

Multi-attribute Decision Making Applied to Sets of Non-dominated Solutions of Financial Portfolios

Gustavo Henrique Massula Mendonça
gurumendonca@gmail.com

Fernando Garcia D. C. Ferreira
fernandogdcf@gmail.com

Rodrigo T. N. Cardoso
rodrigoc@des.cefetmg.br

Flávio Vinícius C. Martins
flaviocruzeiro@decom.cefetmg.br

WAIAF 2018
São José dos Campos - SP

Cronograma

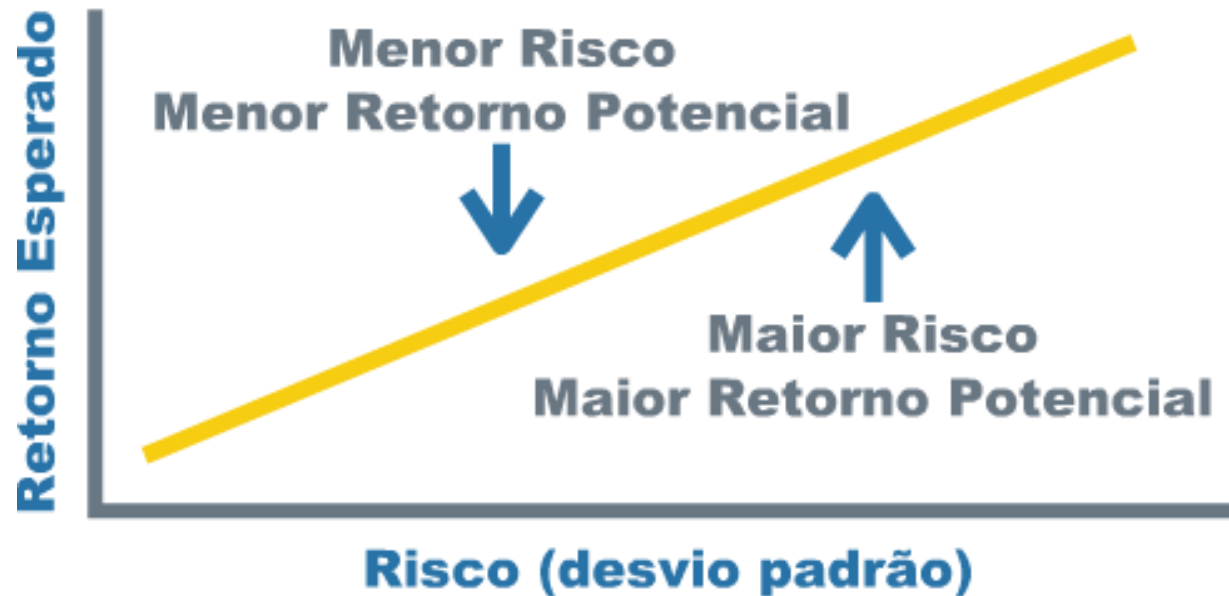
- Objetivos
- Metodologia
- Resultados
- Considerações Finais
- Perspectivas de Trabalhos Futuros

Objetivos

- Otimizar investimentos em carteiras financeiras, por meio de um algoritmo genético;
- Aplicar métodos de tomada de decisão em ambientes multiobjetivos aos conjuntos de soluções resultantes do algoritmo genético;
- Analisar o resultado da otimização e aplicação dos métodos, utilizando um estudo de caso real.

