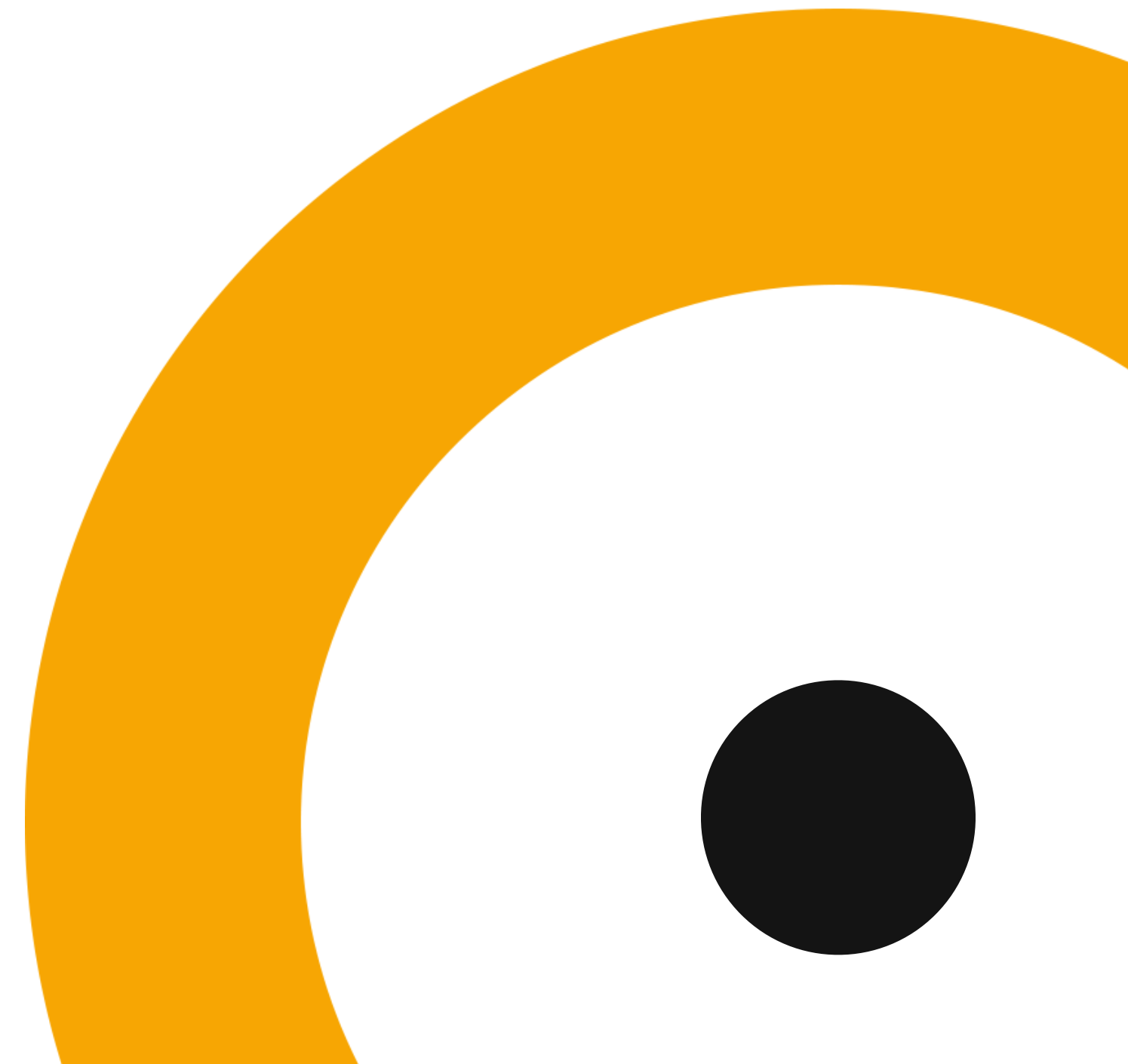


Mestrado em Data Science

Séries Temporais

Avaliação de Modelos de Séries Temporais





Conteúdo

4.1 Validação

4.2 Métricas de Avaliação

4.3 Validação Cruzada



4.1

Validação





Avaliação de Modelos de Previsão de Séries Temporais

Estimação de Desempenho

Estimar o erro que um modelo irá cometer quando aplicado em novos dados, desconhecidos até então.

