

Funpres
3º Seminário Internacional

*Soluções computacionais para decisões de
investimento*

Cristiano Arbex Valle

22 de abril de 2019

DCC
DEPARTAMENTO DE
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

UF *m* **G**

arbex@dcc.ufmg.br

- Frequente no mundo das finanças desde os anos 1950
- Hoje: IA, Otimização, *big data*, fintechs
 - Em 2018 nos EUA, $\approx 90\%$ das negociações no mercado de ações.
 - Diversos dos maiores fundos globais são fundos *quant*.
- *Quants* com formações diversas.

- Frequente no mundo das finanças desde os anos 1950
- Hoje: IA, Otimização, *big data*, fintechs
 - Em 2018 nos EUA, $\approx 90\%$ das negociações no mercado de ações.
 - Diversos dos maiores fundos globais são fundos *quant*.
- *Quants* com formações diversas.
- Vantagens:
 - Eliminação da “irracionalidade momentânea”,
 - Reconhecimento e exploração de padrões dificilmente observados por humanos,
 - Consumo instantâneo de informação.

- Por outro lado, computadores possuem algumas limitações:
 - Interpretação de sentimentos de notícias,
 - Análise macro de empresas e setores.
- Conhecimentos adquiridos de finanças são por vezes negligenciados.

- Por outro lado, computadores possuem algumas limitações:
 - Interpretação de sentimentos de notícias,
 - Análise macro de empresas e setores.
- Conhecimentos adquiridos de finanças são por vezes negligenciados.
- No Brasil:
 - Mercado crescente, principalmente no contexto individual,
 - Robôs de investimento que tentam “prever o futuro”,
 - Pouca ou nenhuma preocupação com gerenciamento de risco.

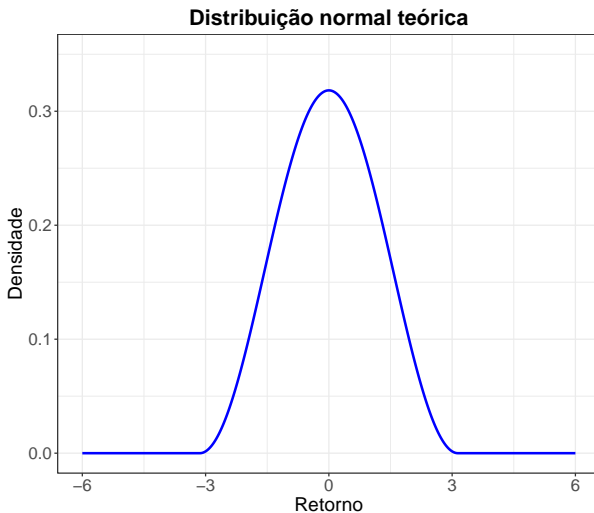
- Anos 50: Markowitz e o compromisso entre risco e retorno.
 - Variância como medida de risco
 - Fronteira eficiente
 - Diversificação

- Anos 50: Markowitz e o compromisso entre risco e retorno.
 - Variância como medida de risco
 - Fronteira eficiente
 - Diversificação
- Anos 60: CAPM, risco sistemático

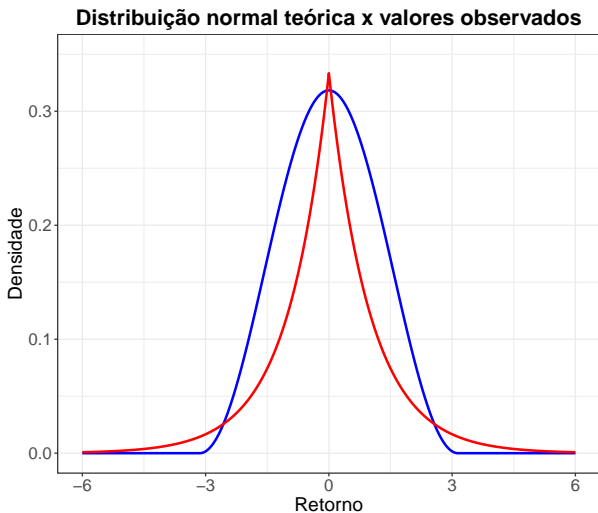
- Anos 50: Markowitz e o compromisso entre risco e retorno.
 - Variância como medida de risco
 - Fronteira eficiente
 - Diversificação
- Anos 60: CAPM, risco sistemático
- Anos 70: Mercados eficientes
 - Fundos de índices
 - Modelos de fatores

