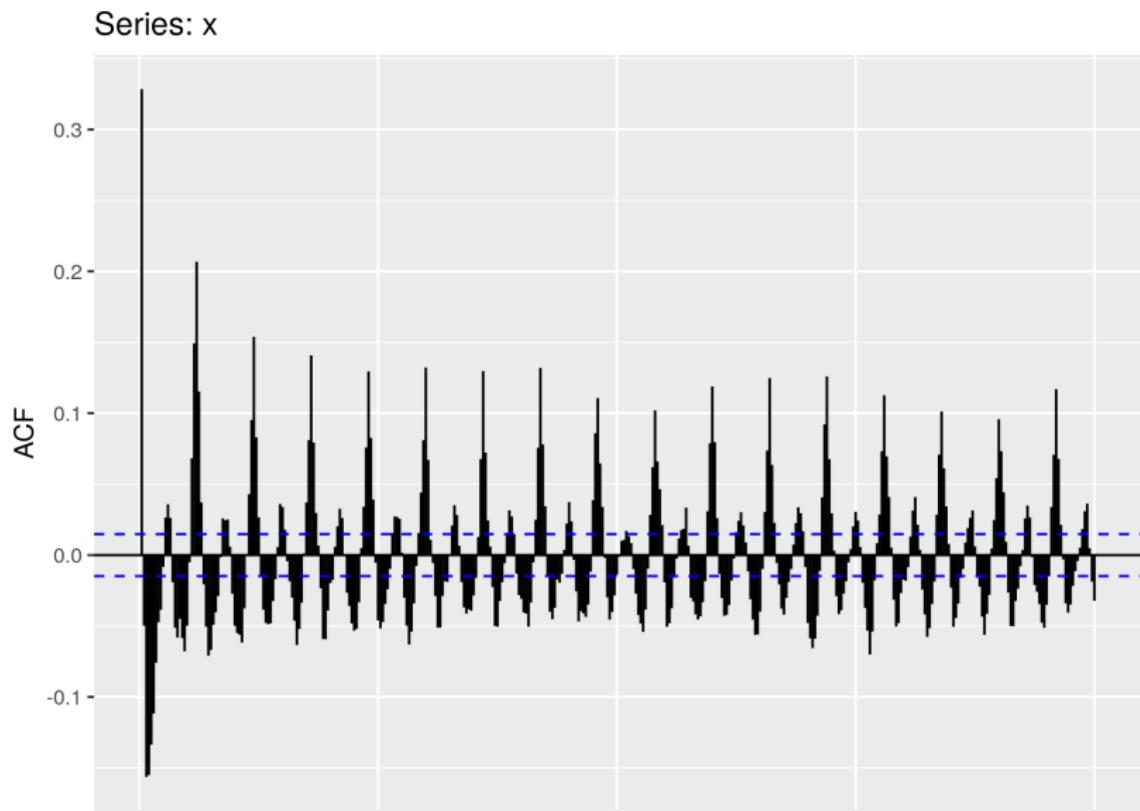
Velocidade do vento em base horária



Gráficos da Função de Autocorrelação (ACF) e Função de Autocorrelação Parcial (PACF)



Gráficos da Função de Autocorrelação (ACF) e Função de Autocorrelação Parcial (PACF)



Modelo LSTM aplicado a série. Velocidade no eixo y.
Tempo em horas no eixo x.

