

# **Aprendizado de Máquina para Previsão de Séries Temporais**

Por Moisés Santos  
(Equipe de apoio MBA em Ciência de Dados - USP)

## Quem sou eu

Doutorando em Ciência da Computação no ICMC. Sou um apaixonado por dados, que ama procurar relações e resolver problemas com computação e estatística. Nas horas vagas gosto de cozinhar e brincar com meu gato



# Objetivos dessa apresentação



## Introdução

Vamos ver conceitos iniciais sobre séries temporais e previsão



## Prática

Vamos praticar a previsão com tarefas do mundo real



## Referências

Vamos discutir referências que irão guiar seu voo daqui em diante

**01.**

# Introdução

“É difícil fazer previsões,  
especialmente sobre o futuro”

—NEILS BOHR, físico dinamarquês



# Previsões

*“A população é constante em tamanho e permanecerá assim até o fim da humanidade.”*

*(L’Encyclopedie, 1756)*

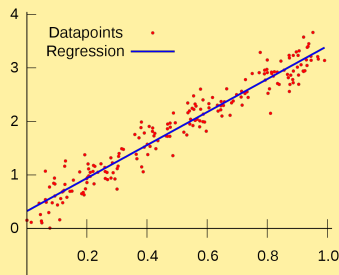
*“1930 será um ano esplêndido de empregos.”*

*(Departamento do Trabalho dos EUA, 1929)*

*“Acho que existe um mercado mundial para talvez cinco computadores no máximo.”*

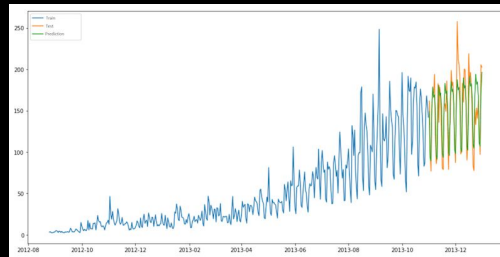
*(Presidente da IBM, 1943)*

# Regressão vs Previsão



## Regressão

Geralmente quando você quer prever algo que está dentro do intervalo dos seus dados



## Previsão

É também chamado de “extrapolação”. Neste caso você quer prever à frente dos dados disponíveis



# Previsão e planejamento

Planejamento é uma resposta a previsões e objetivos.

- Previsão de curto prazo:
  - são necessários para a programação de pessoal, produção e transporte
- Previsão de médio prazo:
  - são necessários para determinar as necessidades futuras de recursos
- Previsão de longo prazo:
  - são usados no planejamento estratégico







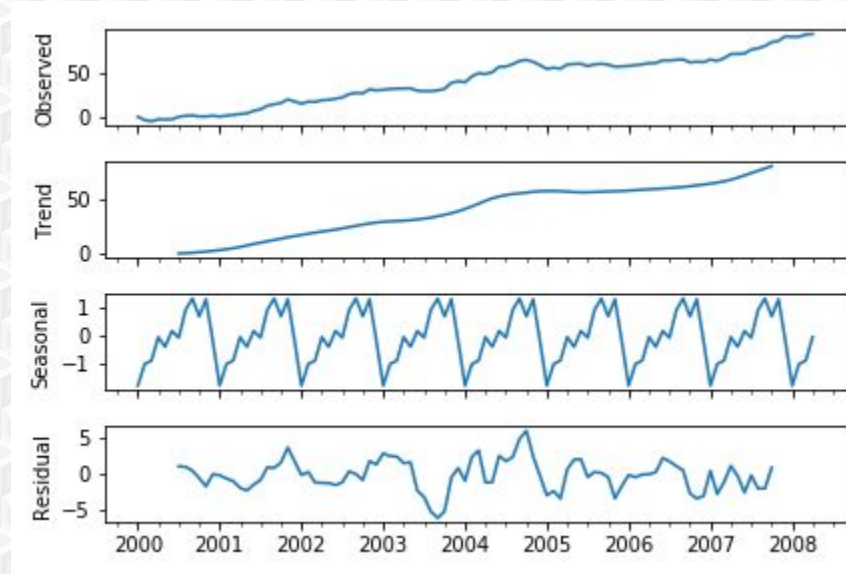
# Condições para a previsão

1. Quão bem os fatores que influenciam são entendidos?
2. Qual a quantidade de dados está disponível?
3. Quão similar o futuro é do passado?
4. O quanto as previsões podem afetar o que estamos tentando prever.