- Anos 50: Markowitz e o compromisso entre risco e retorno.
 - Variância como medida de risco
 - Fronteira eficiente
 - Diversificação
- Anos 60: CAPM, risco sistemático
- Anos 70: Mercados eficientes
 - Fundos de índices
 - Modelos de fatores
- Anos 80/90: Downside risk
 - Black Monday
 - Value-at-Risk

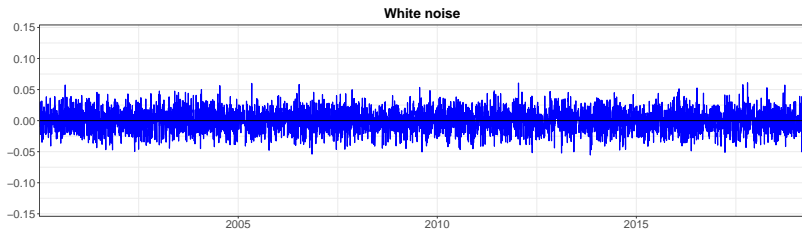
- Suposição que retornos de ativos possuem **distribuição normal**



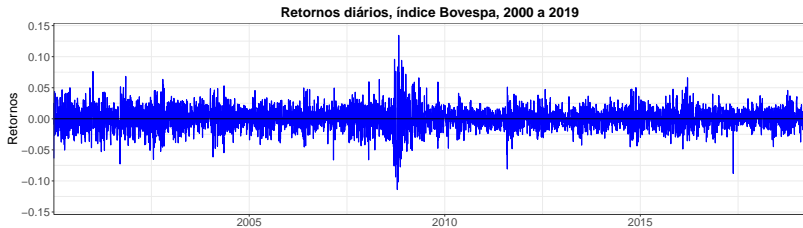
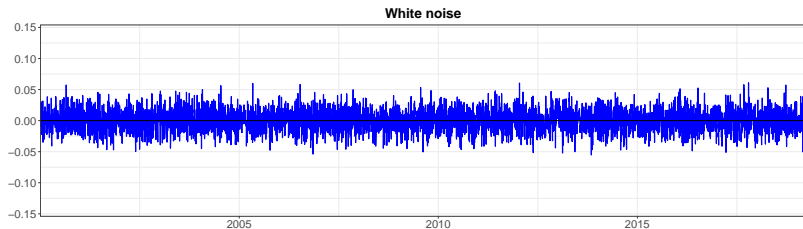
- Suposição que retornos de ativos possuem **distribuição normal**



- Séries de retornos são tratadas como **estacionárias**



- Séries de retornos são tratadas como **estacionárias**



- Dificuldades em estimar matrizes de covariâncias entre N ativos

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1N} & \sigma_{2N} & \cdots & \sigma_N^2 \end{pmatrix}$$

- Dificuldades em estimar matrizes de covariâncias entre N ativos

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1N} & \sigma_{2N} & \cdots & \sigma_N^2 \end{pmatrix}$$

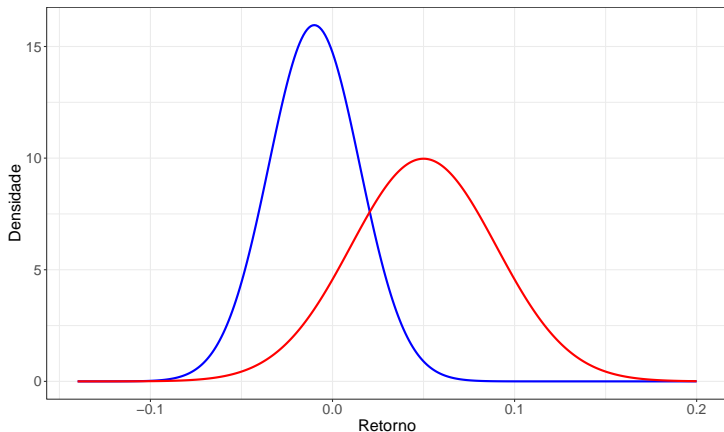
- Dificuldades computacionais de se adequar Markowitz a algo aplicável na prática