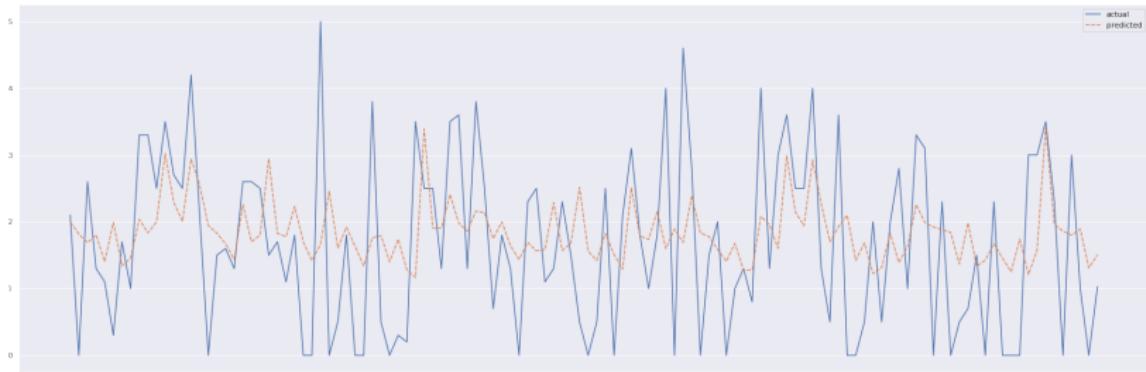
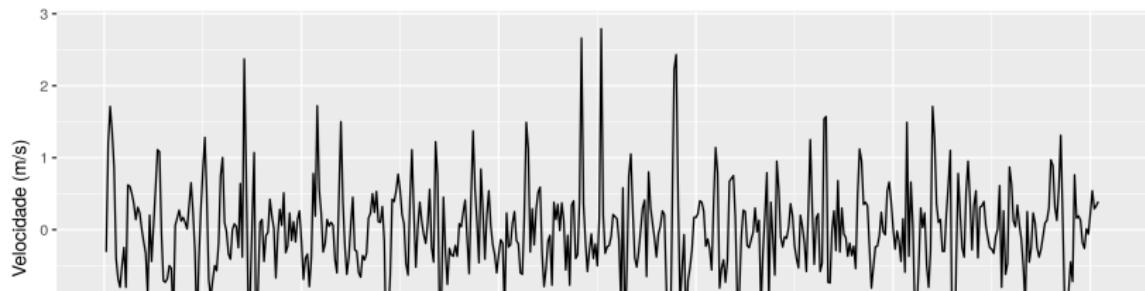
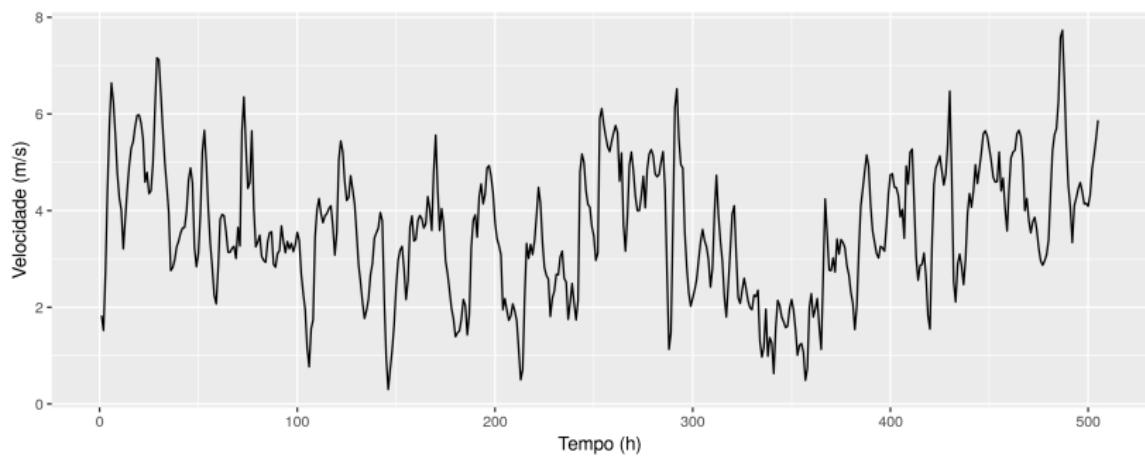
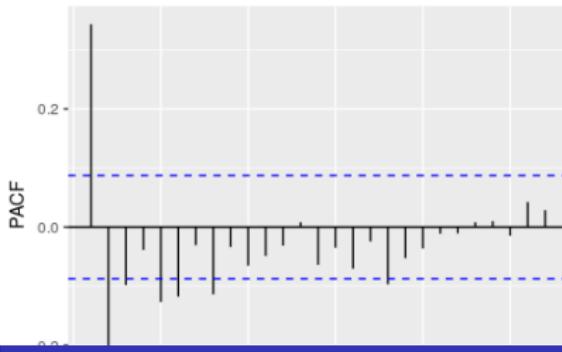
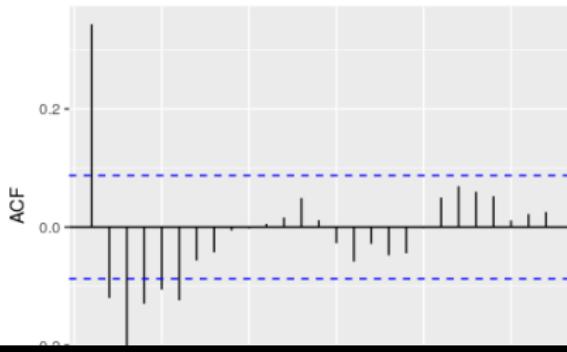
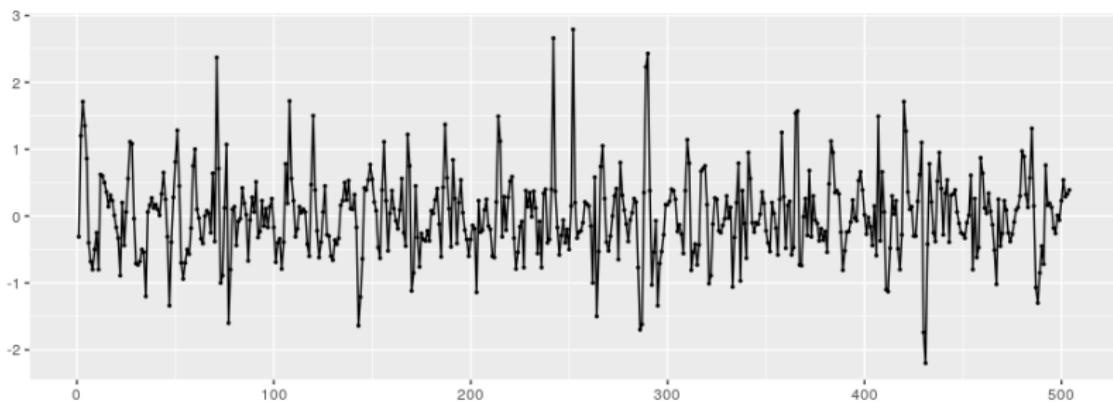


Figure: Modelo LSTM aplicado a série. Velocidade no eixo y. Tempo em horas no eixo x.

3 últimas semanas de dados da série. Antes da diferenciação
(superior) e após (inferior).



Gráficos da Função de Autocorrelação e Autocorrelação Parical para 2 semanas de dados da série.



