

Composição de portfólio por meio de Algoritmos de Caminhos Mínimos e a influência na escolha dos investidores

Comunicação e Redes

André Campos Cruz - 11202231696
Bárbara Novais Aleixo da Silva – 11202230931
Deivide da Silva Meira - 11202231134
Fernanda Diniz Marinho - 11202230720
Moises Fernandes Torres - 11202230914
Sabrina Datilio Alves da Silva – 11202231941



Universidade Federal do ABC

2023

Sumário

Resumo
3

Conceitos básicos
3

Metodologia
3

Resultados
4

Discussão
5

Participação
x

Conclusão
x

Referências
x

Resumo

O projeto surge com a finalidade de verificar o comportamento de investidores e a rede social criada com portfólios teóricos de investimento. Queremos entender, no tempo, a alocação dos recursos nesses portfólios por parte dos investidores se baseando na teoria de Markowitz, onde um investidor racional, avesso a risco e buscando maior retorno, vai escolher o portfólio que melhor lhe oferecer essa condição de risco retorno.

A solução encontrada para responder essa pergunta foi a criação de dois portfólios: um tendo seus ativos escolhidos de maneira aleatória e outro buscando a menor correlação (risco) entre os ativos por meio do algoritmo de caminhos mínimos. Assim, foi avaliado o retorno médio em 3 períodos e o comportamento dos investidores. O resultado de desempenho dos ativos se mostrou contrário ao esperado no horizonte de tempo avaliado, assim, resultando em um movimento inesperado por parte dos investidores.

Introdução

O trabalho busca modelar o comportamento de investidores na escolha de portfólios de investimentos como redes sociais. Onde cada portfólio apresenta um número de investidores conectados a si, onde com o passar do tempo e com os retornos apresentados por cada portfólio, a rede se modela de uma nova maneira.

Assim, estudando o comportamento dos investidores e a rede social que formam, buscamos entender o porquê dessa movimentação com base nos dados de cada carteira de investimentos.

Conceitos básicos

Para o entendimento do seguinte trabalho é necessário o entendimento do algoritmo de Dijkstra e o significado do Algoritmo de caminhos mínimos. Em um breve resumo, o algoritmo busca selecionar os nós com que possuem o menor peso entre si para a criação de um caminho. Dessa forma, o algoritmo de caminhos mínimos, cria um caminho onde a soma total dos pesos é a menor possível dentre todas as possibilidades.

Não é um pré-requisito, mas o entendimento mínimo da construção de um portfólio de investimentos baseado na teoria de Markowitz ajudará no entendimento da motivação deste trabalho. Passando um breve panorama, temos que a ideia central é que os investidores participam de redes sociais, ligado a portfólios de investimentos, de maneira não aleatória. Em princípio, eles buscam de maneira racional uma melhor relação de risco retorno em seus investimentos, assim, com o tempo, a avaliação de retorno dos investimentos e seu nível de risco moldará o comportamento e transformará a rede.

Todos os conceitos, algoritmos e cálculos são explicados no decorrer do trabalho, em especial na metodologia empregada, o que facilitará a leitura.

Metodologia

Para a criação dos portfólios contendo 10 ações cada, foram selecionadas aleatoriamente 20 ações listadas na bolsa de valores brasileira – B3. Em uma planilha do Excel, os preços das ações foram divididos em “histórico de preços para correlação dos ativos”, onde o período observado foi de 9 de outubro de 2010 até 9 de outubro de 2020, e em “histórico de preços para avaliação de retorno”. Essa separação foi feita para que não houvesse interferência dos dados de “teste” nos dados realmente avaliados.

Com os dados coletados, foi usado um programa em Python (utilizando as bibliotecas pandas, numpy e matplotlib) para a criação da matriz de correlação - ou matriz de adjacência - de todos os ativos. Assim, com esses dados, foi possível a criação do portfólio de caminhos mínimos, sendo os valores da matriz, os pesos das arestas que ligam cada ativo (nó).