- Importante para perceber se o modelo poderá ser usado

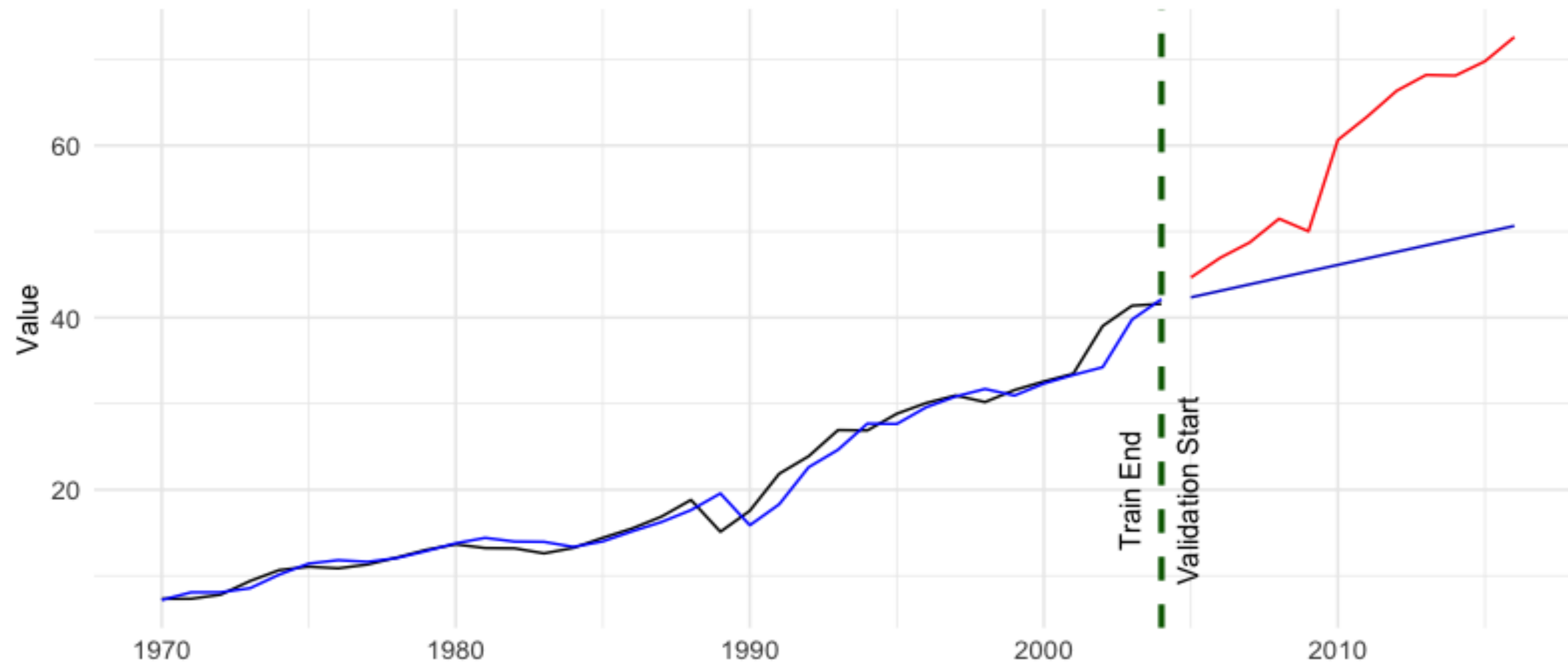
Seleção de Modelos

Usar as estimativas de desempenho para selecionar o melhor modelo dentro de várias alternativas.