Chapada

Validação cruzada com horizonte de previsão $h=3$

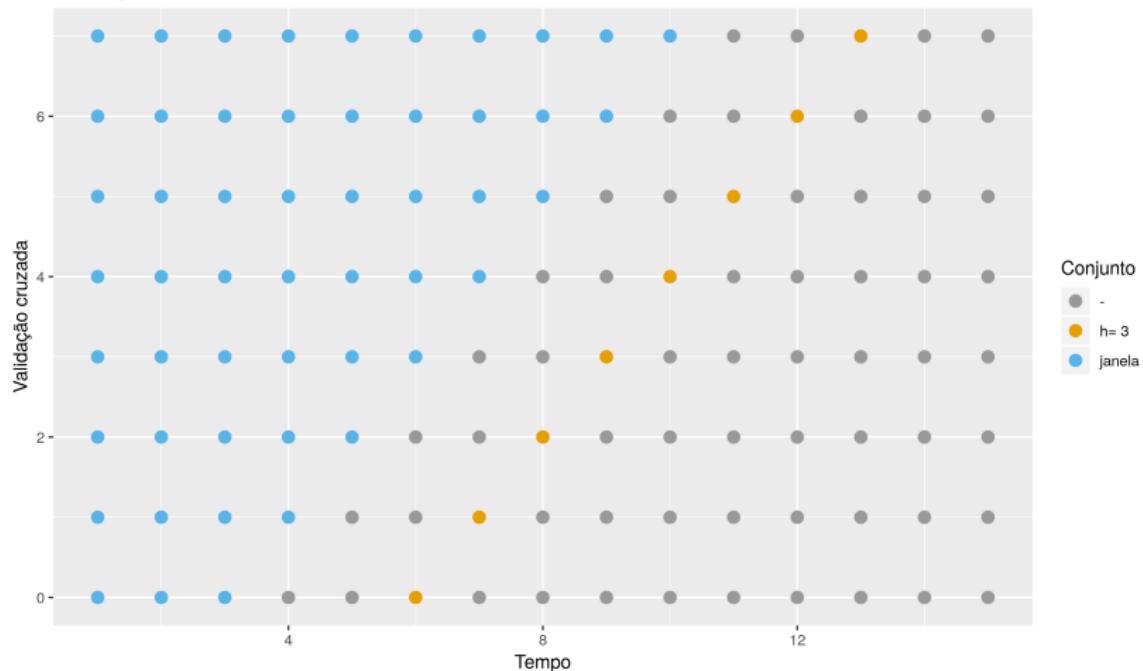


Figure: Chapada

Condições de regime estacionário e invertibilidade para um modelo ARIMA(6,1,0).

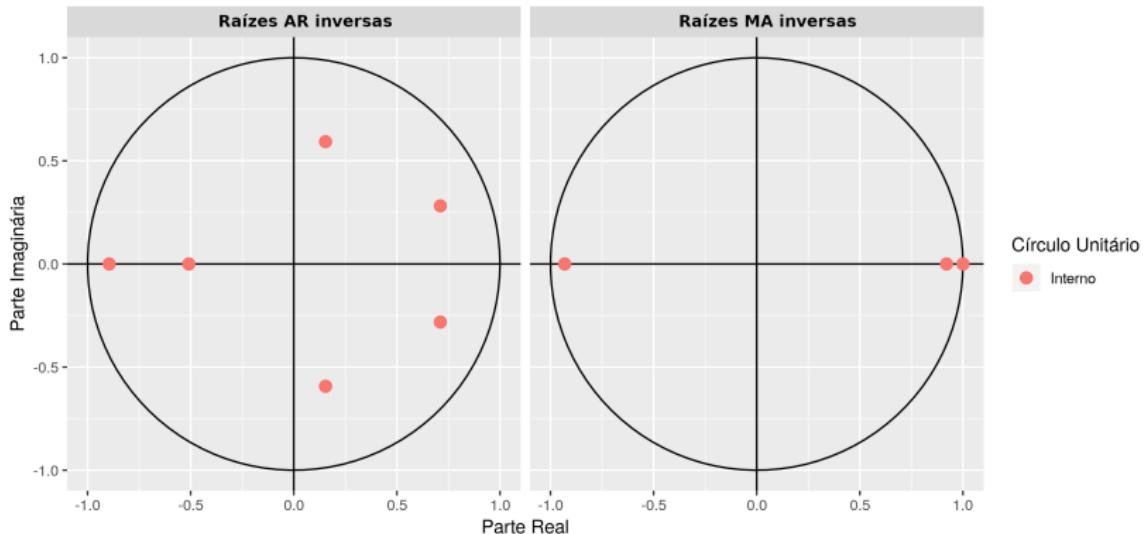
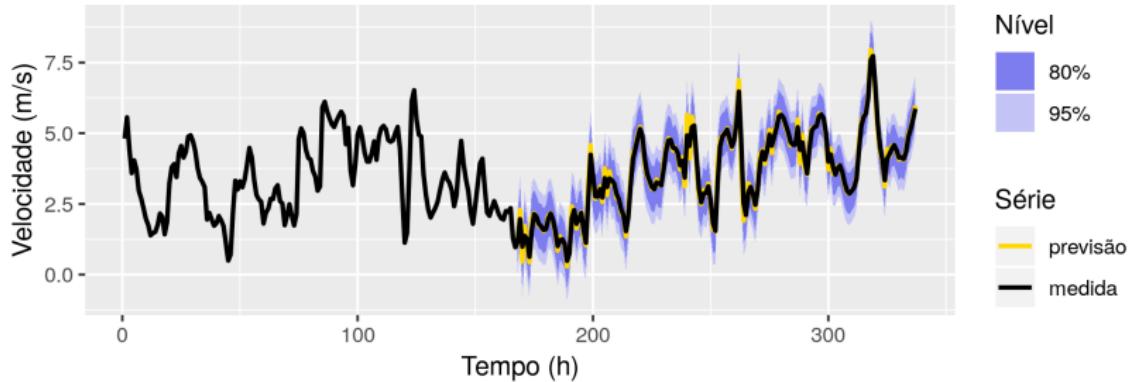