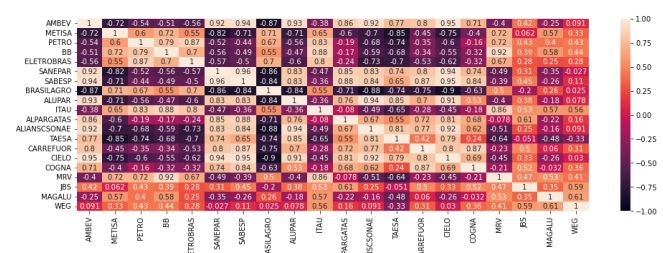


Figura 1. Matriz de correlação dos ativos

A seleção do portfólio B foi feita de maneira aleatória. Então, foram selecionadas arbitrariamente 10 ações das 20 para a composição do portfólio. Já para o portfólio A, foi utilizado um script em Python (utilizando as bibliotecas pandas, numpy, networkx e matplotlib) para a criação dos grafos com base na tabela de correlação acima e para a utilização do algoritmo de caminhos mínimos – dijkstra. Para ajudar na seleção, foram ignoradas as arestas com peso > 0.5 e ajustado o intervalo de -1 e 1 para 0 e 2, por conta da função networkx para utilização do algoritmo.

A partir do grafo a seguir, podemos tirar algumas medidas sobre os nós (ativos), sendo essas o nó 8 com maior betweenness - pois é verificado pelo algoritmo de dijkstra que o nó por onde a maior quantidade de caminhos mínimos passa é o nó 8 -. Obtivemos também a medida de centralidade de grau, sendo o nó 20 o de maior centralidade totalizando 16 ligações. Desta forma, por meio do algoritmo de dijkstra, como esperado, o nó 8 foi selecionado, pela sua grande frequência de seleção em algoritmos de caminhos mínimos, enquanto o nó 20, mesmo possuindo maior centralidade não foi escolhido pelo algoritmo por possuir o peso de suas arestas sendo muito alto quando comparado com as demais. Foi selecionado apenas por meio da aleatoriedade na escolha do portfólio B.

