

# Antecipação e adaptação: como incorporar os dinamismos do mundo financeiro

Igor Nascimento

Laboratório de Aprendizado de Máquina em Finanças e Organizações - LAMFO

28/02/2018

# Visão geral

1. Contexto
2. Amostragem aleatória
3. Modelos Dinâmicos
4. Filtro de Partículas

# Mundo financeiro

O investidor (banco, pessoa física, fundo de investimento, fundo de pensão) possui um capital e deseja utiliza-lo para atingir um objetivo:

- ▶ Rendimento superior a taxa de captação
- ▶ Segurança financeira
- ▶ Lucro ao investidor
- ▶ Aposentadoria

- ▶ Ações (PETR3, VALE3, IBOVESPA)

# Ativos

- ▶ Ações (PETR3, VALE3, IBOVESPA)
- ▶ Títulos de dívida pública (NTN-B, LTN)

# Ativos

- ▶ Ações (PETR3, VALE3, IBOVESPA)
- ▶ Títulos de dívida pública (NTN-B, LTN)
- ▶ Empresa de terceiros (Debêntures)]

# Ativos

- ▶ Ações (PETR3, VALE3, IBOVESPA)
- ▶ Títulos de dívida pública (NTN-B, LTN)
- ▶ Empresa de terceiros (Debêntures)]
- ▶ Empresas própria (Empresário)

# Ativos

- ▶ Ações (PETR3, VALE3, IBOVESPA)
- ▶ Títulos de dívida pública (NTN-B, LTN)
- ▶ Empresa de terceiros (Debêntures)]
- ▶ Empresas própria (Empresário)
- ▶ Outros (criptomoeda, Avestrus Master, Hinode)

Alocação de ativos ou portfólio é **escolher** um ou mais ativos.



# Alocação

- ▶ Retorno: qual o valor esperado ao final do investimento
- ▶ Risco: quais são os valores possíveis para o retorno

O trabalho seminal de [Markowitz, 1952] sobre alocação de portfólio e fronteira eficiente.

# [Markowitz, 1952]

- ▶ ativos:

$$r_1, r_2, \dots, r_N$$

- ▶ retorno:

$$E(r_1) = \mu_1, E(r_2) = \mu_2, \dots, E(r_N) = \mu_N$$

- ▶ variância:

$$V(r_1) = \sigma_1^2, V(r_2) = \sigma_2^2, \dots, V(r_N) = \sigma_N^2$$

- ▶ covariância (correlação):

$$COR(r_i, r_j) = \rho_{ij}$$

# Alocação

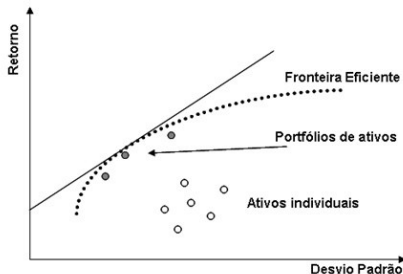
Determinar a locação, isto é, o percentual  $w_1, w_2, \dots, w_N$  que cada ativo representa da carteira:

$$E_{portfólio} = E(\mathbf{w}) = \sum_{i=1}^N w_i \times \mu_i \quad (1)$$

$$V_{portfólio} = V(\mathbf{w}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \times \sigma_i \sigma_j \times \rho_{ij} \quad (2)$$

# Fronteira Eficiente

*"Optimal weight of each asset, such that the overall portfolio provides the best return for a fixed level of risk, or conversely, the smallest risk for a given overall return?" [Laloux et al., 1999]*

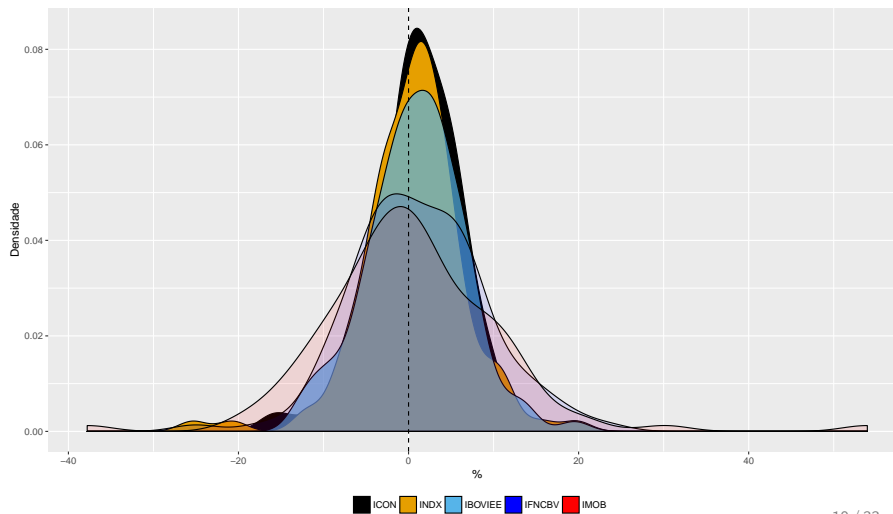


# Minicaseo

- ▶ IFN: índice setor financeiro
- ▶ IMOB: índice do setor imobiliário
- ▶ ICON: índice de consumo
- ▶ IEE: índice de energia
- ▶ INDX: índice da indústria