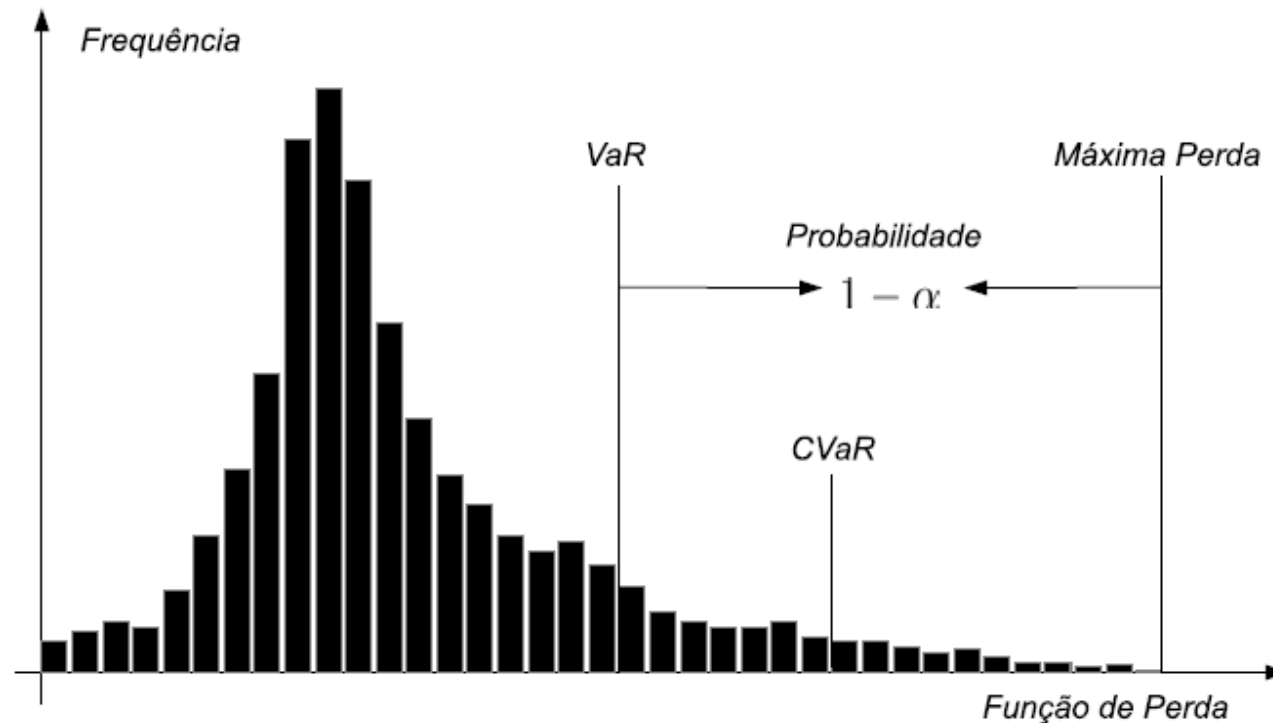
Otimização

- Algoritmo baseado no NSGA-II
- Retorno x Risco



Otimização

- Retorno = $\ln(\text{fechamento}(t)) - \ln(\text{fechamento}(t-1))$
- Risco = CVaR (Conditional Value-at-Risk)



Teoria da Utilidade

- O valor de um item para um indivíduo não depende de seu valor monetário, e sim de sua utilidade para o indivíduo.
- Função de utilidade $U(\cdot)$

$$U(a) = \sum_{i=1}^k w_i u_i(a_i),$$

$$\sum_{i=1}^k w_i = 1.$$

Rank Order Centroid Weights

$$w_i = \frac{1}{N} \sum_{j=i}^N \frac{1}{j}, i = 1, 2, \dots, N$$

DM Queries

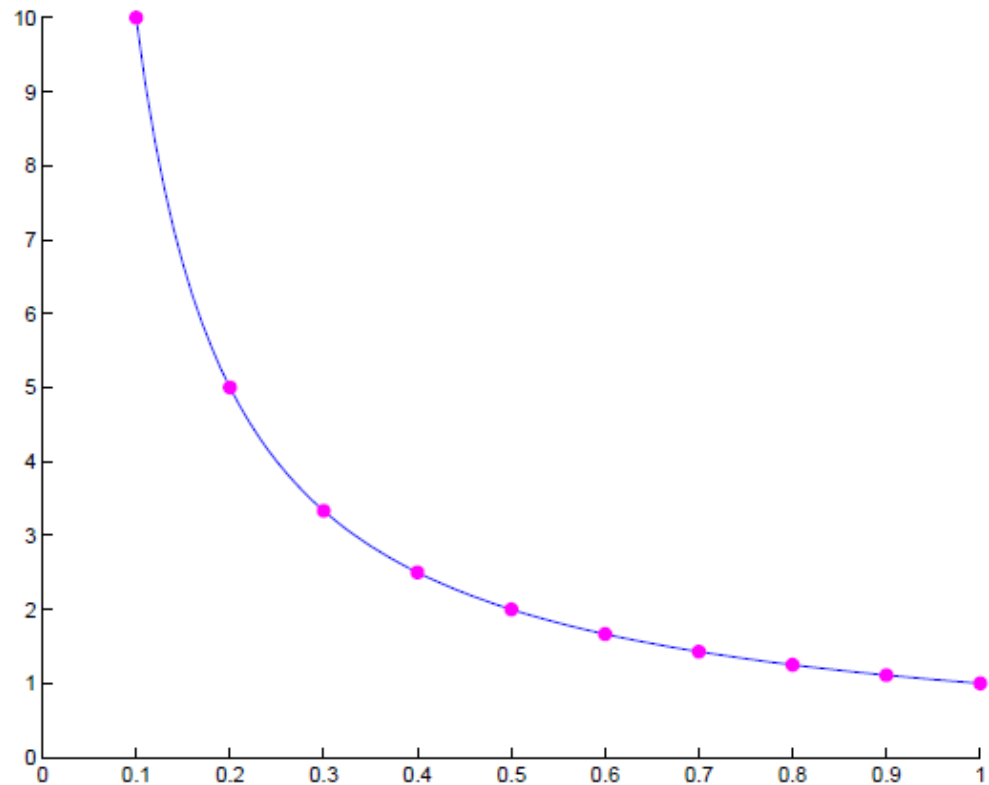
- Consultas ao decisor para encontrar os pesos dos objetivos;
- Decisor não tem ciência dos pesos aplicados;
- Parâmetro define a taxa de decréscimo dos pesos.