- Dificuldades em estimar matrizes de covariâncias entre N ativos

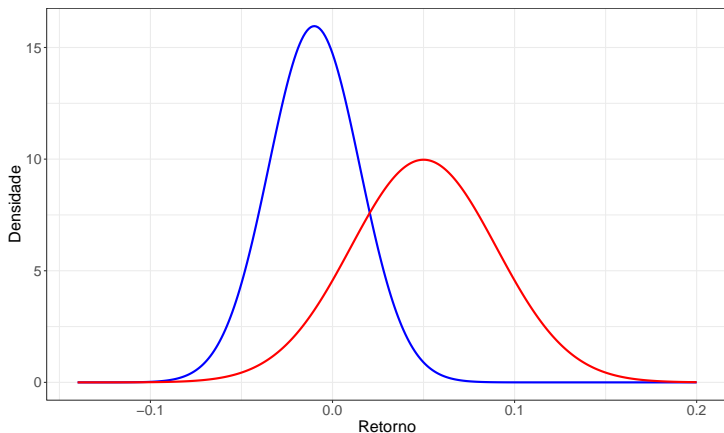
$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1N} & \sigma_{2N} & \cdots & \sigma_N^2 \end{pmatrix}$$

- Dificuldades computacionais de se adequar Markowitz a algo aplicável na prática
 - Black-Litterman

- Dispersão simétrica, penaliza também a parte positiva da distribuição.



- Dispersão simétrica, penaliza também a parte positiva da distribuição.

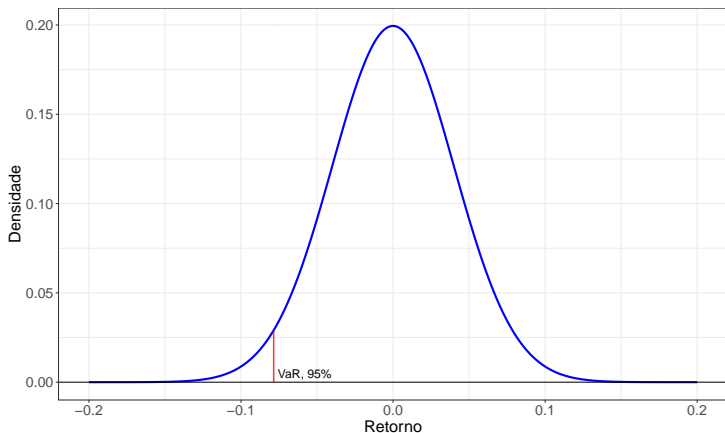


- Medida de **incerteza**, não necessariamente de risco.

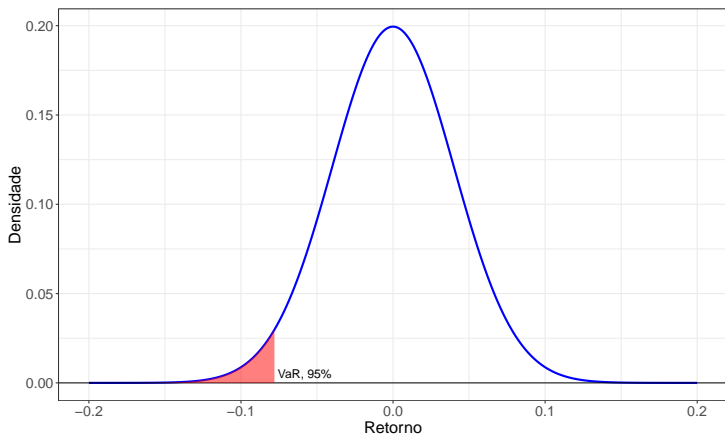
- Falta de *subaditividade*: diversificação não garante redução de risco.

- Falta de *subaditividade*: diversificação não garante redução de risco.
- Computacionalmente difícil escolher um portfolio com VaR mínimo.

- Falta de *subaditividade*: diversificação não garante redução de risco.
- Computacionalmente difícil escolher um portfolio com VaR mínimo.



- Falta de *subaditividade*: diversificação não garante redução de risco.
- Computacionalmente difícil escolher um portfolio com VaR mínimo.



- O VaR não considera o espectro completo de perdas.

- Seleção de portfolios baseada em cenários:
 - Dados históricos: não necessitam de suposições, representam o que aconteceu de verdade.
 - Dificuldade: representar mudanças previstas nas estruturas de mercados (não há algo como o Black-Litterman).

- Seleção de portfólios baseada em cenários:
 - Dados históricos: não necessitam de suposições, representam o que aconteceu de verdade.
 - Dificuldade: representar mudanças previstas nas estruturas de mercados (não há algo como o Black-Litterman).
- Cenários podem ser utilizados para selecionar portfólios com base em medidas de risco **coerentes**.