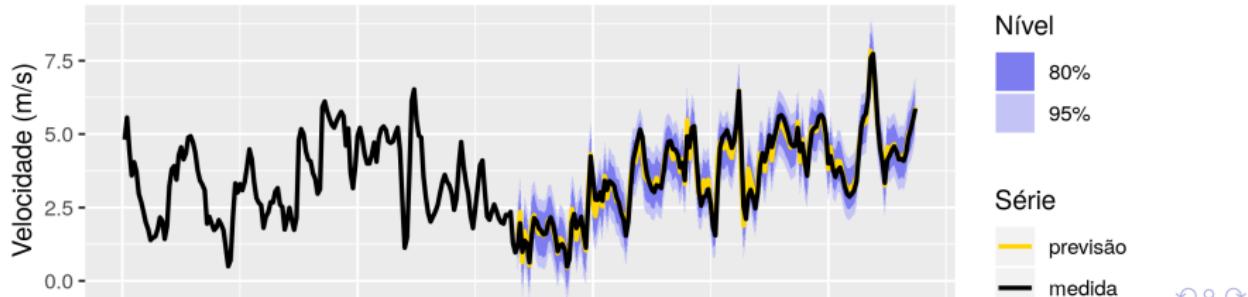
Figure: Condições de regime estacionário e invertibilidade para um modelo ARIMA(6,1,0).

Condições de regime estacionário e invertibilidade para um modelo ARIMA(6,1,0).

Previsão de 336 horas passo= 1 hora , ARIMA(1,1,1) com janela 168 horas

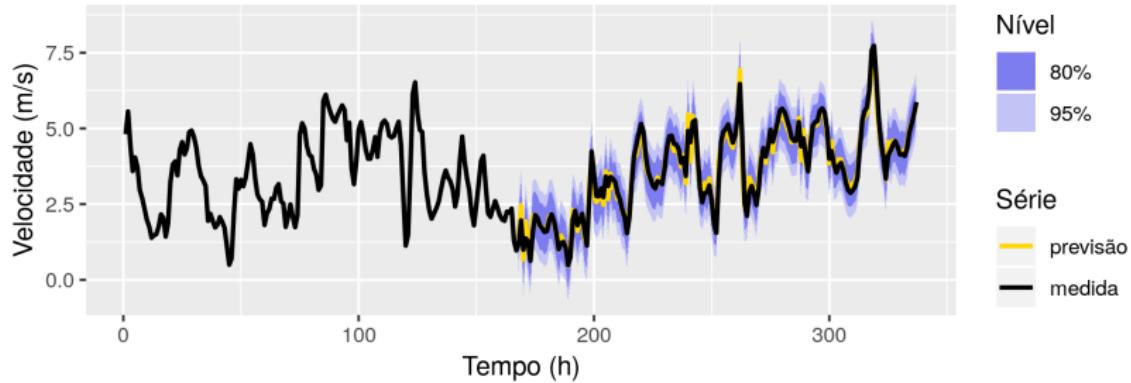


Previsão de 336 horas passo= 1 hora , ARIMA(2,1,1) com janela 168 horas

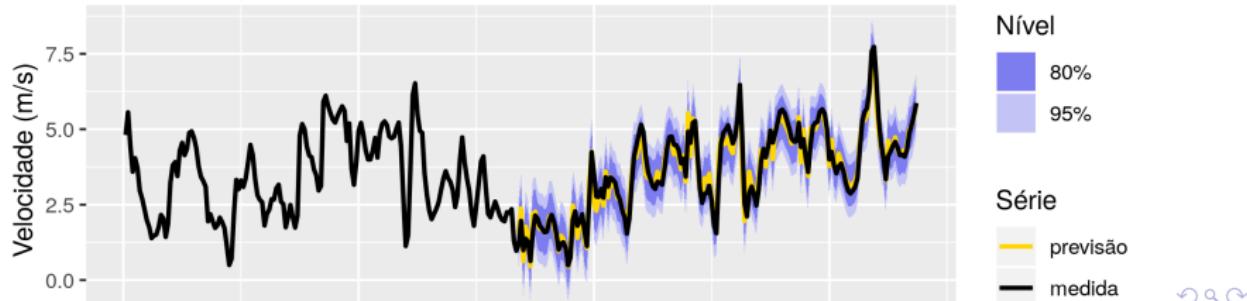


Condições de regime estacionário e invertibilidade para um modelo ARIMA(6,1,0).

Previsão de 336 horas passo= 1 hora , ARIMA(1,1,2) com janela 168 horas



Previsão de 336 horas passo= 1 hora , ARIMA(2,1,3) com janela 168 horas



Evolução dos parâmetros p e q de um modelo ARIMA ao longo do tempo.