- Ex: Pesos iniciais: 0.8 – 0.2 e 0.5 – 0.5. $\alpha = 0.1$;
- Novos Pesos: 0.7 – 0.3 e 0.9 – 0.1
- Novos Pesos: 0.8 – 0.2 e 0.6 – 0.4 => Manteve escolha anterior
- Decresce $\alpha = 0.05$
- Novos Pesos = 0.75 – 0.25 e 0.65 – 0.45

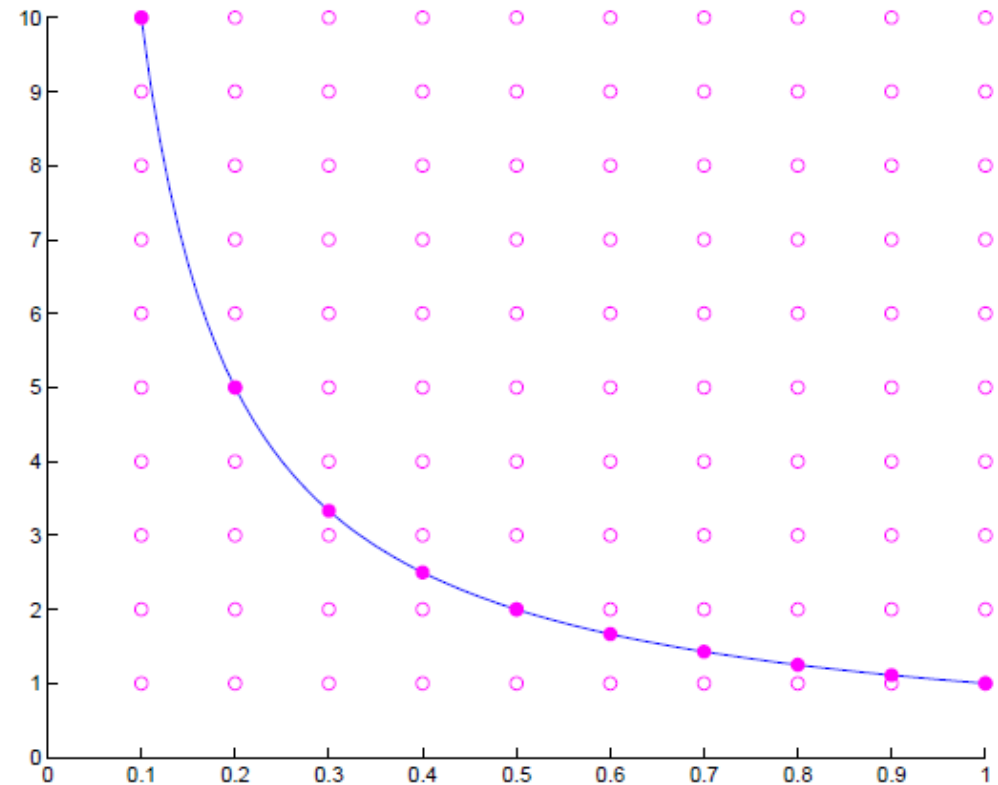
Neural Network Decision-Maker Method (NN-DM)

- Estabelecimento do domínio;
- Ordenação parcial das alternativas;
- Aproximação da função de utilidade com a rede criada.