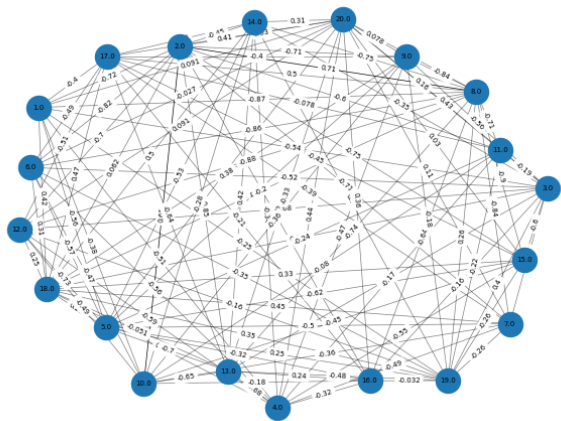


Figura 2. Grafo dos 20 ativos com os pesos das correlações

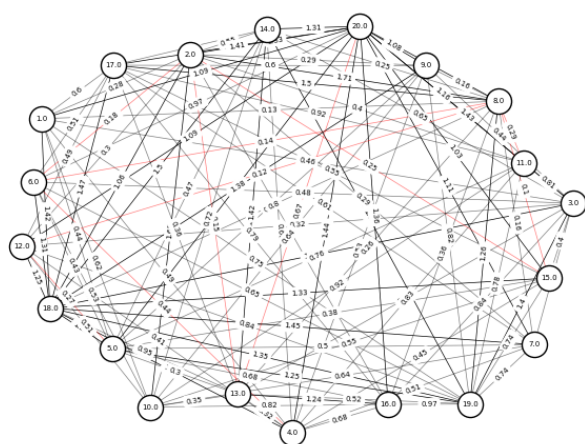


Figura 3. Seleção dos 10 ativos do portfólio B

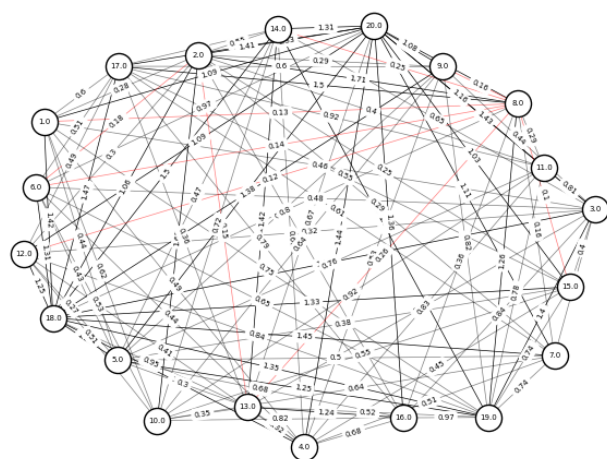


Figura 4. Seleção dos 10 ativos do portfólio A

Após a utilização do algoritmo de Dijkstra, os nós selecionados foram incorporados na composição do portfólio.

Desta forma, após a criação dos portfólios, voltamos para a planilha do Excel avaliando o retorno médio dos preços das ações nos períodos: 10 de outubro de 2019 a 10 de outubro de 2020, 10 de outubro de 2019 a 10 de

outubro de 2022 e 10 de outubro de 2019 a 10 de outubro de 2023, a fim de verificar o desempenho teórico do fundo em 3 períodos.

Em paralelo foi criado a regra inicial de que cada portfólio começaria com 15 investidores. Em cada ano, o que apresentasse melhor resultado ganharia 5 investidores do outro. Dessa forma, será possível verificar o comportamento dos investidores, dada as condições inicialmente impostas.

Para o cálculo do risco (beta) do portfólio, foi utilizado o site QuantBrasil para coletar o beta de cada ativo nos últimos 3 anos e realizado a média dos betas para obter o risco total do portfólio. Obtendo os resultados de 0,827 e 0,885 para os portfólios A e B respectivamente.

Resultados

Tivemos no final a composição dos portfólios com as seguintes ações:

Portfólio A: ABEV3, SAPR4, ALSO3, SBSP3, TAEE1, CIEL3, CRFB3, ELET3, ALUP3, ALPA4.

Portfólio B: MRVE3, SAPR4, AGRO3, WEGE3, CIEL3, ITUB4, TAEE11, ALPA4, BBAS3, ELET6.

Os resultados foram, até então, inesperados quando olhamos apenas pelo viés de retorno, tendo o portfólio B o maior retorno histórico nos dois últimos períodos avaliados. Porém quando avaliados no panorama de risco, fica evidente a volatilidade dos retornos do portfólio em comparação com o portfólio A.

Retorno / Portfólio	Port A	Port B	+/- Invest
2019 - 2020	R\$ 237,18	R\$ 231,69	A
2019 - 2022	R\$ 231,13	R\$ 263,10	B
2019 - 2023	R\$ 226,31	R\$ 259,43	B

Figura 5. Resultados médios em cada período

A diferença dos retornos do primeiro para o segundo ano aumentou de maneira significativa e se mantiveram próximas nos dois últimos períodos, o que pode indicar, em um horizonte mais longo, uma diferença média entre cada um dos portfólios. Porém, será necessário uma avaliação e projeção dessa hipótese.

Assim, como mencionado anteriormente, o portfólio B acabou com um saldo final de +5 investidores frente ao saldo inicial de 15 investidores. O histórico da rede social de investidores seguiu então a modelagem dada pelos grafos abaixo, sendo a bolinha vermelha o portfólio A e o a bolinha preta o portfólio B.