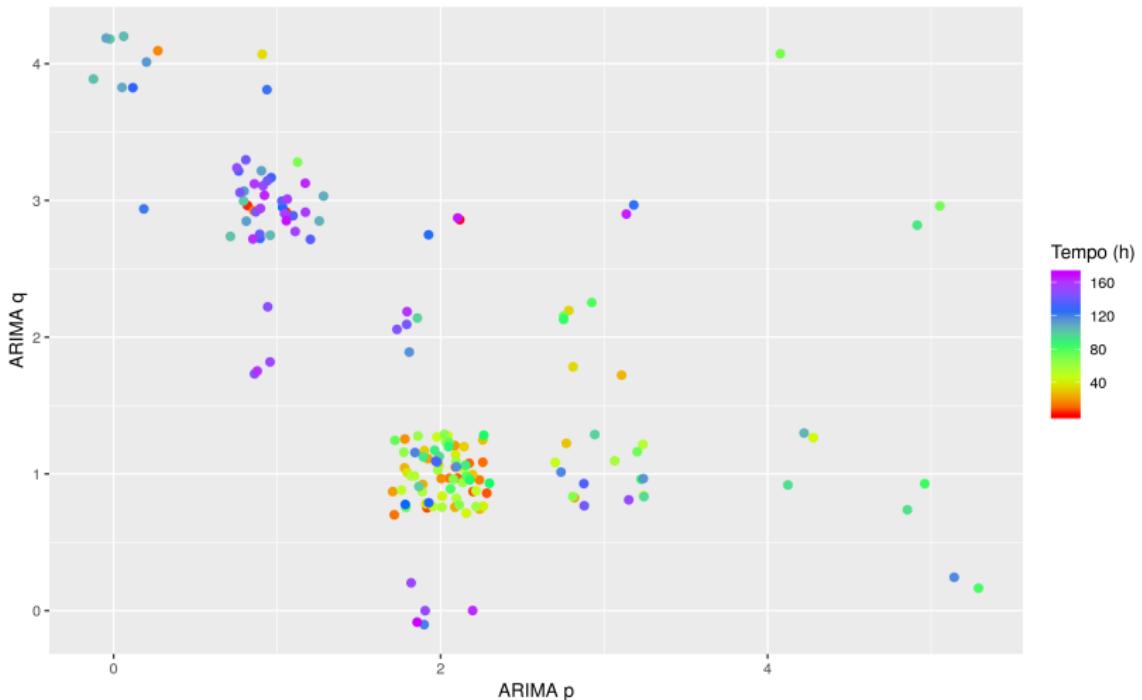
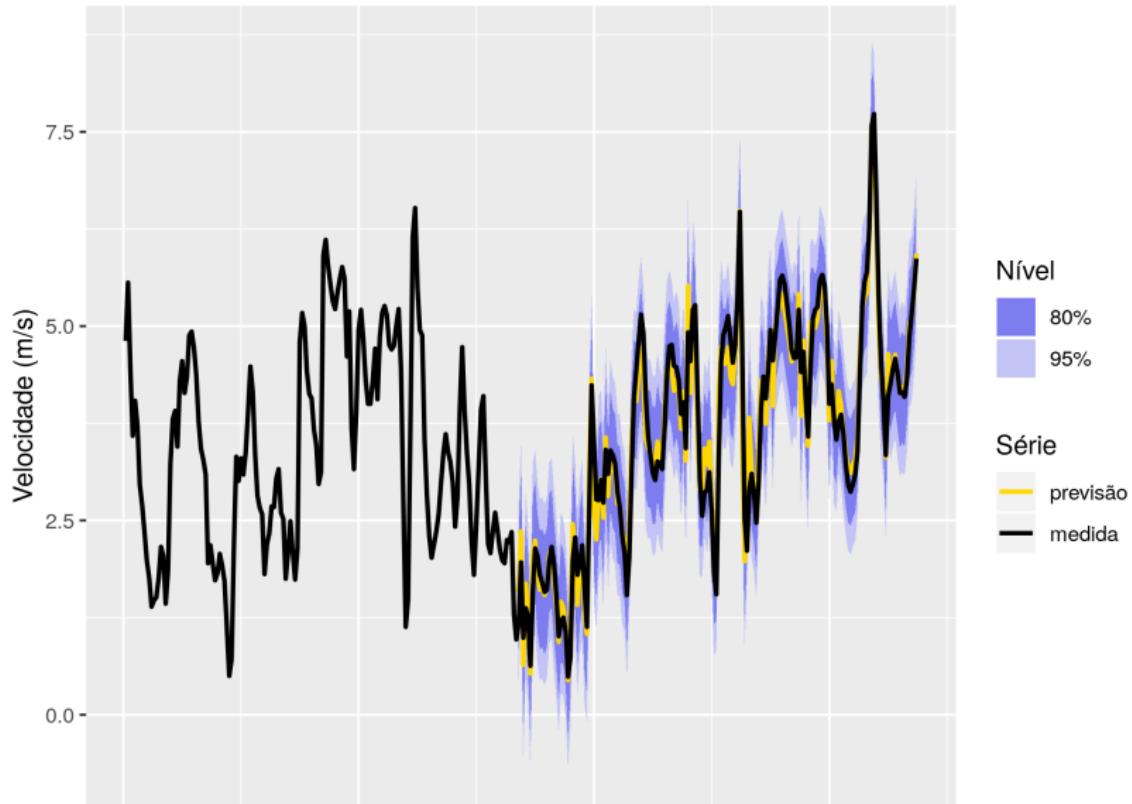


Figure: Evolução dos parâmetros p e q de um modelo ARIMA ao longo

Evolução dos parâmetros p e q de um modelo ARIMA ao longo do tempo.



Evolução dos parâmetros p e q de um modelo ARIMA ao longo do tempo.

