

# Atividade 2 - Séries Temporais I

Joelmir Junior\*

Glaucio Jorge<sup>†</sup>

Diego Brenner<sup>‡</sup>

dezembro 2022

## Sumário

<b>1</b>	<b>Análise Inicial da série temporal</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Aplicação dos Testes</b>	<b>4</b>
2.1	Testes de normalidade . . . . .	4
2.2	Testes de sazonalidade . . . . .	4
2.3	Teste de tendência determinística . . . . .	4
2.4	Teste de tendência estocástica . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Retirando a tendência da série</b>	<b>6</b>
3.1	Testes de tendência na série diferenciada. . . . .	7
<b>4</b>	<b>Ajuste do modelo</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Previsão</b>	<b>8</b>

---

\*joelmirjunior6@gmail.com  
<sup>†</sup>glauciojorge@uol.com.br  
<sup>‡</sup>dbrennerdosreis@gmail.com

# 1 Análise Inicial da série temporal

Considerando as observações do Federal Reserve Bank of New York - Dados de taxa de câmbio de moeda estrangeira do “Modelo de séries temporais não lineares em finanças empíricas” (Franses e Van Dijk, 2000). As taxas de câmbio são o dólar australiano, a libra esterlina, o dólar canadense, o marco alemão, o florim holandês, a frança francesa, o iene japonês e o franco suíço, todos expressos em unidades da moeda estrangeira por dólar americano.

Os dados são diários de 31 de dezembro de 1979 até 31 de dezembro de 1992 contando com 4.773 observações, onde podemos visualizar na Figura 1.