NN-DM: Estabelecimento do Domínio

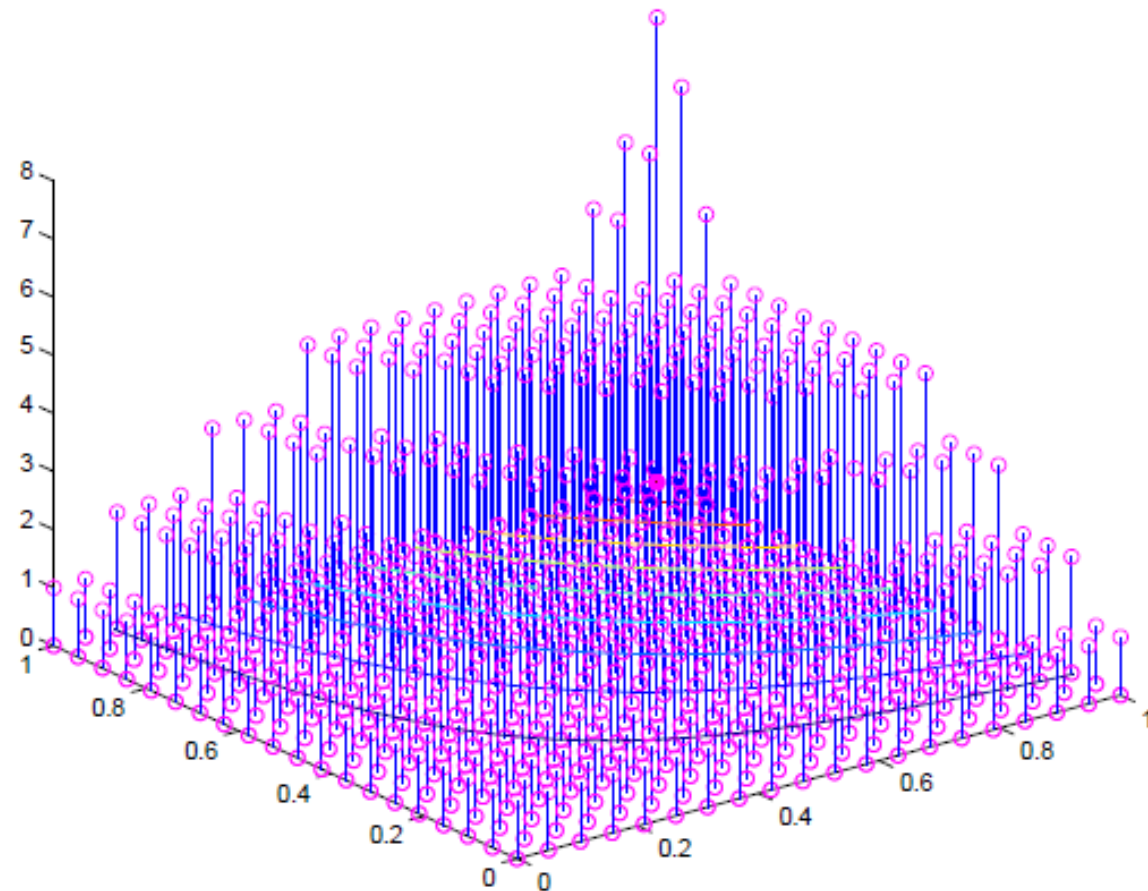


Alternativas disponíveis

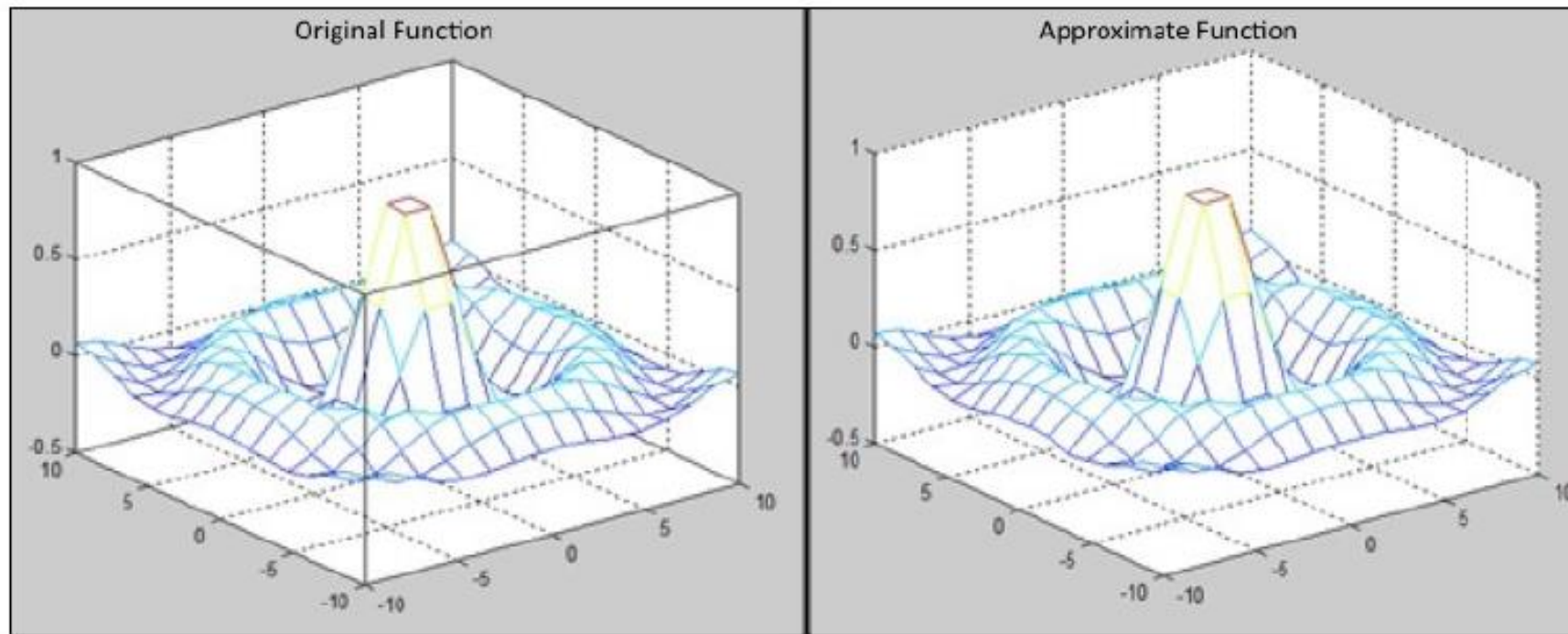


Grade de alternativas simuladas

NN-DM: Ordenação Parcial



NN-DM: Aproximação da Função



