



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Combinações de Previsões

Fundamentação Teórica - Bates e Granger

- Publicaram um artigo em 1969 que abriram as bases para o que viria ser as combinações de previsões
- A combinação de previsões é uma abordagem que visa melhorar a acurácia das previsões
- Demonstraram empiricamente que a combinação de previsões simples poderia superar muitos modelos individuais em termos de precisão

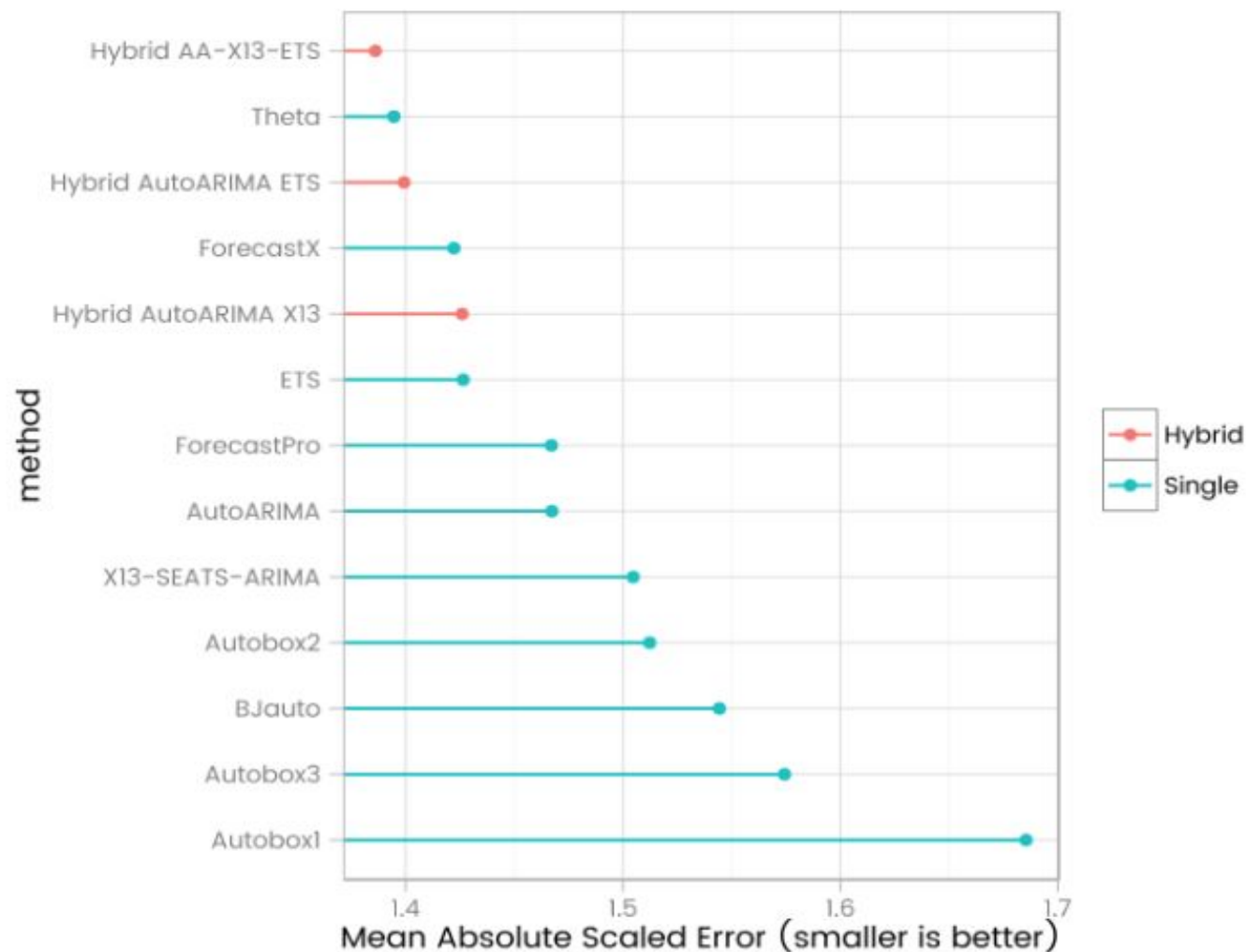
Por que as Combinações são Eficazes?

1. Diversidade de Abordagens
2. Complemento dos Métodos
3. Redução da Variância
4. Adaptação a Mudanças nas Condições

Citação de Robert T. Clemen (1989)

“Os resultados foram praticamente unânimes: a combinação de várias previsões leva a um aumento na precisão das previsões. Em muitos casos, pode-se fazer melhorias drásticas no desempenho simplesmente calculando as médias das previsões.”