Gráfico da série: taxas de câmbio de moeda estrangeira de 1979 até 1992

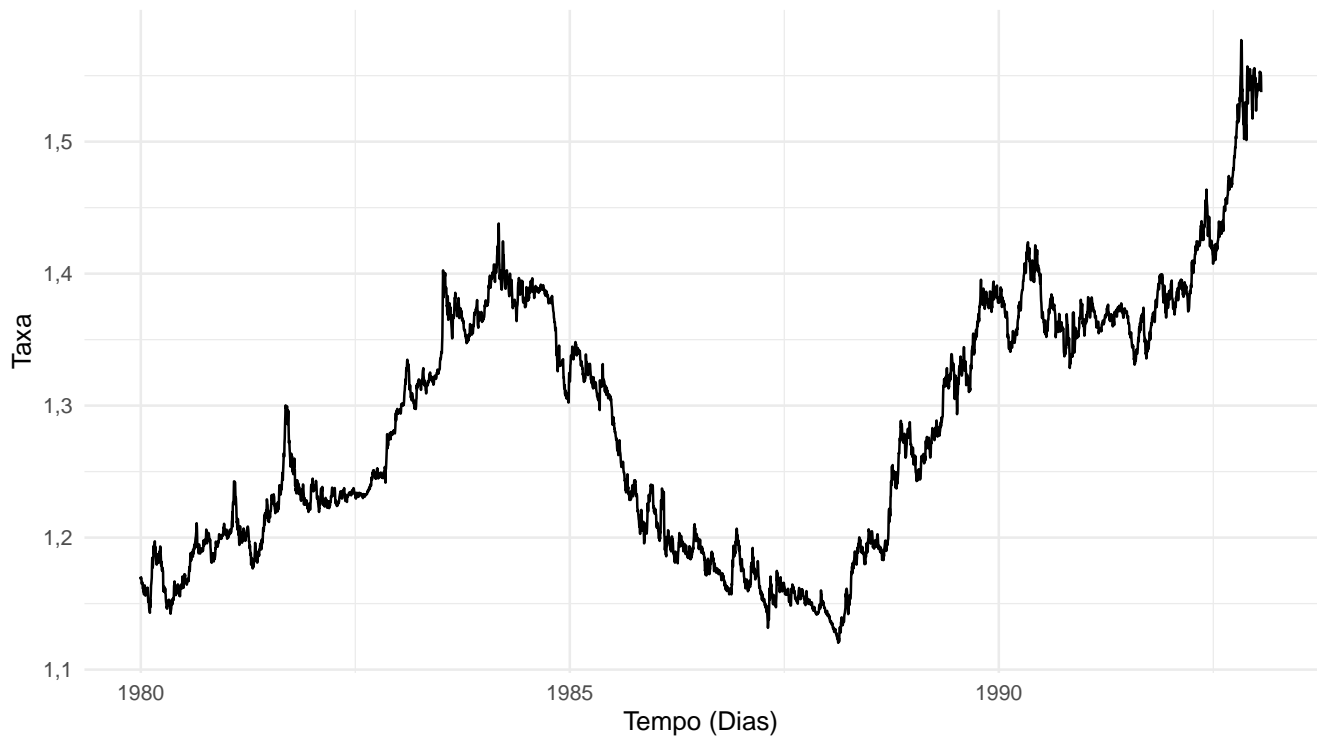


Figura 1: Gráfico da série amostral

Logo na Figura 2, que mostra a função de autocorrelação amostral, podemos observar que existe autocorrelação, contendo um decaimento bem lento que indica uma dependência entre as observações.

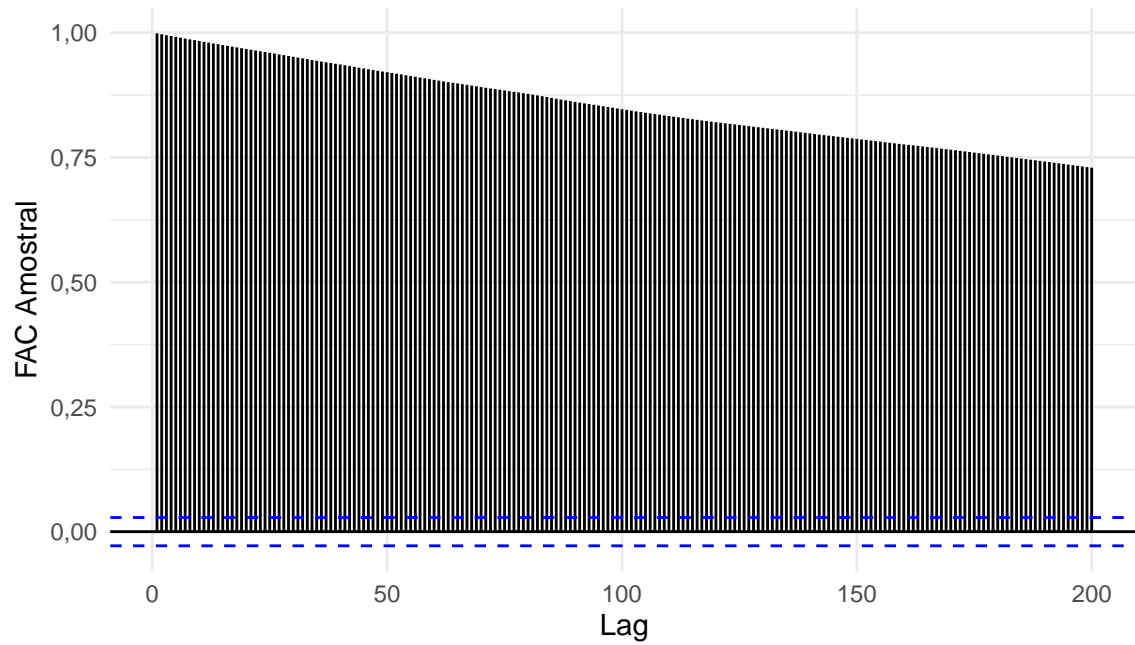


Figura 2: Gráfico da Função de autocorrelação amostral

Na Figura 3 é feita uma análise para avaliar se a série apresenta outliers, os quais podem influenciar na modelagem, através de um Boxplot. Neste gráfico, fica evidente que não temos observações fora dos limites, não indicando a possibilidade de outliers. Após análise inicial da série, iniciaremos com os testes para avaliar normalidade, tendência determinística e raiz unitária.