# Framework da previsão de séries temporais



# Decomposição de séries temporais



“A intenção de um modelo de previsão é capturar como as coisas se movem, não só onde elas estão.”

—**ROB HYNDMAN**, estatístico australiano

**02.**

# Prática

Sktime: Documentação

# Métricas

Theil's U (TU)

$$TU = \frac{\sum_{t=1}^h (z_t - \hat{z}_t)^2}{\sum_{t=1}^h (z_t - z_{t-1})^2}$$

Prediction Of Change

$$POCID = \frac{\sum_{t=1}^h D_t}{h} \times 100$$

$$(\hat{z}_t - \hat{z}_{t-1})(z_t - z_{t-1}) > 0$$

Verdadeiro:  $D = 1$

Falso:  $D = 0$

# Redução

**Série temporal (frequência = 4)**

**$s = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, \dots$**

t-4	t-3	t-2	t-1	t
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
8	9	10	11	12

t-4	t-3	t-2	t-1	t
9	10	11	12	13.2
10	11	12	13.2	14.5
11	12	13.2	14.5	15.6
12	13.2	14.5	15.6	16.7



# Redução (Outras possibilidades)

Série temporal (frequência = 4)

$s = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, \dots$

media	mediana	std	trend	t
				5
				6
				7

**Funções  
selecionadas**

$f(t-4)$	$f(t-3)$	$f(t-2)$	$f(t-1)$	t
				5
				6
				7

**Embedding**

**03.**

**Caminho a  
frente**

# Aprendizado de máquina vs Modelos estatísticos

- Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward (Spyros Makridakis, Evangelos Spiliotis, Vassilios Assimakopoulos, 2018)
- Evaluation of statistical and machine learning models for time series prediction: Identifying the state-of-the-art and the best conditions for the use of each model (Antonio Rafael Sabino Parmezan, Vinicius M.A. Souza, Gustavo E.A.P.A. Batista, 2019)
- Machine Learning vs Statistical Methods for Time Series Forecasting: Size Matters (Vitor Cerqueira, Luis Torgo, Carlos Soares, 2019)
- Light GBM (Vencedor da M5 competition)





# Combinações de modelos

- A hybrid method of exponential smoothing and recurrent neural networks for time series forecasting (Slawek Smyl, 2020)
- To combine or not to combine: selecting among forecasts and their combinations (Michele Hibon, Theodoros Evgeniou, 2005)
- Forecast combinations (Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G., 2021)

# Deep learning – Redes recorrentes e convolucionais

- Evaluation of statistical and machine learning models for time series prediction: Identifying the state-of-the-art and the best conditions for the use of each model (Antonio Rafael Sabino Parmezan, Vinicius M.A. Souza, Gustavo E.A.P.A. Batista, 2019)
- A survey on long short-term memory networks for time series prediction (Benjamin Lindemann, Timo Müller, Hannes Vietz, Nasser Jazdi, Michael Weyrich, 2021)
- Recurrent Neural Networks for Time Series Forecasting: Current status and future directions (Hansika Hewamalage, Christoph Bergmeir, Kasun Bandara, 2021)
- N-BEATS: Neural basis expansion analysis for interpretable time series forecasting (Boris N. Oreshkin, Dmitri Carpov, Nicolas Chapados, Yoshua Bengio, 2019)



“Tudo o que temos de decidir é o  
que fazer com o tempo que nos é  
dado.”

—Gandalf , Mago de “O Senhor dos Anéis”

# Obrigado!

Alguma dúvida?

[moises0rocha@gmail.com](mailto:moises0rocha@gmail.com)