(ELLIS, 2015) - M3 Competition



Comparação de métodos de previsão da competição M3. Fonte: ELLIS, 2015

As principais descobertas e conclusões da M4 Competition

- A combinação de métodos foi a líder na Competição M4. Dos 17 métodos mais precisos, 12 eram "combinações" principalmente de abordagens estatísticas.
- A maior surpresa foi uma abordagem "híbrida" que utilizou características tanto estatísticas quanto de aprendizado de máquina..

Desafios

- Correlação entre os modelos
- Overfitting
- Estabilidade Temporal
- Peso dos modelos
- Interpretabilidade

Considerações Importantes

- Entendimento do Contexto
- Validação Cruzada
- Monitoramento Contínuo do Modelo
- Compreensão das Limitações

Alguns Métodos de Combinações

1. Médias Ponderadas:

- Consiste em atribuir pesos diferentes a cada modelo de previsão e calcular a média ponderada das previsões
- Exemplo: $0.4 \times \text{Previsão de A} + 0.3 \times \text{Previsão de B} + 0.3 \times \text{Previsão de C}$

2. Alisamento Exponencial:

- Dá mais peso às previsões mais recentes, atribuindo pesos decrescentes exponencialmente às observações anteriores.
- Exemplo: $0.2 \times \text{Previsão de A} + 0.2 \times \text{Previsão de B} + 0.6 \times \text{Previsão de C}$

3. Média Simples

- Consiste em atribuir o mesmo peso para todos os modelos.
- Exemplo: $1/3 \times \text{Previsão de A} + 1/3 \times \text{Previsão de B} + 1/3 \times \text{Previsão de C}$

Exemplo do Hyndman e Athasopoulos (2018) - cap 12.4

- Gasto mensal com alimentação fora da Austrália
- Abril de 1982 a setembro de 2017 (Dados mensais)
- Foram utilizados previsões de 5 modelos: ETS, ARIMA, STL-ETS, NNAR E TBATS
- Foram utilizados as últimas 60 semanas (5 anos) como teste

Scrip de Hyndman e Athanasopoulos

```
install.packages("fpp2")
library("fpp2")

train <- window(auscafe, end = c(2012, 9))
h <- length(auscafe) - length(train)

ETS <- forecast(ets(train), h = h)

ARIMA <- forecast(auto.arima(train, lambda = 0, biasadj = TRUE, h = h))

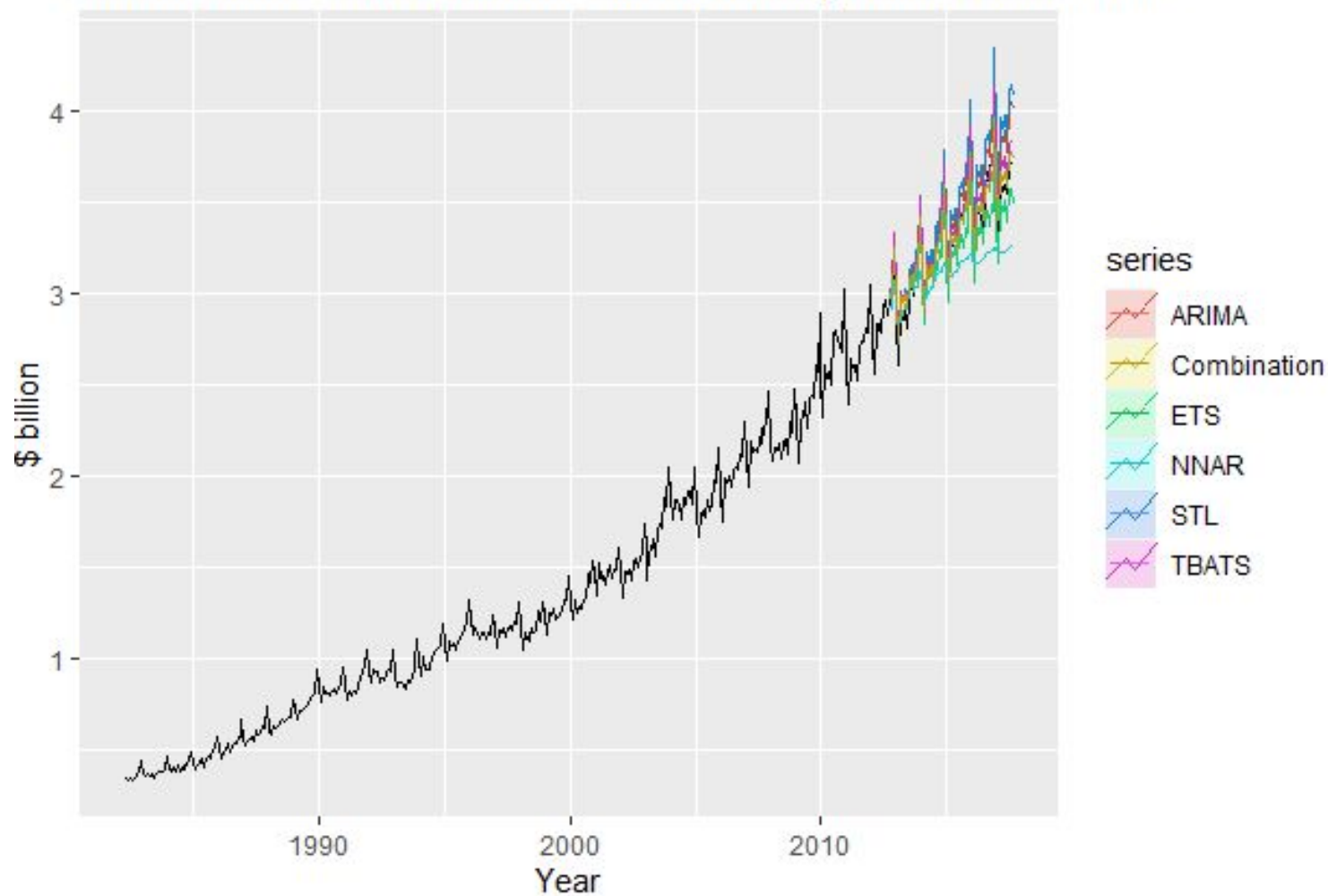
STL <- stlf(train, lambda = 0, h = h, biasadj = TRUE)

NNAR <- forecast(nnetar(train), h = h)

TBATS <- forecast(tbats(train, biasadj = TRUE), h = h)

Combination <- (ETS[["mean"]] + ARIMA[["mean"]] + STL[["mean"]] + NNAR[["mean"]] +
  TBATS[["mean"]])/5
```