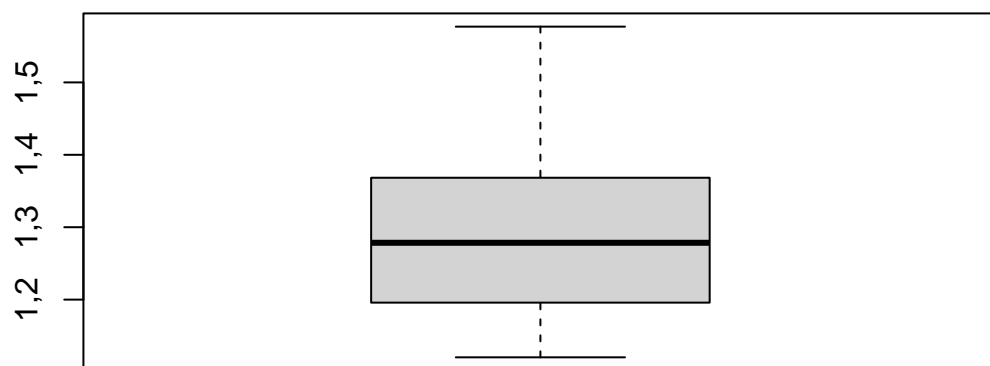


Figura 3: Gráfico Boxplot da série amostral

## 2 Aplicação dos Testes

Nesta seção, serão realizados os testes necessários para tomar algumas conclusões sobre a série temporal, principalmente quanto à normalidade e tendências determinísticas ou estocásticas. Para que após isto possamos tomar as melhores decisões para os próximos passos da análise.

### 2.1 Testes de normalidade

```
## Teste de normalidade

sha1<-shapiro.test(dadosplot)
jqb1<-jarque.bera.test(dadosplot)
```

**Teste de Jarque-Bera,  $H_0$ :** Os dados possuem distribuição normal.

Com p valor igual a 0, ao nível de significância igual a  $\alpha = 0.05$ , conclui-se que rejeitamos  **$H_0$** .

**Teste de Shapiro Wilk,  $H_0$ :** Os dados possuem distribuição normal.

Com p valor igual a  $5,7437 \times 10^{-39}$ , ao nível de significância igual a  $\alpha = 0.05$ , conclui-se que rejeitamos  **$H_0$** .

Através destes dados, conclui-se que a série não apresenta normalidade.

### 2.2 Testes de sazonalidade

Com a série já diferenciada, testamos a presença de sazonalidade nos dados através dos Testes de sazonalidade de Kruskal-Wallis e Friedman, em que para ambos os testes, consideramos  $H_0$  como a série não sendo sazonal. Na Tabela 4 estão os p-valor obtidos. Para os dois testes o p-valor foi maior que 0,05, rejeitando a hipótese alternativa ( $H_1$ ) e indicando que a série não possui sazonalidade.

Tabela 1: Testes de Sazonalidade

Teste	Rotina	$H_0$	P-valor	Conclusão
Kruskall Wallis	<i>kw</i>	Não Sazonal	0,7036	Não Sazonal
Friedman	<i>fried</i>	Não Sazonal	0,5934	Não Sazonal

### 2.3 Teste de tendência determinística

Para verificarmos a presença de tendência na série, faremos inicialmente uma análise visual, através da Figura 4 que nos indica uma tendência polinomial, onde confirmaremos com base nos testes abaixo.