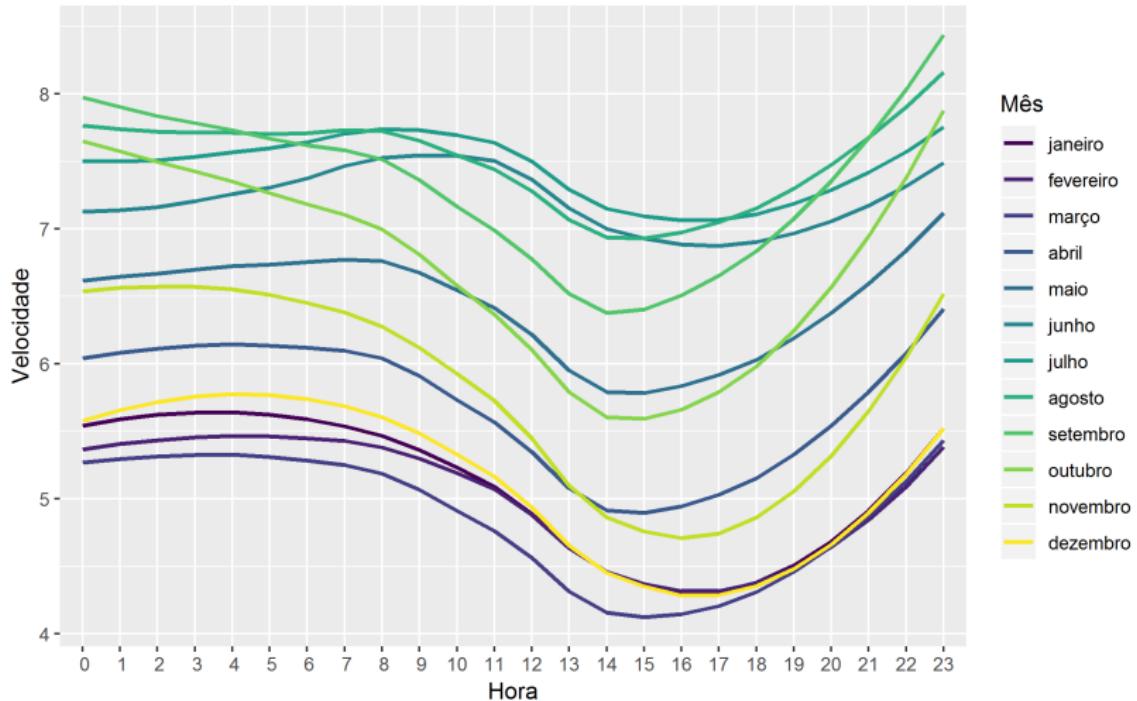
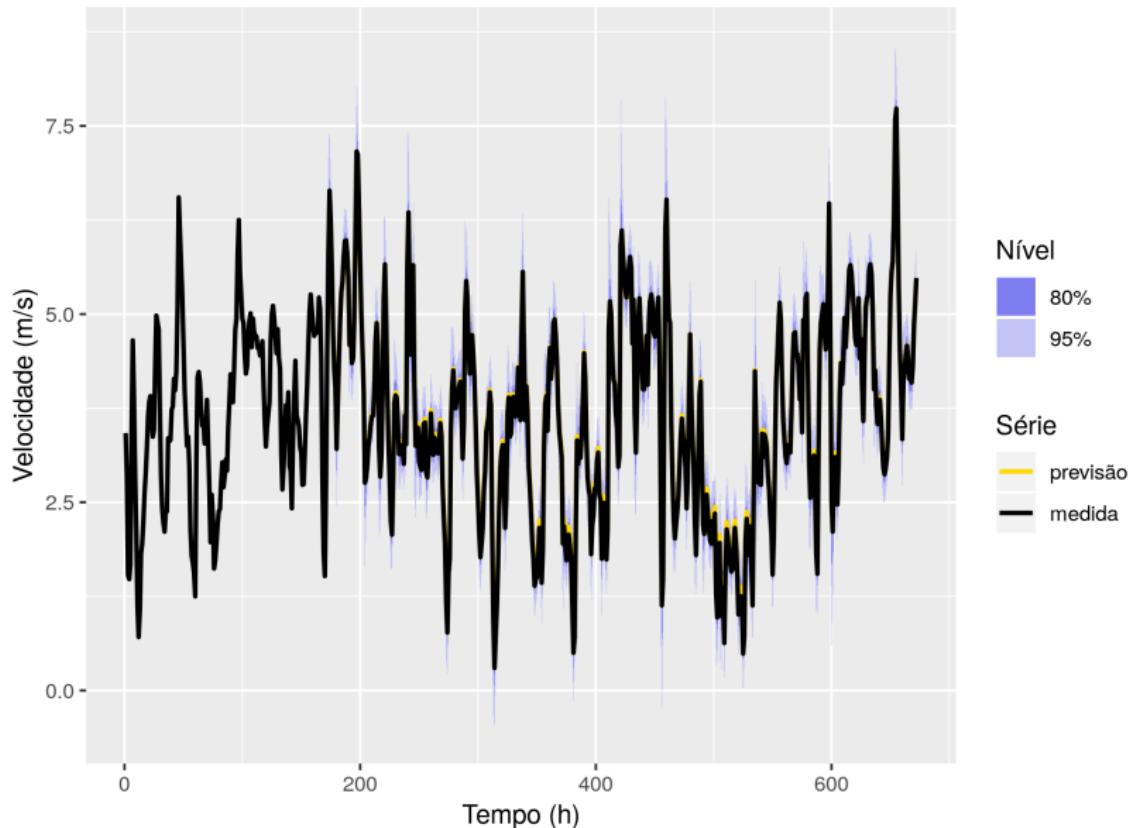