Gastos mensais Australianos com alimentação fora do domicílio



Comparação da Acurácia dos Modelos

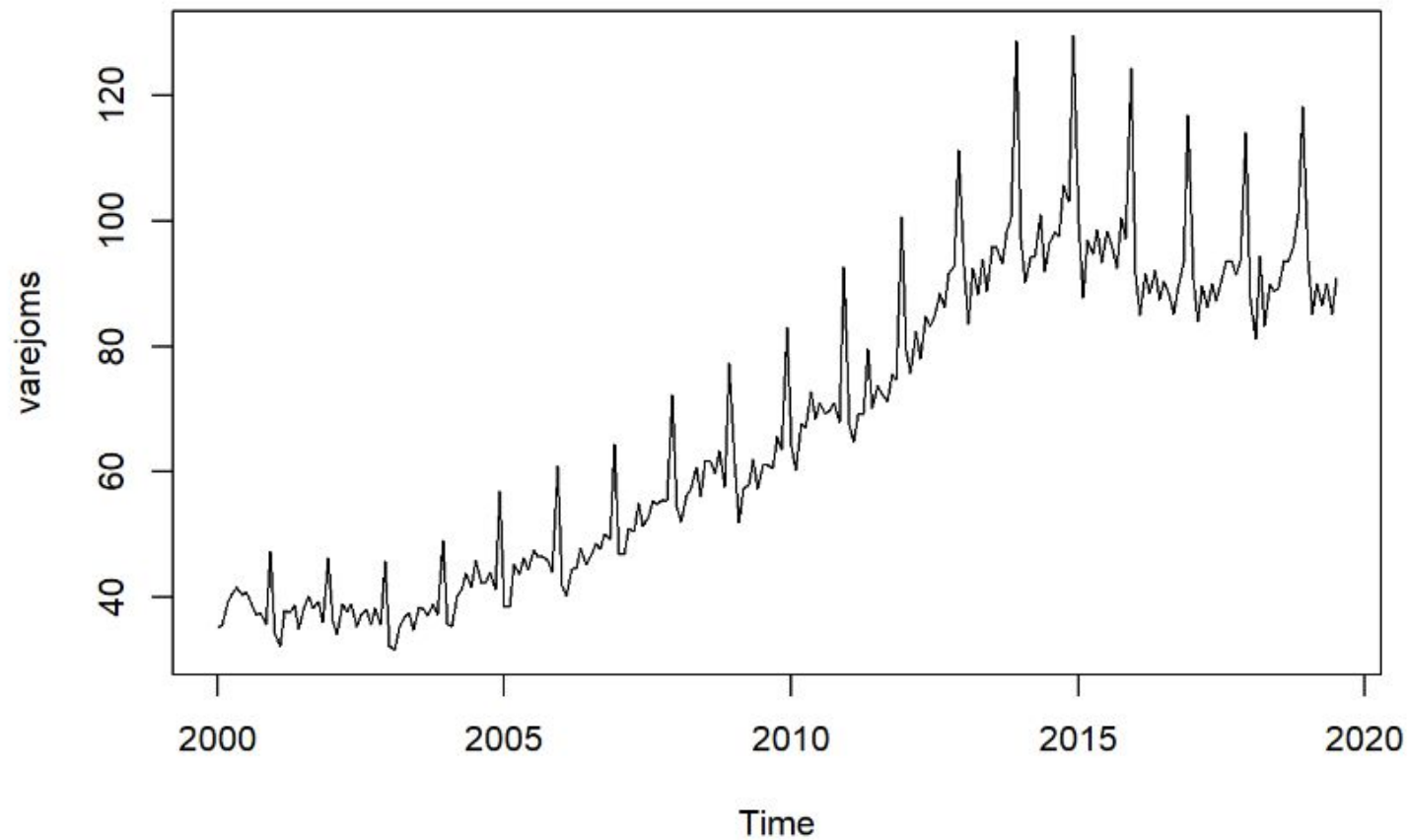
ETS	ARIMA	STL-ETS	NNAR	TBATS	Combination
0.13699696	0.15000365	0.19310148	0.29276535	0.09406039	0.07122320