Usando um Conjunto de Validação

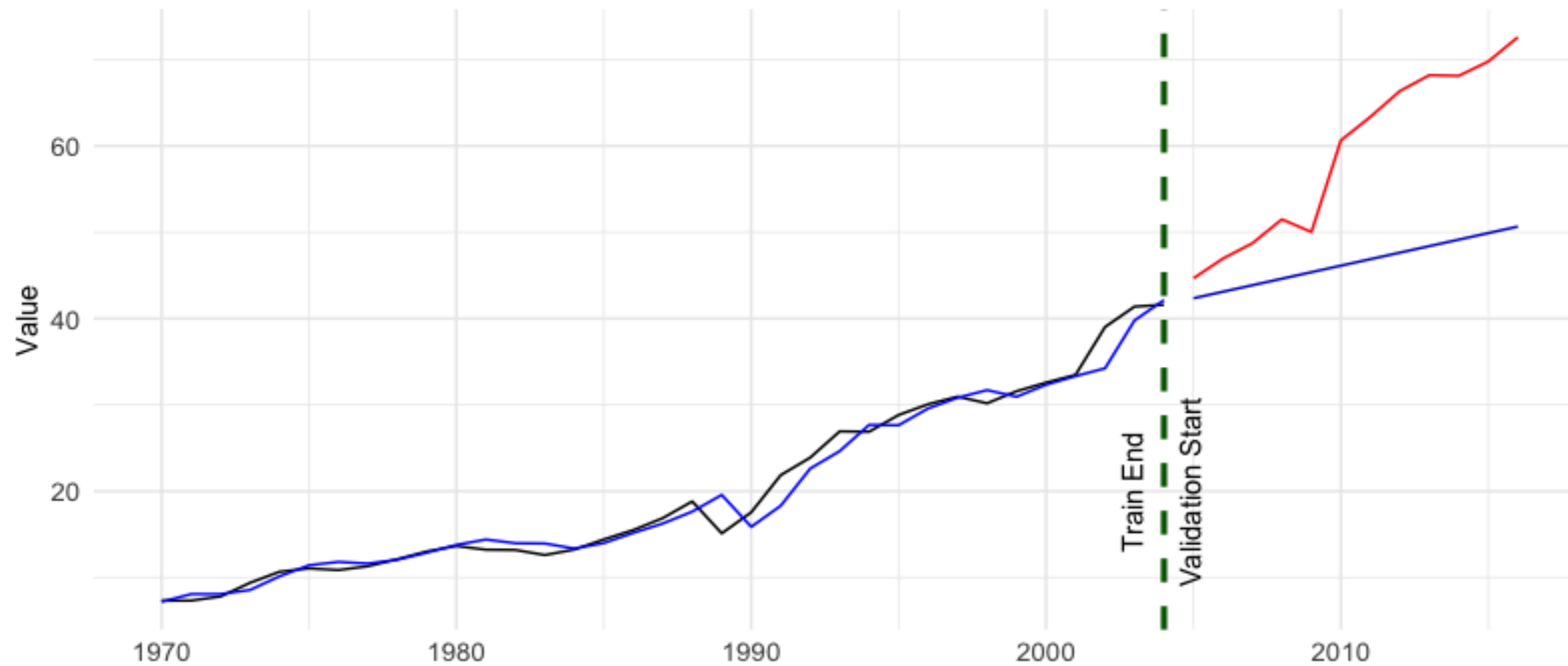
- Treinar o modelo e avaliá-lo nos mesmos dados leva a estimativas otimistas.