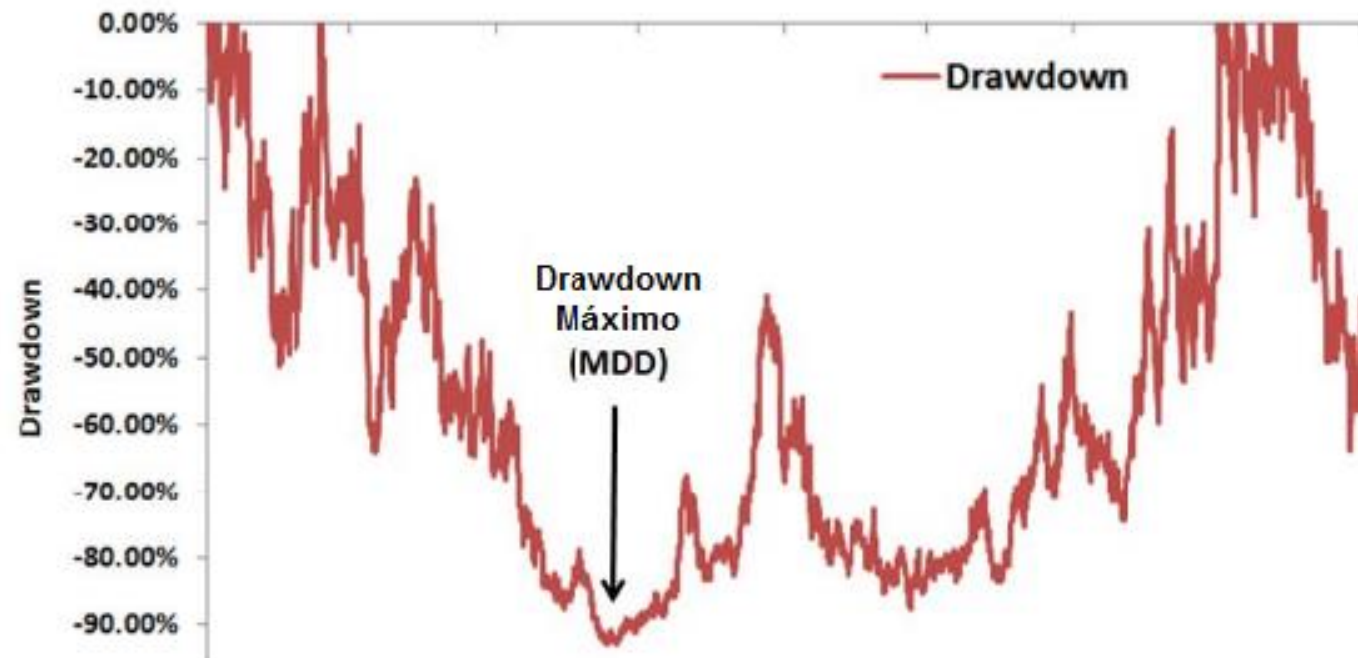
Coleta e Tratamento de Dados

- 53 ativos presentes da Ibovespa
- Período: Janeiro de 2010 a Dezembro de 2015



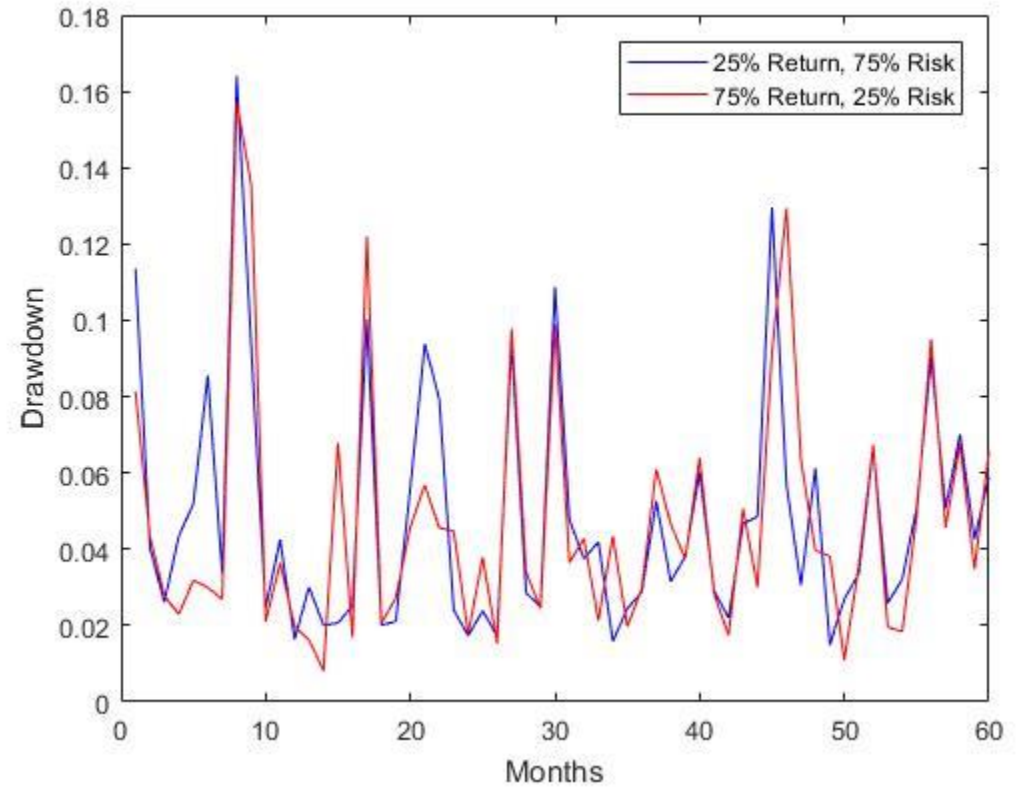
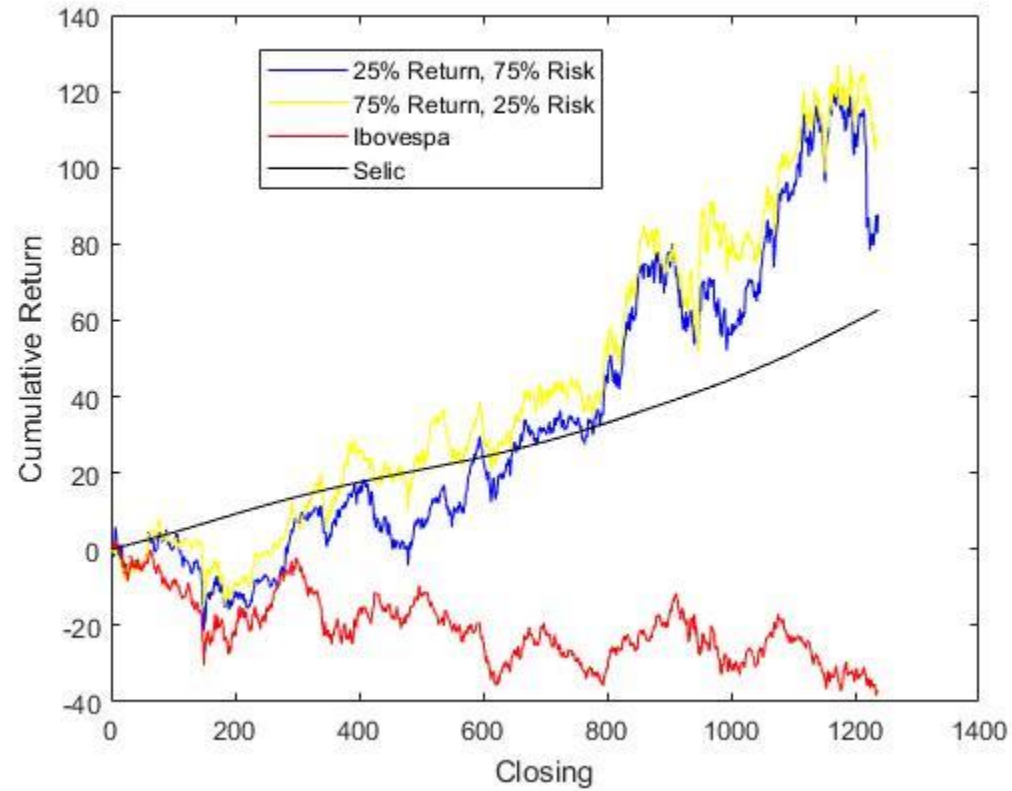
Medidas de Desempenho