- O TBATS se sai particularmente bem com essa série, porém a abordagem combinada é ainda mais eficiente.

Exemplo 02 - Combinação de forecasts para o Consumo do Varejo em MS com forecastHybrid

- Volume total de vendas no varejo do Mato Grosso do Sul
- Janeiro de 2000 até setembro de 2019 (dados mensais)
- Foi utilizado o pacote forecastHybrid
- Combinações foram feitas com média simples e ponderada

Série Temporal



hybridModel(y = x, models = “aet”, weights = “equal”)

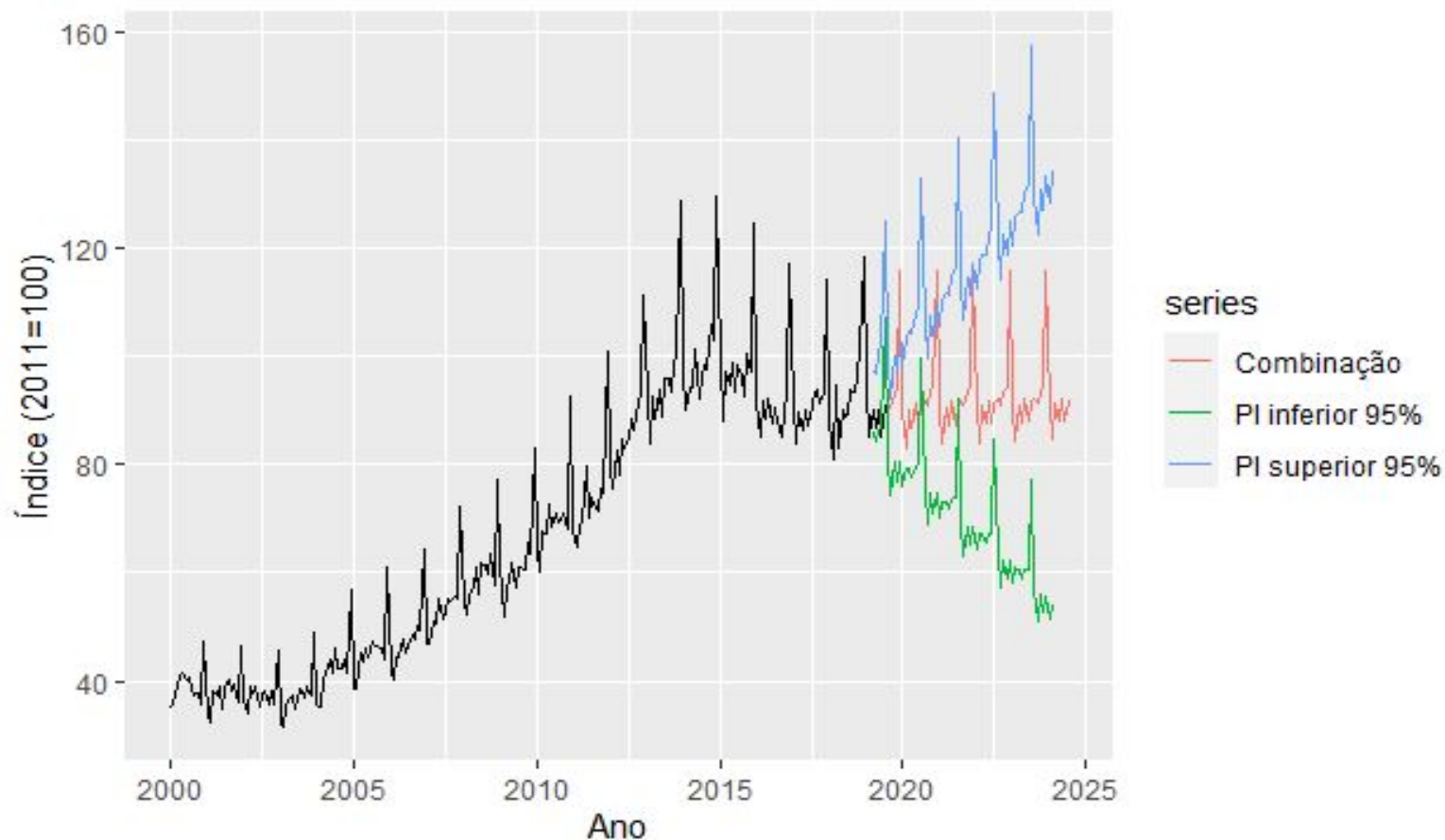
- models = “aefnstz”
 - a = auto.arima
 - e = ets
 - f = thetam
 - n = nnetar
 - s = stlm
 - t = tbats
 - z = snaive
- weights = c(“equal”, “insample.errors”, “cv.errors”)
 - equal = toma média aritmética entre os modelos
 - insample.errors = métodos para achar os pesos dentro da amostra
 - cv.errors = deixa mais lento para estimar


```
modelo1 <- hybridModel(y = varejoms,
  models = "aefnstz",
  a.args = list(stepwise = FALSE, approximation = FALSE),
  weights = "insample.errors")

(acuracia1 <- accuracy(hmi, individual = TRUE))
```

	RMSE	MAE	MAPE
:	:	:	:
ETS	2.328173	1.771168	2.656467
ARIMA	2.384598	1.779724	2.619097
STL-ETS	1.938143	1.502007	2.293149
NNAR	3.790273	2.921710	4.351571
TBATS	2.435786	1.930459	2.971000
THETA	6.536434	3.911442	5.539406
SNAIVE	5.817096	4.582511	6.778316
Combinacao	2.620127	1.964857	2.834364