Usando um Conjunto de Validação

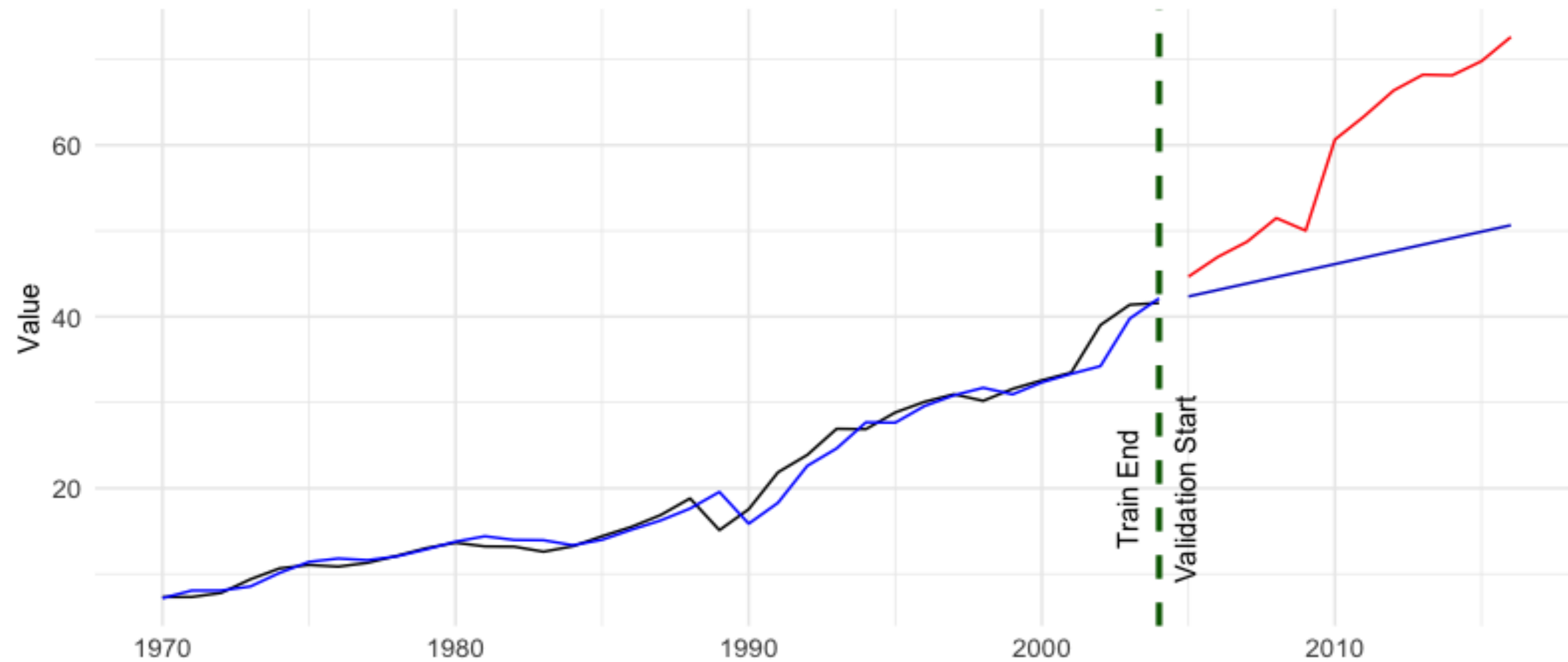
Emular um cenário realista: Guardar a última parte dos dados para avaliação





Usando um Conjunto de Validação

Regra dourada: Não quebrar a ordem temporal dos dados





Exemplo com a biblioteca Darts

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from darts.models import ExponentialSmoothing
from darts import TimeSeries

data = pd.read_csv('air_passengers.csv')
series = TimeSeries.from_dataframe(data, 'Month', 'V1')

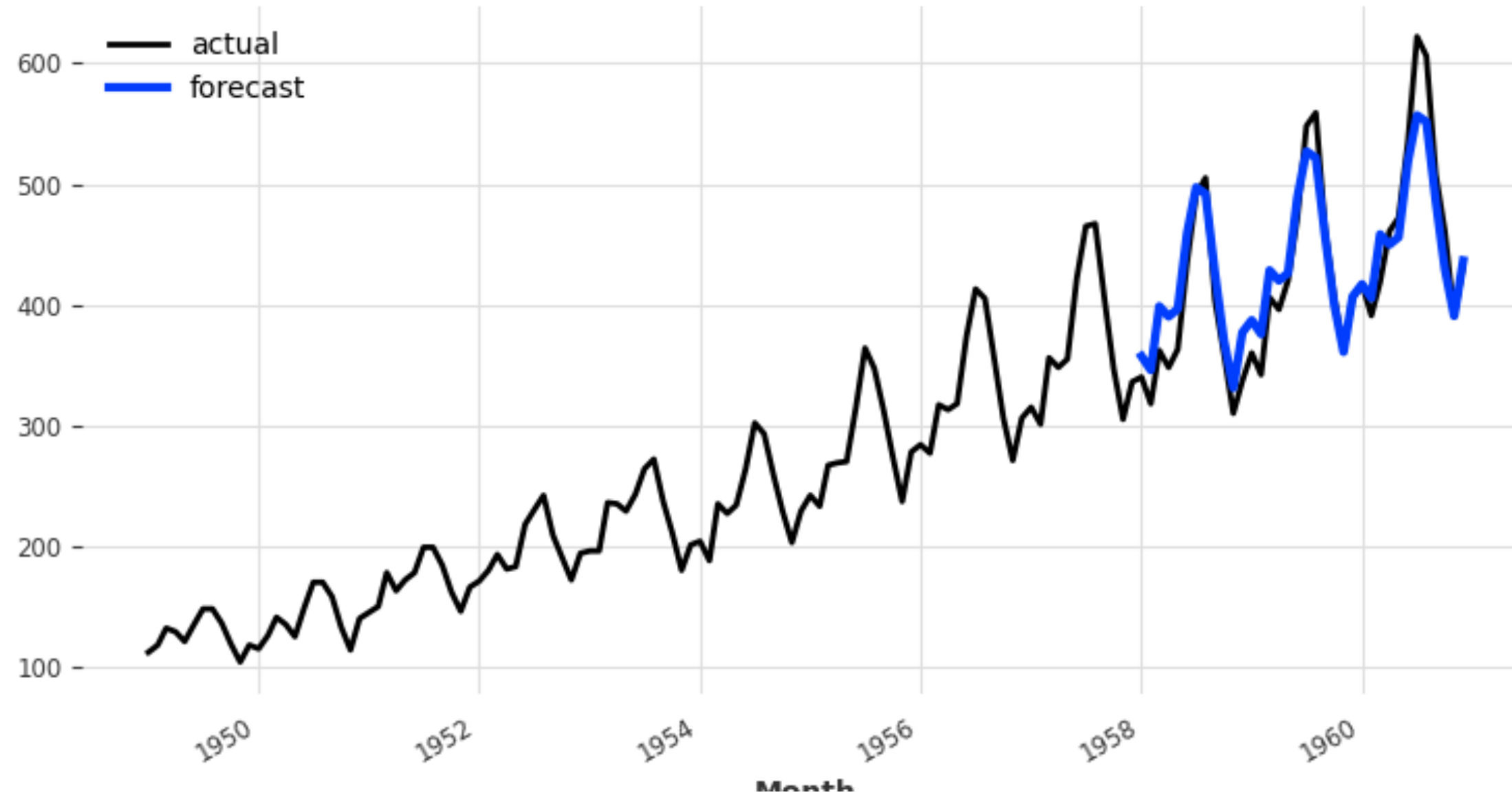
train, validation = series.split_before(pd.Timestamp('19580101'))