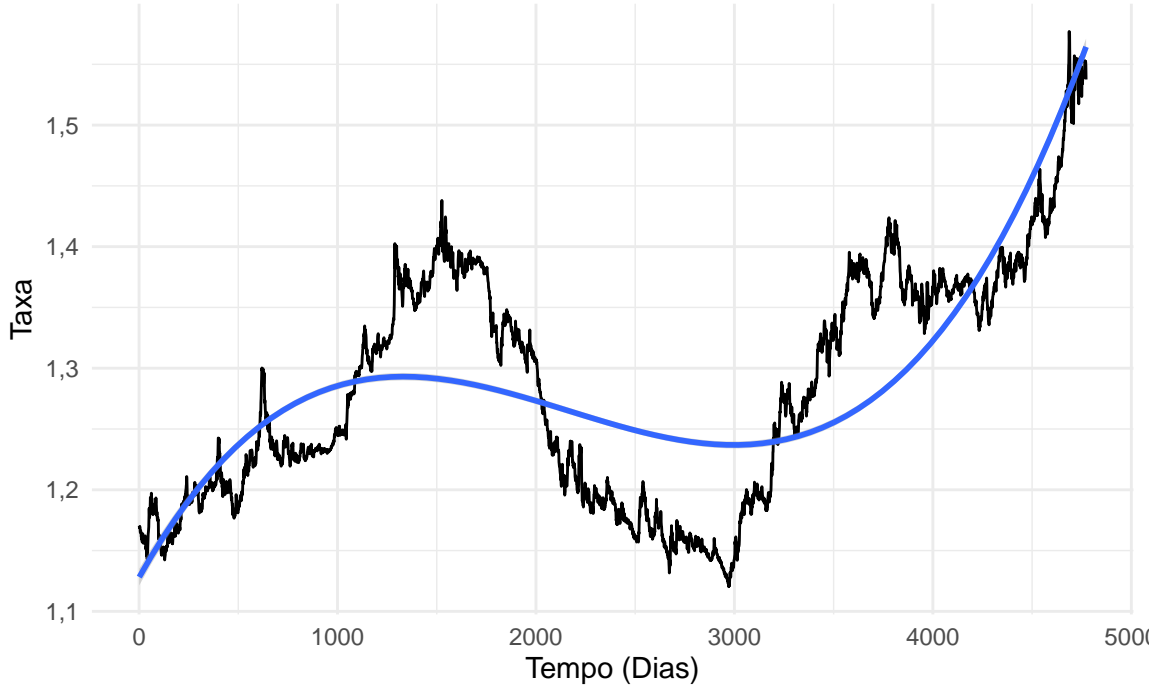


Figura 4: Gráfico da tendência na série temporal

Pela Tabela 2 abaixo, verificamos que em todos os testes de tendência determinística aplicados, os p-valores são inferiores ao alpha ( $\alpha = 5\%$ ). Portanto, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), **considerando como  $H_0$ : Sem Tendência Determinística (STD)** e  **$H_1$ : Possui Tendência Determinística (TD)**.

Sendo assim, conclui-se pelos testes realizados que a série apresenta tendência determinística.

Tabela 2: Testes de Tendência Determinística

Teste	Rotina	$H_0$	$H_1$	P-valor	Conclusão
Cox-Stuart	<i>cox.stuart</i>	STD	TD	$1 \times e^{-6}$	TD
Wald-Wolfowitz	<i>runs.test</i>	STD	TD	$< 2 \times e^{-16}$	TD
Wald-Wolfowitz	<i>ww.test</i>	STD	TD	$< 2 \times e^{-16}$	TD
Mann-Kendall	<i>mk.test</i>	STD	TD	$< 2 \times e^{-16}$	TD
Mann-Kendall	<i>MannKendall</i>	STD	TD	$< 2 \times e^{-16}$	TD

## 2.4 Teste de tendência estocástica

A partir da Tabela 3, considere RU como sendo a hipótese de existir raiz unitária e Estacionária como a hipótese de ter estacionariedade. Para o teste Aumentado de Dickey-Fuller (ADF) e teste de Phillips-Perron (PP), observa-se p-valor maior que 0,05, logo, não rejeitamos a hipótese nula ( $H_0$ ), demonstrando Raiz unitária. Agora, segundo os testes de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), sendo o primeiro referente a tendência estocástica, a série apresentou raiz unitária, com p-valor sendo menor que 0,01, rejeitando a hipótese nula ( $H_0$ ). Já no segundo, referente a tendência determinística, temos que a série apresenta tendência determinística, com p-valor menor que 0,01, rejeitando  $H_0$ .