- Medidas de risco coerentes atendem às seguintes propriedades:

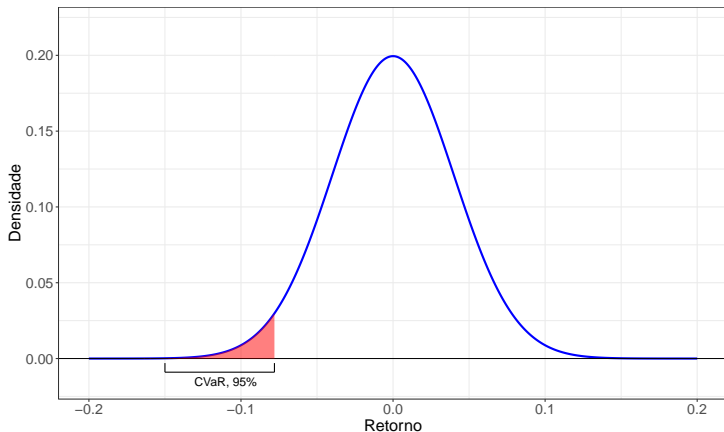
- Medidas de risco coerentes atendem às seguintes propriedades:
 - **Invariância de translação:** Adicionar dinheiro ao investimento reduz possível perda financeira.
 - A **variância** não atende.

- Medidas de risco coerentes atendem às seguintes propriedades:
 - **Invariância de translação:** Adicionar dinheiro ao investimento reduz possível perda financeira.
 - A **variância** não atende.
 - **Homogeneidade positiva:** Posições maiores acarretam mais riscos (menor liquidez).

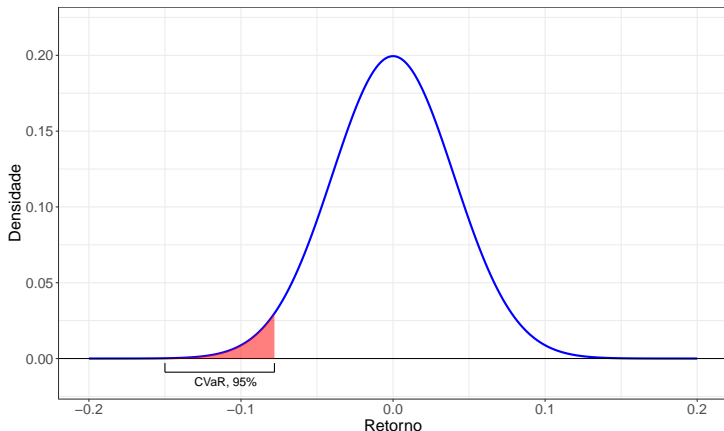
- Medidas de risco coerentes atendem às seguintes propriedades:
 - **Invariância de translação:** Adicionar dinheiro ao investimento reduz possível perda financeira.
 - A **variância** não atende.
 - **Homogeneidade positiva:** Posições maiores acarretam mais riscos (menor liquidez).
 - **Motonicidade:** Se X é melhor que Y em todos os cenários, X possui menos risco que Y .
 - A **variância** não atende.

- Medidas de risco coerentes atendem às seguintes propriedades:
 - **Invariância de translação:** Adicionar dinheiro ao investimento reduz possível perda financeira.
 - A **variância** não atende.
 - **Homogeneidade positiva:** Posições maiores acarretam mais riscos (menor liquidez).
 - **Motonicidade:** Se X é melhor que Y em todos os cenários, X possui menos risco que Y .
 - A **variância** não atende.
 - **Subaditividade:** A diversificação reduz o risco.
 - O **VaR** não atende.

- **Conditional-Value-at-Risk (CVaR)** é coerente.



- **Conditional-Value-at-Risk (CVaR)** é coerente.



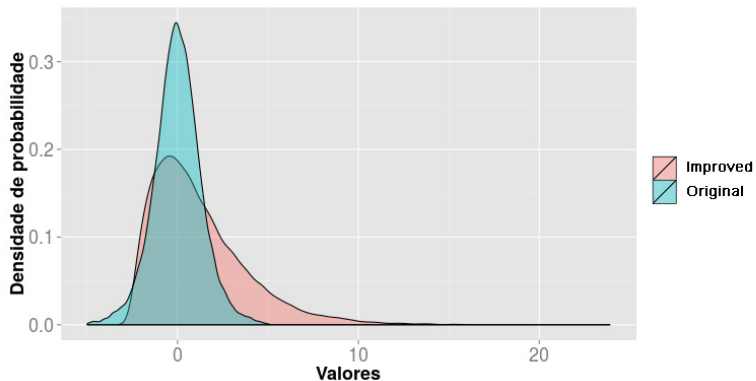
- Computacionalmente fácil escolher portfólios com CVaR mínimo.