model = ExponentialSmoothing()
model.fit(train)
prediction = model.predict(len(validation))

series.plot(label='actual')
prediction.plot(label='forecast', lw=3)
plt.legend()
```




Exemplo com a biblioteca Darts





4.2

Métricas de Avaliação





Desempenho de Previsão

Erro de Previsão

Diferença entre previsões e valores reais

Erro de Validação

É fundamental calcular o erro em dados de validação.

- Ainda assim, o erro nos dados de treino pode ser um complemento para perceber se existe sobre-ajustamento aos dados (overfit)



Desempenho de Previsão

Definições

- Previsões: \hat{y}_i
- Valores reais: y_i

Erro

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$



Métricas



Mean Absolute Error (MAE)

$$\text{mean}(|e|)$$

Mean Squared Error (MSE)

$$\text{mean}(e^2)$$

- Penaliza erros maiores em relação ao MAE



Métricas



Root Mean Squared Error (RMSE)

$$\sqrt{\text{mean}(e^2)}$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$100 \times \text{mean} \left(\frac{|e|}{|y|} \right)$$

- Poderá levar a problemas numéricos para valores perto de 0



Métricas



Mean Absolute Scaled Error (MASE)

$$\frac{MAE}{MAE_{Naive}(train)}$$

- Independente da escala;
- Não tem problemas se a série tende para 0 (como o MAPE);



Exemplo com Darts

```
import pandas as pd
```

```
from darts.models import ExponentialSmoothing
```

```
from darts import TimeSeries
```

```
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
```

```
data = pd.read_csv('air_passengers.csv')
```

```
series = TimeSeries.from_dataframe(data, 'Month', 'V1')
```

```
train, validation = series.split_before(pd.Timestamp('19580101'))
```

```
model = ExponentialSmoothing()
```

```
model.fit(train)
```

```
prediction = model.predict(len(validation))
```

```
mean_absolute_error(validation.values().flatten(), prediction.values().flatten())
```