## Retorno mensal

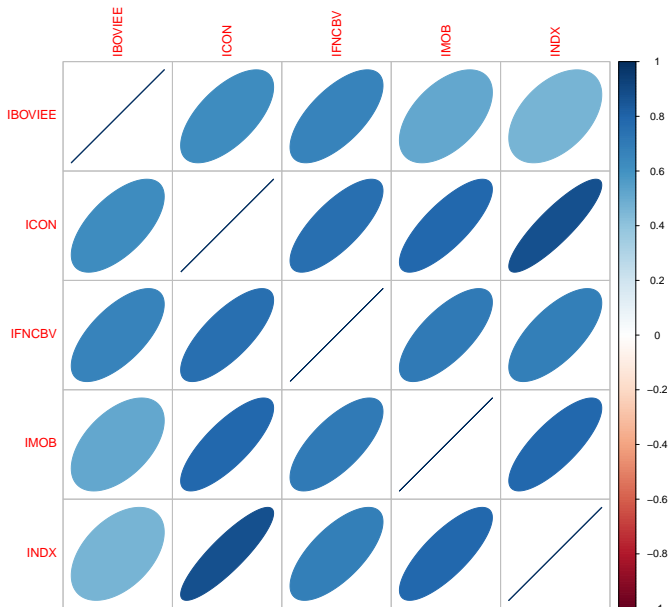
2008-2017



# Estatísticas

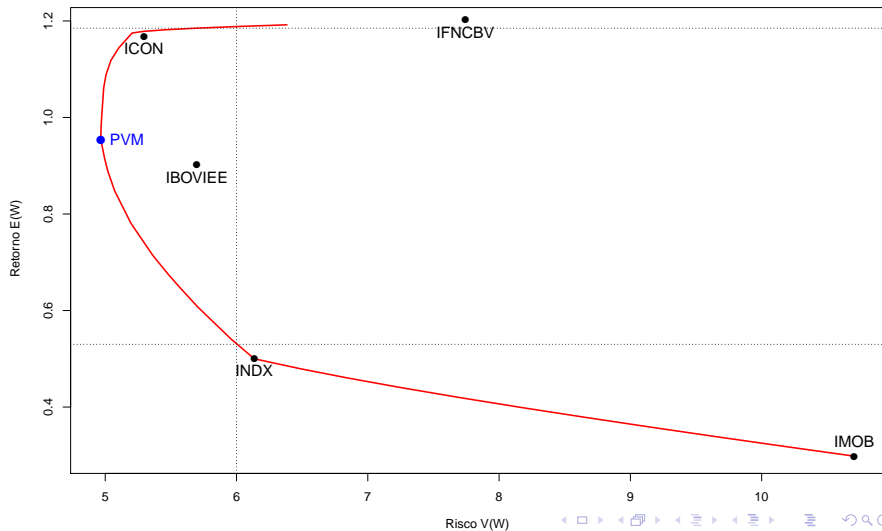
variable	M	DP
ICON	1.17	5.30
INDX	0.50	6.14
IBOVIEE	0.90	5.70
IFNCBV	1.20	7.74
IMOB	0.30	10.70

# Estatísticas





# Fronteira



# Série Temporal

1. transversal
2. longitudinal

# Objetivo

Apresentar:

- ▶ Métodos numéricos para séries temporais
- ▶ Desenvolvimentos recentes
- ▶ Principais aplicações

# Expectativa ao final

- ▶ Identificar diferenças entre os principais métodos
- ▶ Relacionar a aplicações em Finanças
- ▶ Conhecer referências clássicas e recentes na área

# Método

1. Bootstrap
2. Monte Carlo
3. Markov Chain Monte Carlo

# Bootstrap

O que é Bootstrap

# Sistemas Complexos

Por que isso é interessante ?

# Monte Carlo

## História do Método Monte Carlo



# Monte Carlo

Por que isso é interessante ?

# Markov Chain Monte Carlo

O que é Markov Chain Monte Carlo?

# Markov Chain Monte Carlo

Por que isso é interessante ?

# Modelos de Espaços de Estado

O que são modelos de espaços de estados

# Modelos de Espaços de Estado

Por que isso é interessante ?

# Filtro de Partículas

O que é Filtro de Partículas

# Série Temporal

1. Complexidade (transversal)
2. Complexidade (longitudinal)

# Aplicações

- ▶ Retorno
- ▶ Volatilidade



# Retorno

Modelo para retorno

# Volatilidade

Modelo para volatilidade

# Implmentação

- ▶ R
- ▶ Python

# Considerações finais

Flexibiliza

Laloux, L., Cizeau, P., Bouchaud, J. P., and Potters, M. (1999). Noise dressing of financial correlation matrices. *Physical Review Letters*, 83(7):1467–1470.

Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*.

I