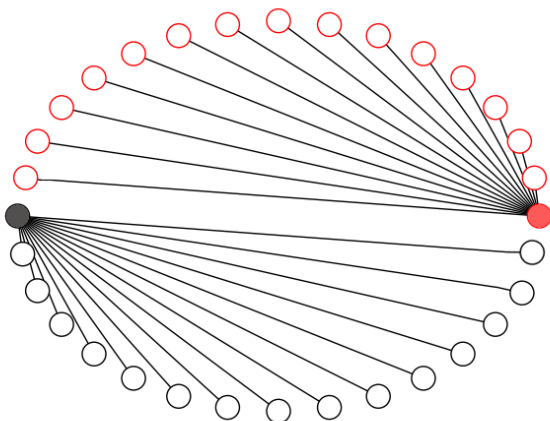


Figura 6. Momento inicial dos portfólios, contendo 15 investidores em cada

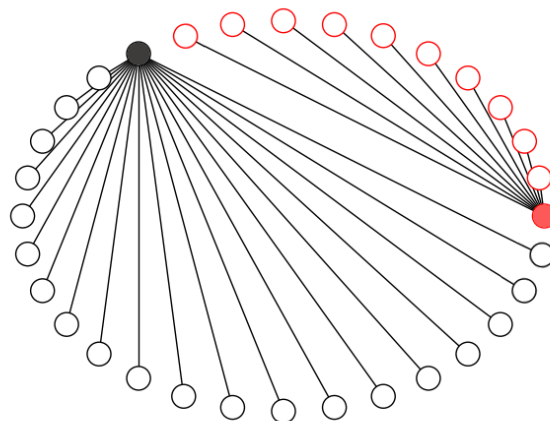


Figura 9. Terceiro período avaliado

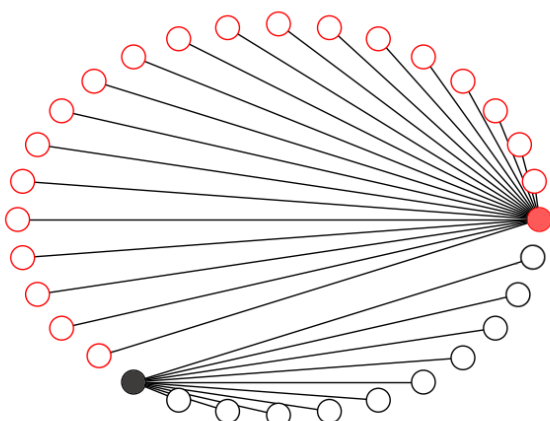


Figura 7. Primeiro período avaliado

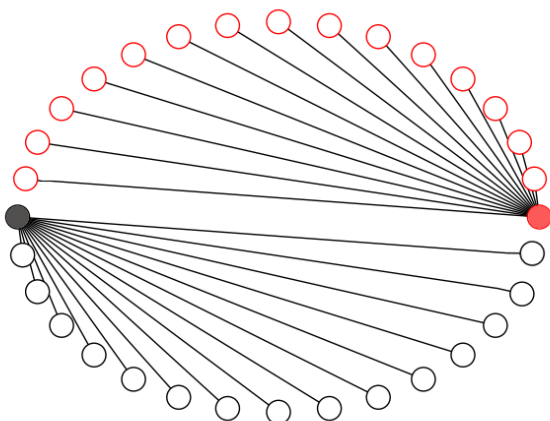
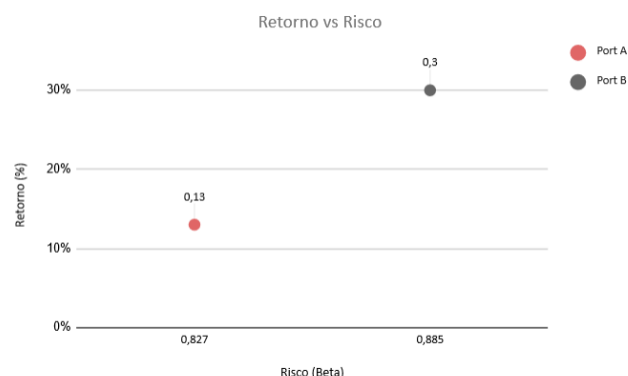


Figura 8. Segundo período avaliado

A rede social obtida no final demonstra que os investidores tiveram a preferência em se ligar no portfólio B, dada a melhor relação de risco retorno.

O resultado de risco x retorno do portfólio B ser a mais vantajosa pode ser exemplificada pelo gráfico abaixo, onde no eixo vertical temos o retorno de cada um dos portfólios e no eixo horizontal o beta da carteira.



Fica evidente a diferença entre o risco e retorno de cada portfólio. Com o portfólio B apresentando um retorno de 30% enquanto o portfólio A apresenta um retorno de 13%. Para realizarmos um comparativo, o retorno percentual por unidade de risco do portfólio B ($0,3 / 0,885$) é de 34% por unidade de risco, enquanto do portfólio A ($0,13 / 0,827$) é de 15% por unidade de risco. Assim, o portfólio B possui uma relação risco x retorno mais vantajosa, o que ditou o comportamento da rede social de investidores ao longo do tempo.