Com os resultados dos testes das Tabelas 2 e 3, podemos verificar que a série apresenta as duas tendências, determinística e estocástica. Na sequência é realizado o método de diferenciação na série em estudo.

Tabela 3: Testes de Tendência Estocástica - Raiz Unitária

Teste	Rotina	$H_0$	$H_1$	P-valor	Conclusão
ADF	<i>adf.test</i>	RU	Estacionária	0,9633	RU
PP	<i>pp.test</i>	RU	Estacionária	0,9456	RU
KPSS	<i>kpss.test</i>	Estacionária	RU	0,01	RU
KPSS	<i>kpss.test</i>	Estacionária	TD	0,01	TD

### 3 Retirando a tendência da série

Para eliminarmos a tendência da série foi necessário realizar apenas uma diferenciação. Abaixo temos os gráficos da série temporal diferenciada e de sua função de autocorrelação, respectivamente.

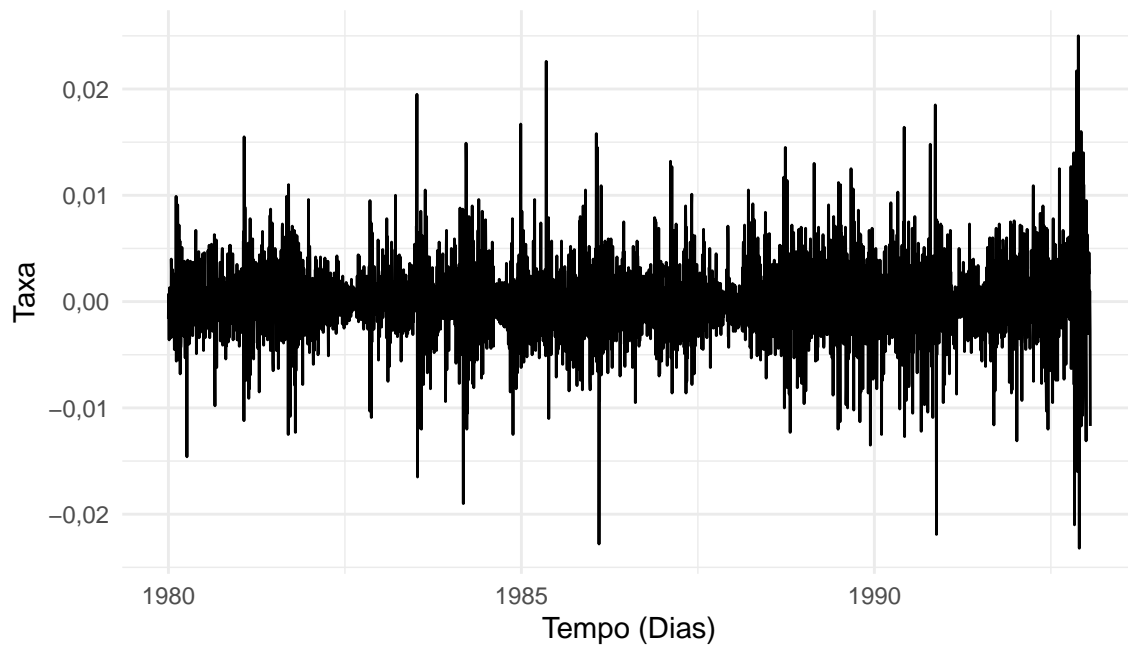


Figura 5: Gráfico da série sem tendência

(#fig:graf 5)