Figure: Evolução dos parâmetros p e q de um modelo ARIMA ao longo

GARCH

GARCH(1,1) com janela de 50 horas e passo de 1 hora



GARCH

GARCH(1,1) com janela de 4 meses e passo de 1 mês

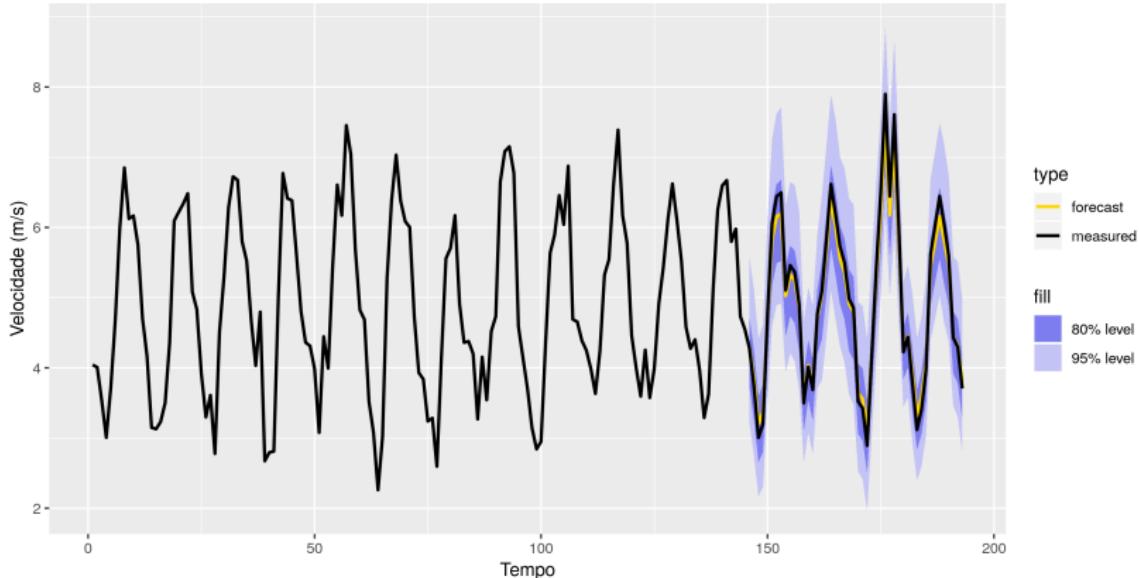
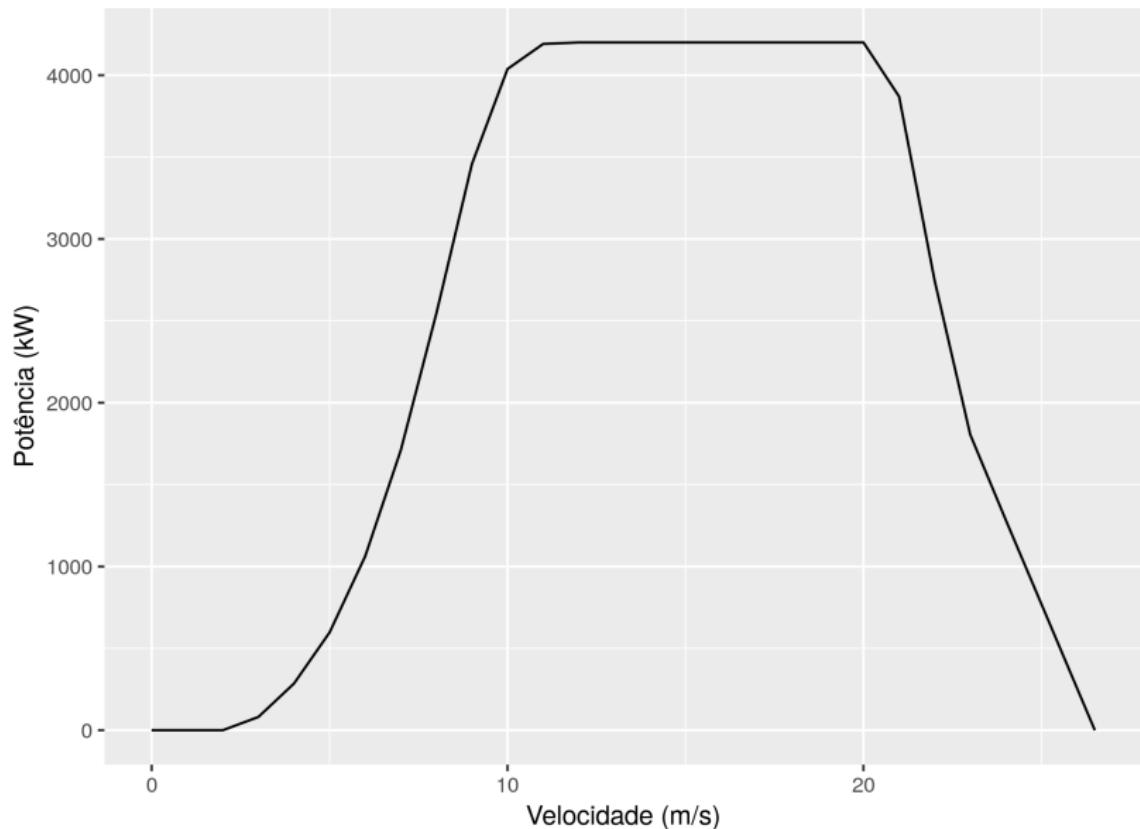