- Como comparar portfolios aleatórios?

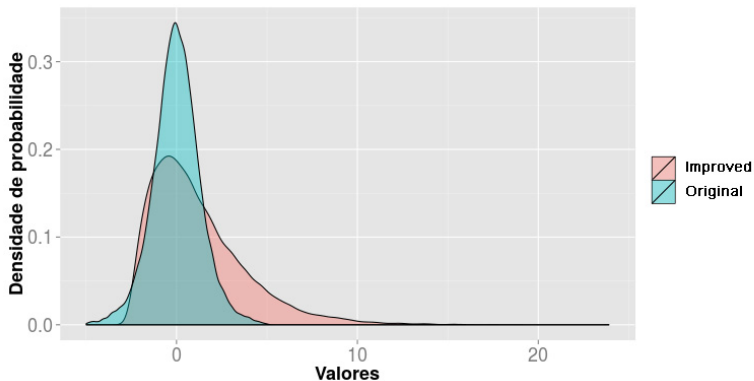
- Como comparar portfolios aleatórios?
 - **Utilidade**: Reduzir tudo em um número (Variância, CVaR).

- Como comparar portfolios aleatórios?
 - **Utilidade**: Reduzir tudo em um número (Variância, CVaR).
 - **Dominância estocástica**: comparações sem perda de informação.

- Como comparar portfólios aleatórios?
 - **Utilidade**: Reduzir tudo em um número (Variância, CVaR).
 - **Dominância estocástica**: comparações sem perda de informação.



- Como comparar portfolios aleatórios?
 - **Utilidade**: Reduzir tudo em um número (Variância, CVaR).
 - **Dominância estocástica**: comparações sem perda de informação.



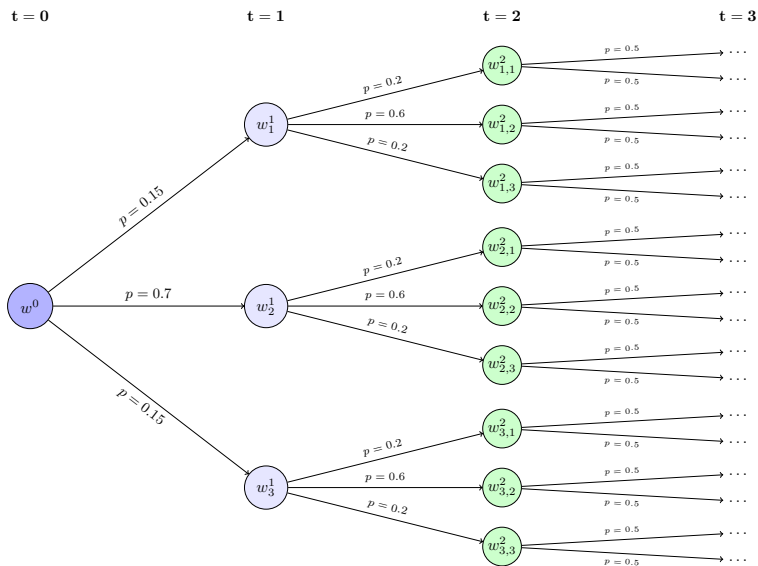
- Útil em estratégias com benchmarks de comparação.

- Técnicas vistas até agora levam em consideração apenas o próximo intervalo de tempo.