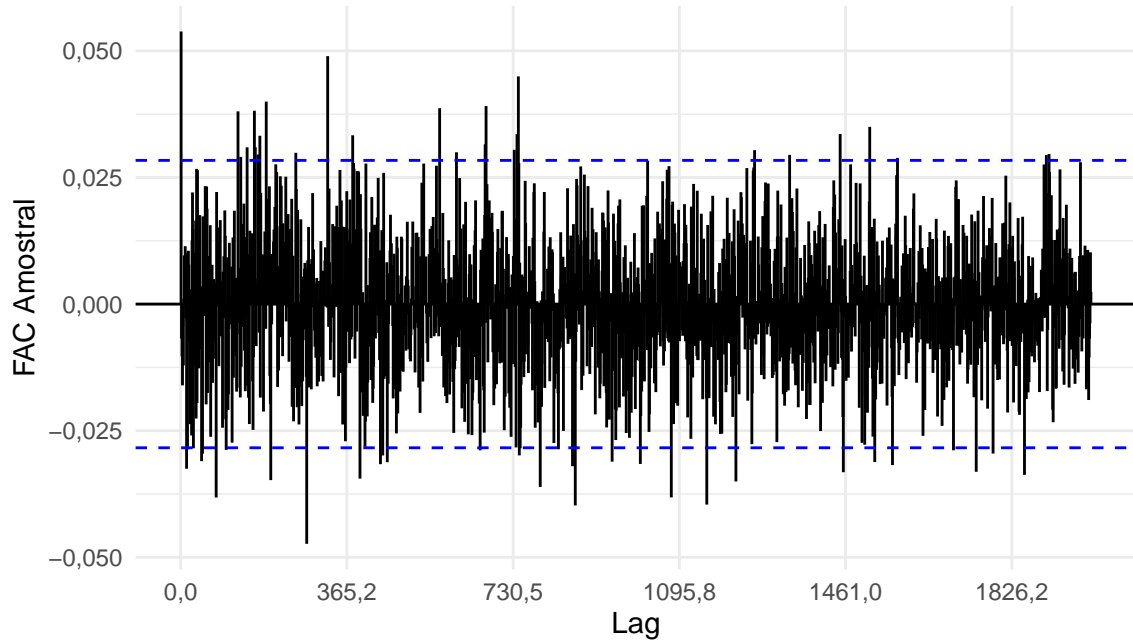


Figura 6: Gráfico da Função de autocorrelação da série diferenciada

(#fig:graf 6)

### 3.1 Testes de tendência na série diferenciada.

Realizamos novamente os testes, tanto os de Tendência determinística quanto os de Raiz unitária, para verificar se a série ainda possui tendências.

Pela Tabela 4, observa-se que para a maioria dos testes,  $p\text{-valor} > \alpha$ , logo, não rejeitamos  $H_0$ , concluído que a série está sem tendência determinística. Também verificamos que para o teste de Wald-Wolfowitz com a rotina *ww.test*, rejeita  $H_0$  e aceita-se a hipótese de tendência determinística. E através da Tabela 6, constata-se que para a maior parte dos testes, a série está estacionária.

Tabela 4: Testes de Tendência Determinística para a série diferenciada

Teste	Rotina	$H_0$	$H_1$	P-valor	Conclusão
Cox-Stuart	<i>cox.stuart</i>	STD	TD	0,1629	STD
Wald-Wolfowitz	<i>runs.test</i>	STD	TD	0.1766	STD
Wald-Wolfowitz	<i>ww.test</i>	STD	TD	0.0002446	TD
Mann-Kendall	<i>mk.test</i>	STD	TD	0,1596	STD
Mann-Kendall	<i>MannKendall</i>	STD	TD	0.16961	STD

Tabela 5: Testes de Tendência Estocástica - Raiz Unitária para a série diferenciada

Teste	Rotina	$H_0$	$H_1$	P-valor	Conclusão
ADF	<i>adf.test</i>	RU	Estacionária	0,01	Estacionária
PP	<i>pp.test</i>	RU	Estacionária	0,01	Estacionária
KPSS	<i>kpss.test</i>	Estacionária	RU	0,1	Estacionária
KPSS	<i>kpss.test</i>	Estacionária	TD	0,0534	TD

Com os resultados dos testes das Tabelas 4 e 6, pode-se concluir que a série está sem tendência.