- Retorno Acumulado
- Drawdown (DD)



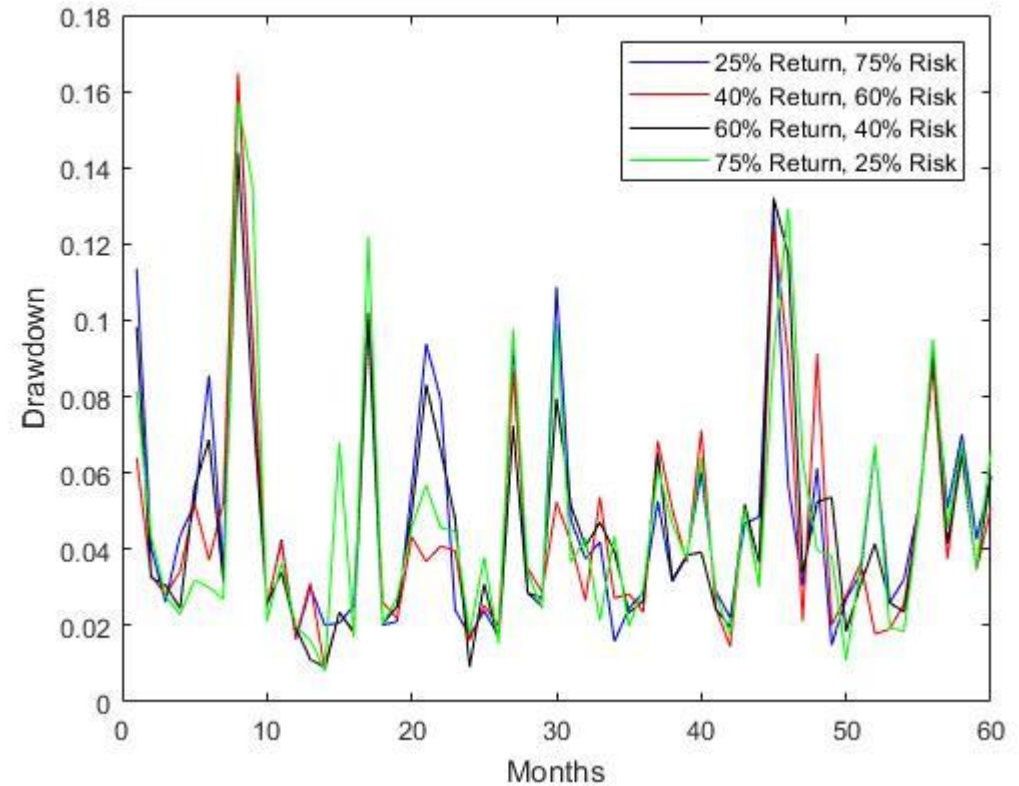
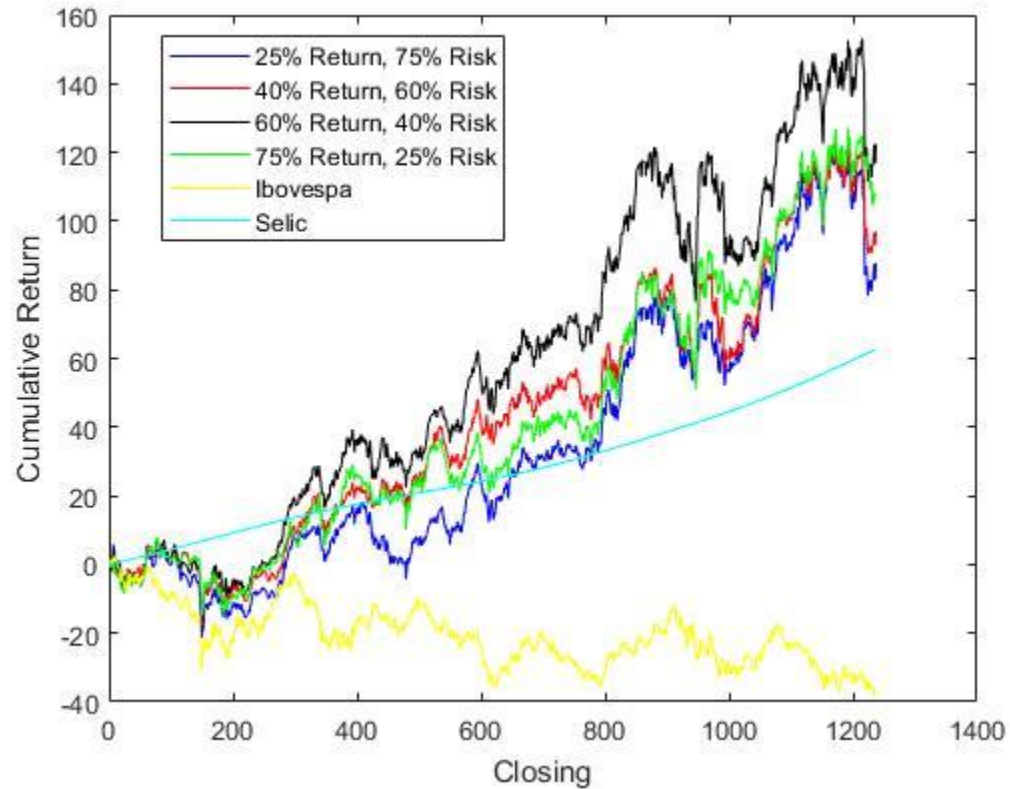
Resultados