Figure: GARCH

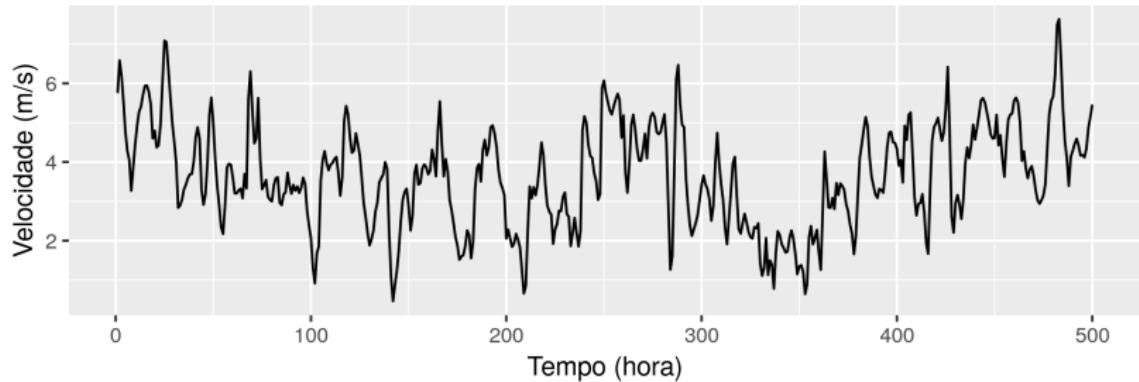
Curva de potência de um aerogerador genérico.

Curva de potência de uma turbina genérica

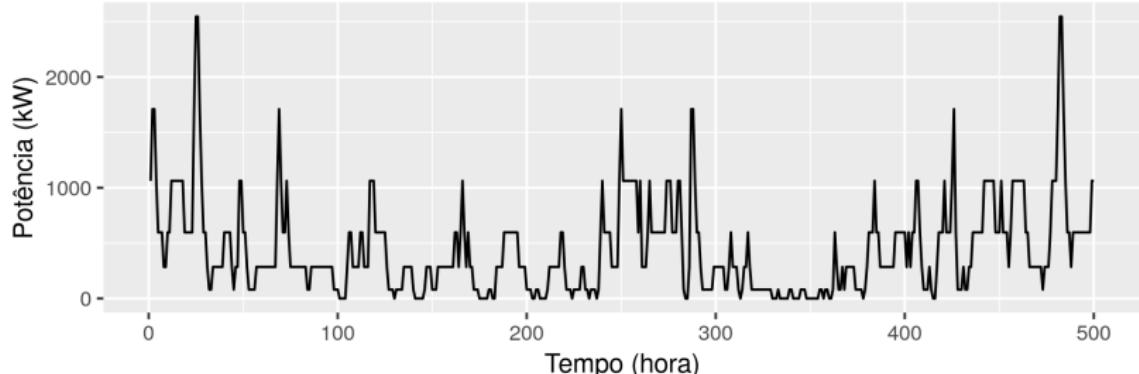


Curva de potência de um aerogerador genérico.

Velocidade do vento em base horária



Potência desenvolvida por uma turbina em base horária



TDEF Map

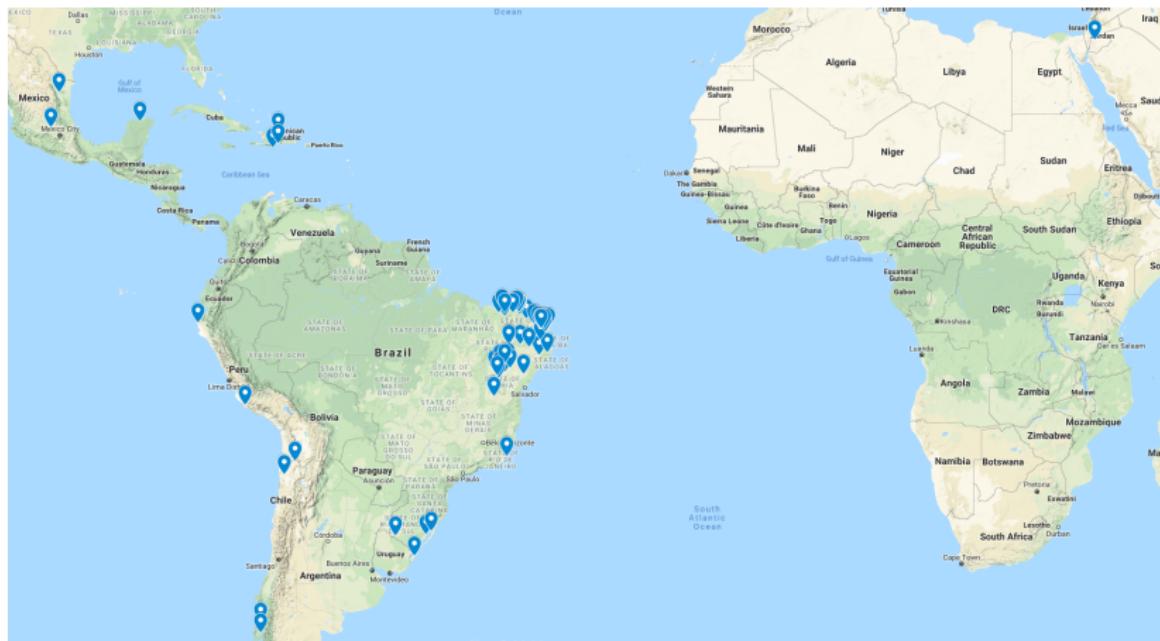


Figure: TDEF Map