## 4 Ajuste do modelo

Agora, na Tabela 6, é apresentado as medidas de acurácia de cada modelo, realizadas sobre a série de treino. Nota-se que o modelo 1 apresentou menores erros de previsão, portanto com essas análises, podemos perceber que o modelo 1 teve melhor ajuste.

Tabela 6: Medidas de acurácia

Modelo	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Modelo 1	$-1 \times e^{-4}$	0,0043	0,0031	-0,0049	0,2418	0,0476	0,2153
Modelo 2	$-1 \times e^{-4}$	0,0044	0,0032	-0,0053	0,2465	0,0486	0,2306

## 5 Previsão

Após examinar a estacionariedade, a tendência determinística, sazonalidade, ajustar e selecionar o modelo da série temporal com base no erro de previsão e concluir pela aceitação do modelo Holt-Winters Aditivo, o objetivo final é fazer previsões para gerar resultados que extrapolem o limite temporal da série de dados. Assim, com base na estatística  $MAPE = 0,2417$  do modelo Holt-Winters Aditivo que indica um erro de previsão de apenas 24,17%, considera-se que o modelo selecionado apresenta boa performance preditiva ao nível de significância de 5%.

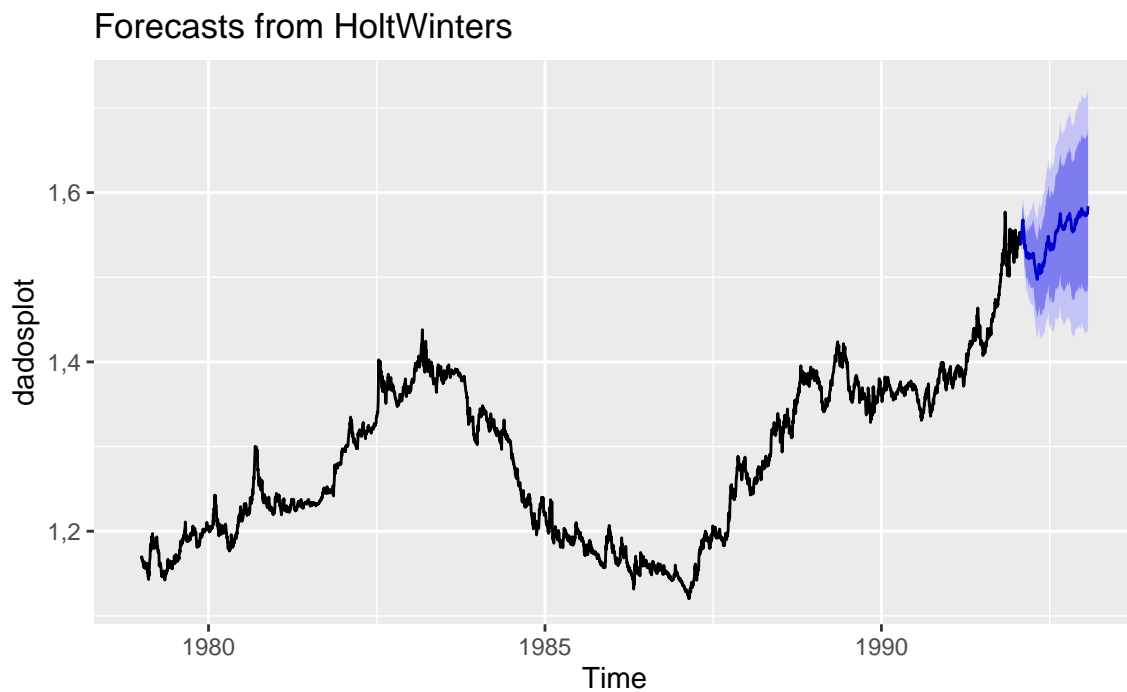


Figura 7: Gráfico modelo Holt-Winters aditivo

(#fig:graf 7)