- ROC



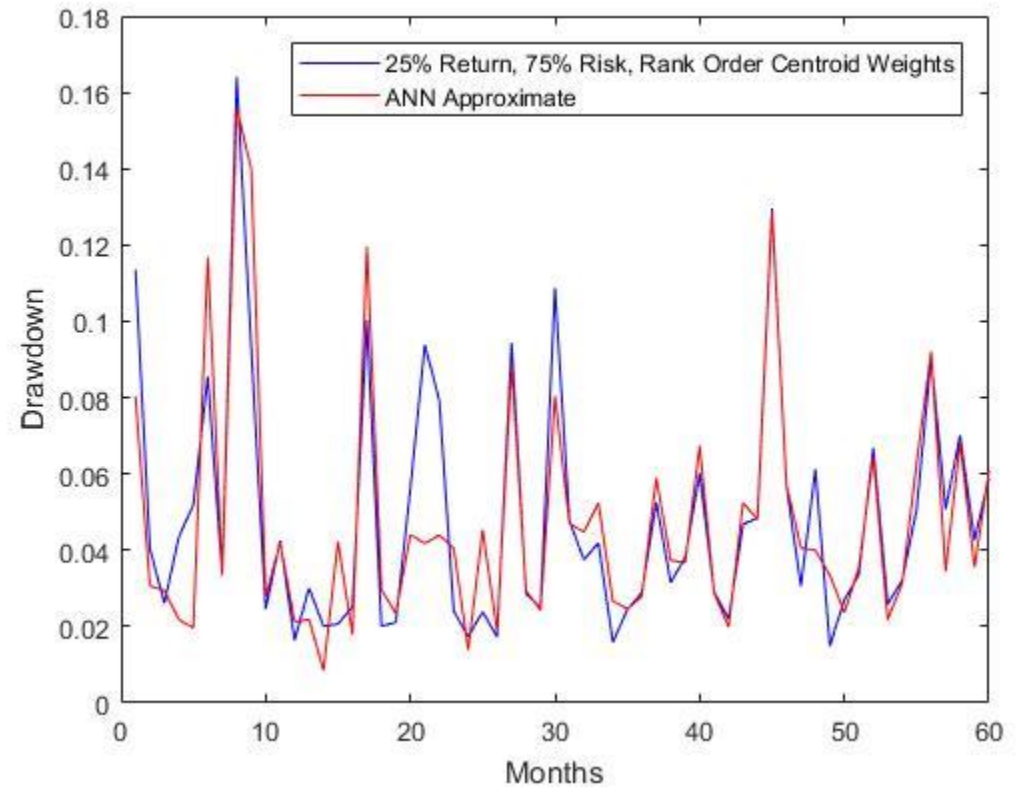
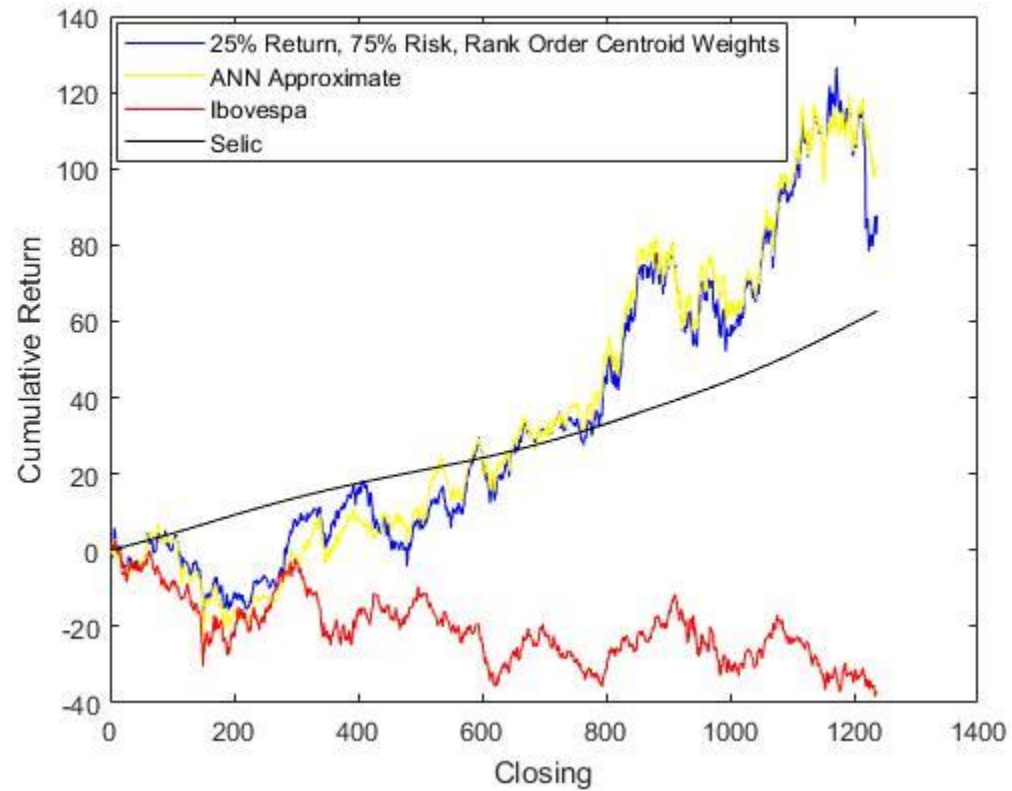
Resultados

