

UMA HEURÍSTICA HÍBRIDA PARA O PROBLEMA DA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO

Renan Fortes Tourinho (Bolsista ICV/UFPI), Antônio Costa de Oliveira(Orientador, Departamento Informática e Estatística/UFPI)

1. Introdução

Um dos problemas fundamentais em finanças é a escolha de ativos para investimento. Todos os agentes do mercado, sejam indivíduos ou instituições, enfrentam constantemente a questão de onde investir seus recursos dentre a enorme quantidade de alternativas disponíveis. Para decidir a melhor combinação dessas opções é necessário levar em conta tanto o retorno que será obtido como o risco que será incorrido.

Nesse contexto, Markowitz propôs um trabalho diferencial ao descrever um método para solucionar de maneira direta a escolha dos ativos para investimento, através da quantificação de variáveis outrora indefinidas, como o risco e o retorno do portfólio.[1] Seu estudo propunha que, através da diversificação de investimentos e formação de uma carteira diversificada de ações, poderia haver uma considerável redução do risco não-sistemático, aquele que afeta apenas determinados setores da economia, sem reduzir na mesma proporção o retorno almejado.

Apesar da importância de sua contribuição, o modelo Média-Variância, como ficou conhecido, não leva em consideração características do mundo real, como, por exemplo, a existência de lotes de compra para os ativos (em seu modelo os ativos são infinitamente divisíveis, ou seja, é possível comprar ou vender qualquer quantidade de qualquer ativo), a cardinalidade (número de ativos dentre os quais deve-se diversificar o investimento) e a existência de custos de transação (no momento da compra ou venda de ativos ocorre a incidência de custos de corretagem).

Este trabalho apresenta uma abordagem alternativa para o problema utilizando um método de busca híbrido (heurística híbrida), combinando Algoritmos Genéticos e Busca Tabu, estendendo o modelo de Markowitz para considerar os lotes-padrão de compra e a cardinalidade, contrapondo a gestão de um portfólio individual a uma carteira de ações administrada por fundos mútuos, ambos indexados ao Índice Bovespa (Ibovespa).

2. Metodologia

O Índice Bovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro, pois considera ações que juntas são responsáveis por mais de 80% das negociações na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). Ele varia diariamente, de acordo com as ações que o compõem, mas divulga uma nova composição apenas quadrimestralmente. Assim sendo, os portfólios desse experimento também serão reformulados a cada quatro meses, abordando as novas ações que estejam entre as 50 mais representativas do Ibovespa, e desconsiderando as que porventura perderem esse poder de representatividade; por consequência, mais de 50 ações serão avaliadas até o final do experimento, mas apenas 50 por vez, para a composição de uma carteira quadrimestral.

O trabalho considera o período de 1 ano como parâmetro de observação para inferência de resultados. O ano de 2010 serviu de base para a formação do primeiro portfólio de 2011, relativo ao

primeiro quadrimestre. Para formar os dois portfólios subsequentes, considerou-se, respectivamente, os períodos de maio de 2010 a abril de 2011, e de setembro de 2010 a agosto de 2011.

Para mensurar a negociação com os lotes mínimos, o trabalho considera os preços de fechamento de cada um dos lotes-padrão das ações abordadas no trabalho, no dia da formação de cada portfólio. Quanto à cardinalidade, serão propostos portfólios com 10, 15, 20 e 25 ações diferentes, buscando aquele com o melhor retorno. O risco aceitável mínimo será expresso pela variância mensal do Ibovespa no ano de 2010. O capital inicial disponível será composto de 4 instâncias, nos valores de R\$ 100.000, R\$ 300.000, R\$ 500.000 e R\$ 1.000.000.

Por conta da complexidade do problema, um algoritmo genético foi desenvolvido para evitar que a solução fique presa em um único ponto ótimo local. Neste trabalho, consideramos os métodos mais amplamente utilizados para compor o genético, a seleção por roleta viciada, o *crossover* de um ponto e a mutação de um ponto. [2] A cada população formada, os 3 cromossomos mais bem avaliados são mantidos imutáveis para a próxima geração, através de um processo conhecido por elitismo. [3].

Para formar uma nova população, após as etapas de seleção, cruzamento e mutação, o novo indivíduo é avaliado e comparado ao pior indivíduo da geração anterior. Caso esse novo indivíduo seja superior ao pior indivíduo, um cromossomo da população atual é aleatoriamente escolhido e substituído pelo novo cromossomo, caso contrário, o recém-avaliado indivíduo é descartado. Para o estudo, foram considerados uma população de 30 cromossomos, através de 400 gerações.