```
# 21.54
```




4.3

Validação Cruzada





Validação Cruzada

Definição

Partição da série múltiplas vezes.

- Em cada partição, parte dos dados é usada para treinar o modelo (o conjunto de treino). A parte restante (conjunto de validação) é usada para avaliar o desempenho desse modelo.

Múltiplas Partições

- Uma única divisão pode ser tendenciosa devido à origem selecionada;
- Várias divisões cobrirão diferentes partes da série.
 - Por exemplo, diferentes regimes ou padrões de tendência/sazonalidade.



Recomendações Gerais para Avaliação

1 - Preservar Ordem Temporal

- Cada observação depende um pouco do que aconteceu antes.
- Ao quebrar a ordem temporal:
 - Modelo aprende nuances do futuro, que não se revelaram no passado.

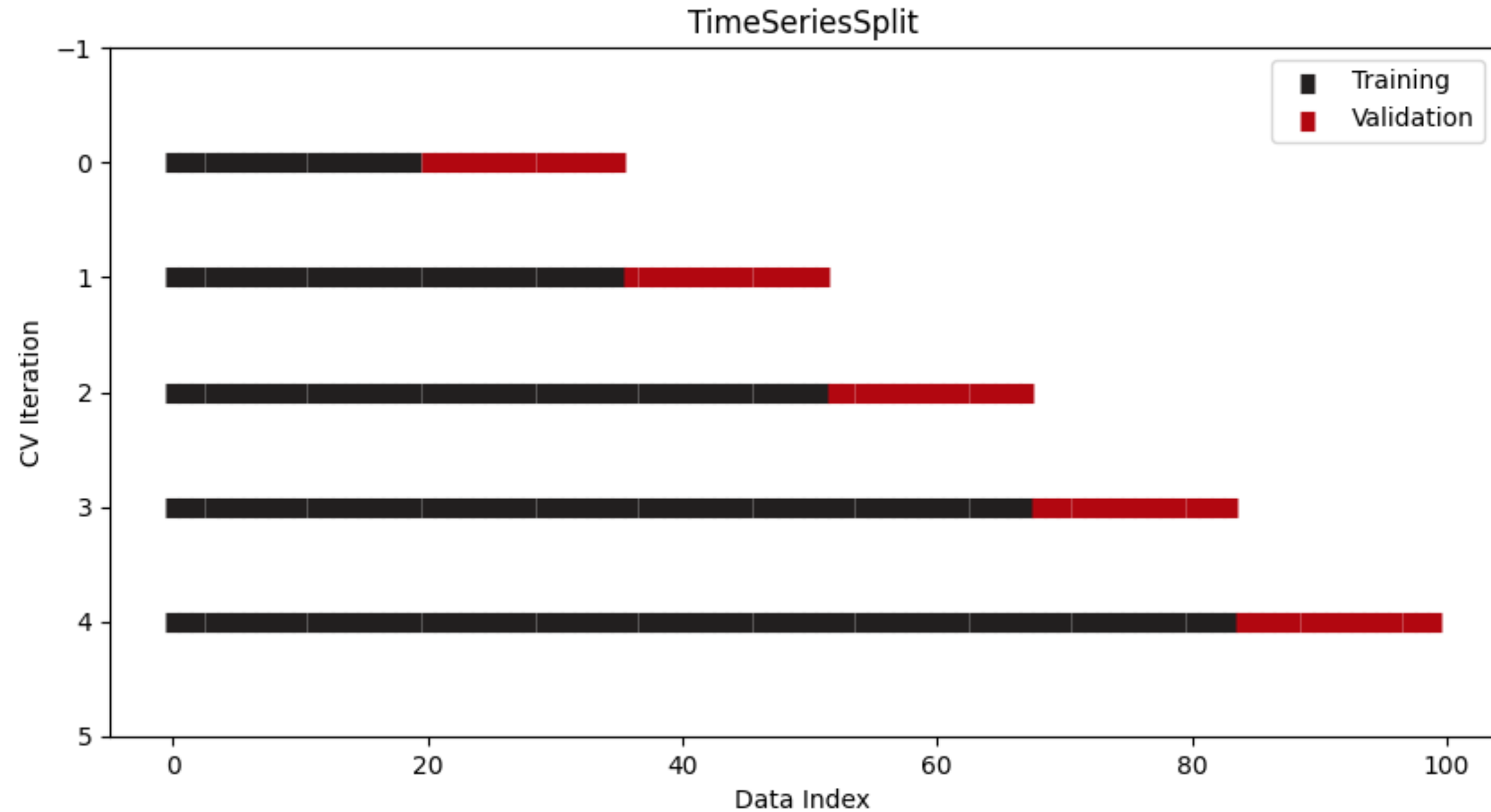
2 - Criar Múltiplas Iterações

- Uma única divisão pode ser tendenciosa devido à origem selecionada.
 - Não é tão importante para grandes conjuntos de dados
 - 5 a 10 iterações é um valor comum

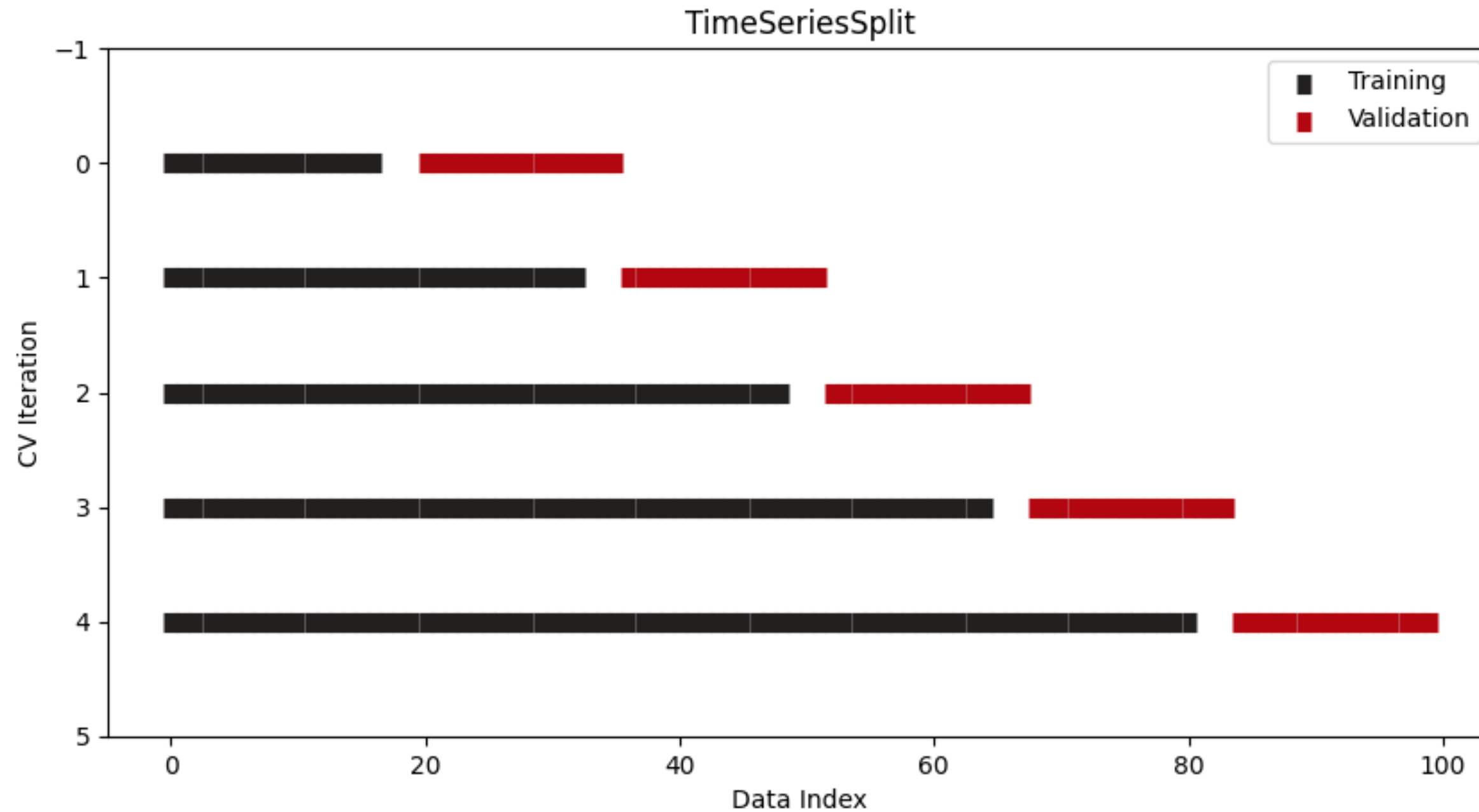
3 - Deixar um Espaço entre Treino e Validação

- A parte inicial do conjunto de validação é altamente correlacionada com a última parte do conjunto de treinamento.
 - Então pode ser importante remover observações adjacentes

Validação Cruzada para Séries Temporais



Validação Cruzada para Séries Temporais





Exemplo