- DM Queries



Resultados

- NN-DM



Considerações Finais

- Viabilidade em usar os métodos acoplados ao algoritmo;
- Semelhanças e diferenças dos diferentes perfis na simulação;
- Soluções encontradas podem servir como auxílio para investidores.

Perspectivas

- Comparar diretamente os métodos;
- Testar métodos de tomada de decisão à priori;
- Utilizar especialistas como base de informações.

Agradecimento



Referências Bibliográficas

- Byeong Seok Ahn. 2011. Compatible weighting method with rank order centroid: Maximum entropy ordered weighted averaging approach. *European Journal of Operational Research* 212, 3 (2011), 552 – 559.
- F. Hutton Barron and Bruce E. Barrett. 1996. Decision Quality Using Ranked Attribute Weights. *Management Science* 42, 11 (1996), 1515–1523.
- BM&FBOVESPA. 2018. Índice Bovespa. <http://www.bmfbovespa.com.br>. (2018). Acessado: 2018-02-10.
- Runze Cheng and Jianjun Gao. 2015. On cardinality constrained mean-CVaR portfolio optimization, Vol. 27. *Chinese Control and Decision Conference*, IEEE, 1074– 1079.
- Fernando G. D. C. Ferreira, Bruno C. Barroso, Gustavo P. Hanaoka, Felipe D. Paiva, and Rodrigo T. N. Cardoso. 2017. Composition of investment portfolios through a combinatorial multiobjective optimization model using CVaR. *IEEE Congress on Evolutionary Computation* (2017).

Referências Bibliográficas

- Simon Haykin and Paulo Martins Engel. 2001. Redes Neurais - Princípios e Prática (2nd. ed.). Bookman, Porto Alegre, RS.
- Harry Markowitz. 1952. Portfolio Selection. 7, 1 (1952), 77–91.
- Luciana Rocha Pedro. 2013. The NN-DM Method – Na Artificial Neural Network Model for Decision-Maker Preferences. Ph.D. Dissertation. Faculty of Engineering at Universidade Federal de Minas Gerais.
- Luciana R. Pedro and Ricardo H. C. Takahashi. 2009. Modelling the decision-maker utility function through artificial Neural Networks. In Anais do 9 Congresso Brasileiro de Redes Neurais. SBRN, Ouro Preto, MG, 1–5.
- William G. Stillwell, David A. Seaver, and Ward Edwards. 1981. A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility decision making. Organizational Behavior and Human Performance 28, 1 (1981), 62 – 77.

Referências Bibliográficas

- R Tyrrell Rockafellar and Stanislav Uryasev. 2000. Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of risk* 2 (2000), 21–42.
- Michael Scholz, Markus Franz, and Oliver Hinz. 2017. Effects of decision space information on MAUT-based systems that support purchase decision processes. *Decision Support Systems* 97 (2017), 43 – 57.
- Remy Spliet and Tommi Tervonen. 2014. Preference inference with general additive value models and holistic pair-wise statements. *European Journal of Operational Research* 232, 3 (2014), 607 – 612.
- Craig W. Kirkwood and Rakesh K. Sarin. 1985. Ranking with Partial Information: A Method and an Application. 33 (02 1985), 38–48.
- Martin Weber. 1987. Decision making with incomplete information. *European Journal of Operational Research* 28, 1 (1987), 44 – 57.