Discussão

Nas discussões que tivemos levantamos algumas hipóteses sobre os resultados obtidos, entre elas que o comportamento dos investidores faz sentido e segue a teoria do portfólio, pois entre duas opções, a escolha mais vantajosa tende a ser a mais escolhida. E isso pode ser demonstrado pelo comportamento da rede social modelada neste trabalho. Também, nos questionamos se a comparação

com um portfólio de “risco máximo”, apresentaria um comportamento parecido por parte dos investidores, já que estaria a maiores retornos mas com um custo de volatilidade maior. E por fim, chegamos na conclusão que a rede social que modelados não apresenta características de mundo pequeno ou de grafo aleatório, porém, os dados utilizados apresentam característica de grafos sem escala.

Durante a execução e na discussão do trabalho, conseguimos entender mais sobre a característica de dois diferentes grafos, de redes sociais e sem escala, e que partindo de um conjunto de dados, seus resultados e a elaboração de um grafo para representá-los, conseguimos criar sub-grafos que analisados como condicionais de comportamento, podem moldar uma rede social.

Concluimos que o objetivo do trabalho, foi alcançado. A modelagem de uma rede social de investidores, baseando-se na teoria do portfólio, utilizando um conjunto de dados aleatórios e outro escolhido a partir de um algoritmo para redução de riscos, obteve ao fim resultados esperados pela teoria. E que outras simulações, com condicionais mais complexas e algoritmos de seleção diferentes, devem resultar em resultados parecidos em relação à preferência de conexão da rede.

Participação dos membros

Coleta dos dados (excel) e cálculo de correlação

Nome: André

Algoritmo de caminhos mínimos para a escolha do portfólio A e grafo do comportamento dos investidores

Nome: Fernanda

Seleção dos ativos para o portfólio B

Nome: Moisés

Cálculo dos retornos e do risco de cada portfólio

Nome: Bárbara

Elaboração e finalização dos relatórios

Nome: Sabrina

Elaboração dos slides

Nome: Deivide

Conclusões

Com os resultados finais dos relatórios, chegamos às seguintes conclusões sobre o comportamentos dos investidores:

- I. Dado um cenário mais vantajoso nas condições de risco e retorno observado entre os portfólios, os investidores tendem a buscar o melhor retorno dada a menor condição de risco.
- II. A transformação da rede social no decorrer do tempo refletiu o comportamento esperado quando analisados o resultado final de risco e retorno de cada portfólio
- III. O algoritmo de Dijkstra foi eficiente em escolher ações que juntas apresentassem um Beta menor.
- IV. Porém, o algoritmo Dijkstra não foi eficiente em escolher ações que apresentassem um maior retorno no período observado.
- V. A criação de redes sociais e sua transformação dependem de fatores externos e isintreco aos dados coletados e sua conjunção.

Acreditamos que o uso do algoritmo de Dijkstra pode ser unido a outras estratégias ou ao auxílio humano nas decisões de carteiras de investimento, porém sozinho não apresenta vantagem competitiva.

Referências

Araujo, Alcides; Montini, Alessandra de Ávila. **Teoria do portfólio: comparações entre modelos alternativos para alocação de recursos em ativos de risco**. Universidade de São Paulo, agosto de 2014.

Hass, Luiz Guilherme de Oliveira. **Estudo da teoria de portfólio de Markowitz**. Universidade Estadual de Campinas, dezembro de 2019.

Markowitz, Harry. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance, março de 1952.

Portfólio Dijkstra. GitHub, 2023. Disponível em: <https://github.com/feh0hef/Portfolio_Dijkstra>

Dijkstra Algorithm. Wikipédia. Disponível em:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra%27s_algorithm>

Dijkstra, Networkx, 2023. Disponível em:

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/algorithms/generated/networkx.algorithms.shortest_paths.weighted.dijkstra_path.html>

Beta dos Ativos em Bolsa, QuantBrasil, 2023. Disponível em <<https://quantbrasil.com.br/beta/>>