```
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from statsforecast.models import auto_arima
from sklearn.model_selection import TimeSeriesSplit
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
```

```
data = pd.read_csv('air_passengers.csv')
series = data.set_index('Month')['V1']
```

```
tscv = TimeSeriesSplit(n_splits=5)
```

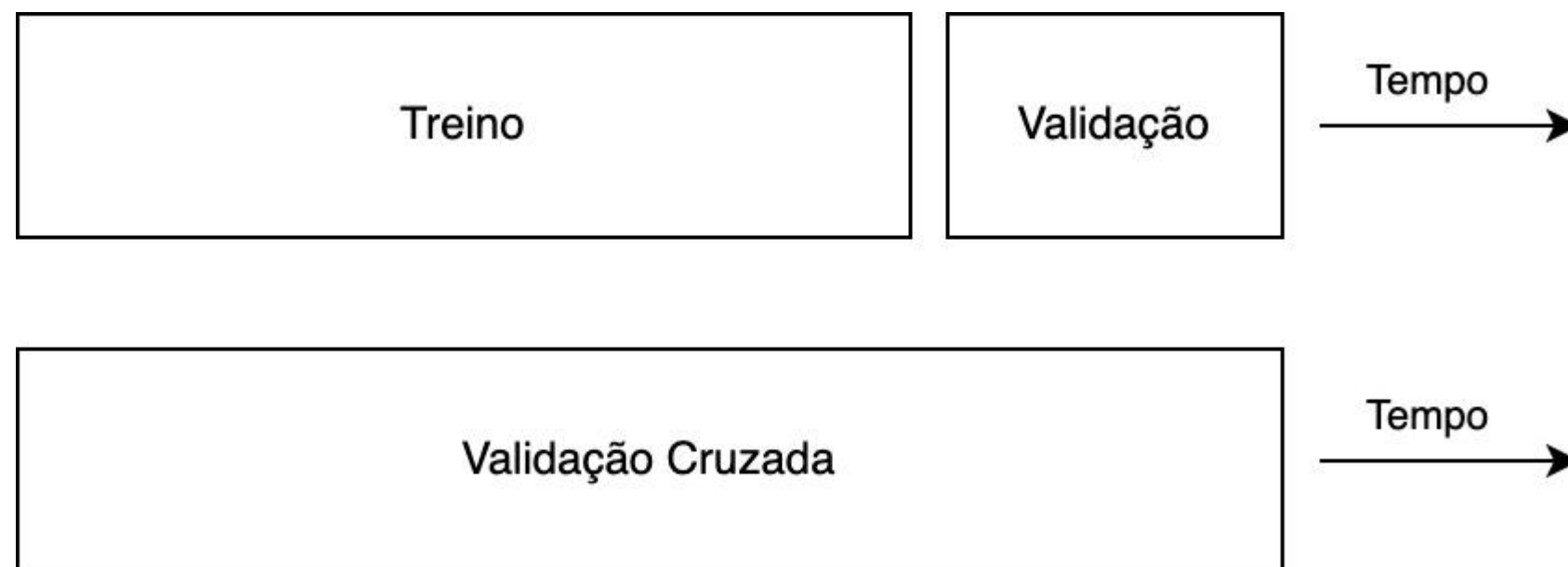
```
cv_error = []
for train_index, test_index in tscv.split(series):
    forecasts = auto_arima(series.values[train_index], h=len(test_index))

    err = mean_absolute_error(series.values[test_index], forecasts)
    cv_error.append(err)
```

```
model_error = np.mean(cv_error)
```

Seleção de Modelo: Usar 3 Partições

De validação para validação cruzada



- O modelo selecionado é aquele que minimiza o erro de validação ou validação cruzada



Usando 3 Partições



Treino, Validação, Teste

- Usar apenas treino e validação pode também enviesar os resultados
 - modelo ou parâmetros são escolhidos com base em validação, mas essa escolha pode não se manter no futuro
- Deixar outra partição para **teste**
 - Escolher modelo/parâmetros em validação/validação cruzada
 - Estimar o desempenho final no teste
 - Re-treinar modelo final com treino+validação



Usando 3 Partições



Treino, Validação, Teste

- Usar apenas treino e validação pode também enviesar os resultados
 - modelo ou parâmetros são escolhidos com base em validação, mas essa escolha pode não se manter no futuro
- Deixar outra partição para **teste**
 - Escolher modelo/parâmetros em validação/validação cruzada
 - Estimar o desempenho final no teste
 - Re-treinar modelo final com treino+validação

Avaliação de Modelos de Séries Temporais

Vitor Cerqueira

[https://www.linkedin.com/in/vcerq/
cerqueira.vitormanuel@gmail.com](https://www.linkedin.com/in/vcerq/cerqueira.vitormanuel@gmail.com)