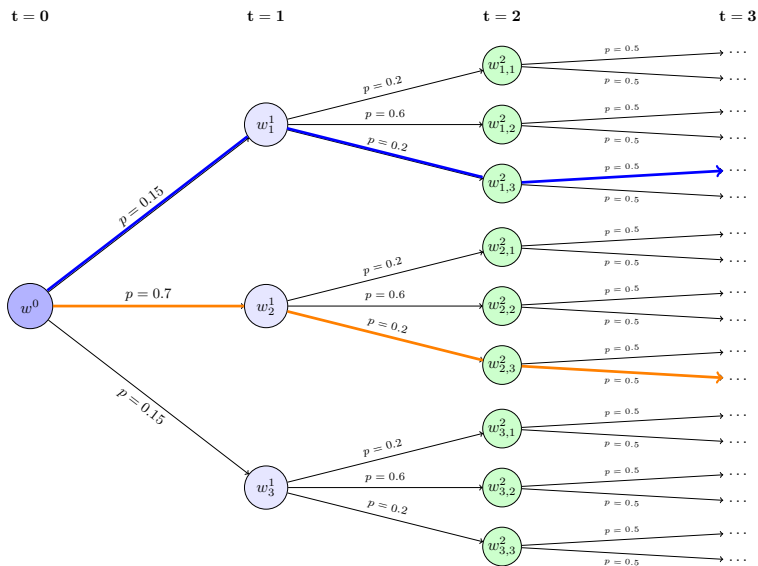
- Técnicas vistas até agora levam em consideração apenas o próximo intervalo de tempo.
- O problema de gerenciamento de ativos e passivos (ALM, do inglês *Asset and Liability Management*).
 - Problema de longo prazo.

- Técnicas vistas até agora levam em consideração apenas o próximo intervalo de tempo.
- O problema de gerenciamento de ativos e passivos (ALM, do inglês *Asset and Liability Management*).
 - Problema de longo prazo.
- Goals-based wealth management
 - Estratégia “individualizada”

- Técnicas vistas até agora levam em consideração apenas o próximo intervalo de tempo.
- O problema de gerenciamento de ativos e passivos (ALM, do inglês *Asset and Liability Management*).
 - Problema de longo prazo.
- Goals-based wealth management
 - Estratégia “individualizada”
- **Otimização sob incerteza**: conjunto de técnicas para tratar o problema de ALM global.
 - Conceito de árvores de cenários



Otimização sob incerteza



- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.

- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.
- Controle de risco durante o período obtido através de **restrições exógenas**.

- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.
- Controle de risco durante o período obtido através de **restrições exógenas**.
- Possibilidade de inclusão de outros tipos de restrições:

- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.
- Controle de risco durante o período obtido através de **restrições exógenas**.
- Possibilidade de inclusão de outros tipos de restrições:
 - Diversificação mínima

- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.
- Controle de risco durante o período obtido através de **restrições exógenas**.
- Possibilidade de inclusão de outros tipos de restrições:
 - Diversificação mínima
 - Limites em investimentos por ativo ou setor

- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.
- Controle de risco durante o período obtido através de **restrições exógenas**.
- Possibilidade de inclusão de outros tipos de restrições:
 - Diversificação mínima
 - Limites em investimentos por ativo ou setor
 - Restrições de *turnover*

- Objetivo: maximizar patrimônio no longo prazo.
- Controle de risco durante o período obtido através de **restrições exógenas**.
- Possibilidade de inclusão de outros tipos de restrições:
 - Diversificação mínima
 - Limites em investimentos por ativo ou setor
 - Restrições de *turnover*
- Grande desafio: **fator multiplicativo**
 - “Maldição da dimensionalidade”

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.
- Várias aplicações comerciais:

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.
- Várias aplicações comerciais:
 - Russel-Yasuda Kasai Model, 1994

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.
- Várias aplicações comerciais:
 - Russel-Yasuda Kasai Model, 1994
 - Towers Perrin-Tillinghast, 2000, atual Towers Watson

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.
- Várias aplicações comerciais:
 - Russel-Yasuda Kasai Model, 1994
 - Towers Perrin-Tillinghast, 2000, atual Towers Watson
 - Gjensidige Nor Asset Management, 2002

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.
- Várias aplicações comerciais:
 - Russel-Yasuda Kasai Model, 1994
 - Towers Perrin-Tillinghast, 2000, atual Towers Watson
 - Gjensidige Nor Asset Management, 2002
 - Diversos trabalhos acadêmicos-comerciais “anônimos”:
 - República Checa
 - Holanda
 - etc.

- Porém, mesmo problemas pequenos são úteis na prática.
- Várias aplicações comerciais:
 - Russel-Yasuda Kasai Model, 1994
 - Towers Perrin-Tillinghast, 2000, atual Towers Watson
 - Gjensidige Nor Asset Management, 2002
 - Diversos trabalhos acadêmicos-comerciais “anônimos”:
 - República Checa
 - Holanda
 - etc.
- No Brasil: ainda pouco conhecido

Obrigado

arbex@dcc.ufmg.br