Após ser avaliada pelo o algoritmo genético, a solução passa pela heurística busca tabu, que foi implementada levando em conta a utilização e exploração do espaço de busca por meio de uma vizinhança constituída de três tipos de movimentos, substituição, acréscimo e decréscimo da quantidade de lotes, para cada ação da carteira.

Em particular, foi criada uma lista tabu para cada tipo de movimento, LTT Lista Tabu de Troca que consiste em movimentos de troca proibidos, LTA Lista Tabu de Acréscimo que consiste em movimentos de acréscimo proibidos e LTR que consiste em movimentos de redução proibidos.. Por fim, a melhor solução encontrada na vizinhança é avaliada.O critério de parada foi definido como a quantidade de três iterações sem melhoria, o que se mostrou suficiente para boas soluções.

3. Resultados e Discussão

Os resultados foram subdivididos em tabelas, de acordo com o montante investido na carteira, como pode-se notar nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Portfólio de R\$ 100.000

	Retorno Melhor Portfólio	Retorno Médio dos Portfólios
Ibovespa	-0.0162	-0.0162
10 Ações	-0.0061	-0.0188
15 Ações	-0.0092	-0.0183
20 Ações	-0.0148	-0.0206
25 Ações	-0.0237	-0.0294

Resultados para investimento de R\$ 100.000 em 2011.

Tabela 2. Portfólio de R\$ 1.000.000

	Retorno Melhor Portfólio	Retorno Médio dos Portfólios
Ibovespa	-0.0162	-0.0162
10 Ações	-0.0075	-0.0229

15 Ações	-0.0118	-0.0209
20 Ações	0.0052	-0.0132
25 Ações	-0.0056	-0.0146

Resultados para investimento de R\$ 1.000.000 em 2011

O Ibovespa teve um rendimento médio mensal de -1,62%, resultando em prejuízo durante o ano de 2011. Na tabela 2, foi encontrado o melhor resultado pela heurística híbrida, com um lucro mensal médio de 0,5% para uma carteira com 20 ações, assim como um resultado médio (no decorrer das 10 execuções) também superior ao Ibovespa, tendo um prejuízo menor de -1,32%.

Markowitz expressou em seu modelo a inversa proporcionalidade entre risco e retorno da carteira diversificada, uma vez que se muitas ações forem escolhidas, apesar do risco diminuir consideravelmente, pode-se pulverizar muito o retorno almejado, dependendo do capital investido.[4] Os resultados refletem tal afirmação. Nota-se que, para o menor capital abordado (tabela 1), o melhor resultado vem de uma diversificação com 10 ações, uma vez que o montante investido é relativamente pequeno para tirar um melhor proveito da diversificação. Por outro lado, na tabela 2, percebe-se que um capital maior tira um melhor proveito tanto da diversificação, quanto da heurística, alcançando lucro em sua melhor instância, alcançando soluções satisfatórias em relação ao Índice.

4. Conclusão

A utilização da heurística híbrida (Algoritmo Genético combinado à Busca Tabu), para a otimização de carteiras considerando as restrições de cardinalidade e lotes-padrão, mostra-se eficiente, encontrando soluções superiores em quase todos os casos, tornando o método viável para a utilização por um investidor que vise o longo prazo, ou até mesmo no auxílio de gestores de fundos mútuos que visam melhorar a rentabilidade de seus fundos que tenham por base o Índice Bovespa. No experimento proposto, a taxa de diversificação mais rentável foi de 20 ações em uma carteira com investimento acima de R\$ 300.000 e 10 ações para uma carteira abaixo desse valor.

Como trabalhos futuros, pode-se considerar outros modelos alternativos ao de Markowitz, como é o caso do modelo de desvio absoluto médio de Konno e Yamazaki. [5], assim como desenvolver novas heurísticas para análise comparativa, tais como *Simulated Annealing* e GRASP e inserir novas estratégias para as heurísticas já abordadas.

5. Referências

- [1] Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7, 77–91.
- [2] Holland, J. H. (1975). "Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis With Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence",
- [3] Coley, D A. (1999). *Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engineers*. Singapore: World Scientific
- [4] Markowitz, H. (1959). *Portfolio selection: Efficient diversification of investments*. New York: Wiley.
- [5] Konno, H., & Yamazaki, H. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its application to Tokyo Stock Market. *Management Science*, 37, 519–531.

Palavras-Chave: Investimento. Portfólio. Heurística.