Varejo MS: Forecast híbrido
considerando modelos SARIMA, ETS, Thetam, NNETAR, STLM e TE
Período Ago/2019-Julho/2024



```
modelo2 <- hybridModel(y = varejoms,
  models = "aefnstz" ,
  a.args = list(stepwise = FALSE, approximation = FALSE),
  weights = "insample.errors", errorMethod = "MASE")

(acuraciai <- accuracy(hm, individual = TRUE))
```

	RMSE	MAE	MAPE
ETS	2.328173	1.771168	2.656467
ARIMA	2.384598	1.779724	2.619097
STL-ETS	1.938143	1.502007	2.293149
NNAR	3.784668	2.917052	4.339554
TBATS	2.435786	1.930459	2.971000
THETA	6.536434	3.911442	5.539406
SNAIVE	5.817096	4.582511	6.778316
Combinacao	2.239241	1.727061	2.516960

Conclusão

- A combinação de previsões é amplamente reconhecida por sua eficácia na melhoria da precisão das estimativas.
- A abordagem é bem-vinda em diversos contextos, oferecendo uma estratégia flexível para lidar com a complexidade das previsões.
- Embora geralmente eficaz, não há garantia de que a combinação sempre resultará no melhor desempenho.

Conclusão

- A escolha do método de combinação desempenha um papel crucial no sucesso da estratégia.
- Essa conclusão destaca que, embora a combinação de previsões seja uma ferramenta valiosa, sua eficácia está intrinsecamente ligada à análise criteriosa do método escolhido e ao entendimento profundo do problema específico em questão.