



UMA ANÁLISE DOS FATORES QUE INFLUENCIAM O MOVIMENTO ACIONÁRIO DAS EMPRESAS PETROLÍFERAS BRASILEIRAS

Felipe Affonso

Jhonatan Fernando

felipe-affonso@hotmail.com

jhonatanfernando@yahoo.com.br

Universidade do Estado de Minas Gerais

Rua Paraná 3001,35501-170,Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

Thiago Magela

thiagomagela@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Rua Alvares de Azevedo 400, 35503-822, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

Abstract. Diante da importância do mercado financeiro na economia mundial, e de como os valores dos ativos são influenciados, este trabalho tem o objetivo de encontrar fatores que influenciam o comportamento das ações das empresas petrolíferas contidas na Bolsa de Valores de São Paulo em busca de padrões nas cotações das mesmas. A partir de dados coletados dos 247 ativos encontrados na bolsa, foi realizada a extração e organização das cotações de todos estes, para realização das análises. Com o auxílio de algoritmos computacionais, os dados foram organizados, filtrados, e, indexados, para, posteriormente, realizar a identificação de padrões e categorização de empresas em categorias. Com isso, é possível realizar a visualização das informações de forma gráfica, onde pode ser verificado a existência de padrões similares em diferentes setores do mercado financeiro. Os resultados encontrados possibilitaram a identificação de fatores relevantes à possível valorização de cada ativo financeiro para um grupo de empresas, onde as mesmas não necessariamente se encontram no mesmo setor. Como resultado foi possível encontrar os diferentes correlacionamentos entre empresas de diferentes setores, como, por exemplo, uma empresa petrolífera que possui movimento similar à uma empresa do setor agropecuário.

Keywords: Mineração de dados, Bolsa de Valores, Empresas Petrolíferas, Sistemas Complexos.

INTRODUÇÃO

BM&F BOVESPA é a sigla de uma companhia fundada em 2008, resultado da fusão de BM&F (sigla correspondente a Bolsa de Mercadorias e Futuros) e BOVESPA (Bolsa de Valores de São Paulo). Trata-se de uma das maiores bolsas do mundo em valor de mercado e que tem por objetivo facilitar a negociação de ações e demais títulos de investimento de mercado, *commodities* (mercadorias de origem primária), títulos futuros e similares (Santiago, 2011). Em 2017, como resultado da combinação de atividades entre a BM&FBOVESPA, uma das maiores bolsas do mundo em valor de mercado, e a Cetip, a maior depositária de títulos privados de renda fixa da América Latina, foi criada a B3(BM&F Bovespa, 2017).

A bolsa de valores compreende centenas de empresas que possuem pequenas frações, chamadas ações, à disposição de investidores que desejam se tornar sócios das mesmas. A partir do momento em que ocorre a aquisição desta pequena parte da companhia, o investidor passa a participar da valorização, ou não, da empresa, bem como recebimento de lucros e benefícios ofertados. No mercado financeiro, existem diversas formas de realizar um investimento como o citado anteriormente, à estas partes fracionárias do mercado dá-se o nome de ativos financeiros, que compreendem diferentes modalidades como, por exemplo ações, títulos públicos, fundos de investimento, entre outros. A alteração no valor de um determinado ativo submetido a oferta e procura é denominada cotação.

A análise do mercado financeiro segue basicamente duas escolas, a primeira delas é denominada escola fundamentalista, que acredita na "hipótese da existência de um valor intrínseco para cada ação, com base nos resultados apurados pela empresa emitente. O estudo dessa análise está baseado no desempenho econômico e financeiro da empresa" (Neto, 2000). Segundo Berenstein e Damodaran (2000), a escola fundamentalista é compreendida como o conjunto de instrumentos que auxiliam na decisão de investimento, utilizando principalmente, as demonstrações financeiras publicadas pelas empresas, bem como a projeção de fluxo de caixa, e, a partir disso, determinam o valor justo do ativo.

A segunda modalidade de análise dos investimentos é denominada escola técnica, que pode ser definida como: a ciência que busca, através do estudo de registros gráficos, incidentes sobre pregões, através da análise de padrões que se repetem, para que seja possível projetar o futuro dos preços dos ativos, dentro de uma lógica maior de probabilidades. (Noronha, 1995)

Mercados financeiros podem ser descritos como sistemas complexos, de fato eles são sistemas compostos por diversos agentes que estão em constante interação de uma forma não linear (Bonanno, et al. 2001). Para compreender um sistema complexo, é necessário primeiro entender como os seus componentes interagem uns com os outros. Uma rede é o catálogo dos componentes de um sistema, estes são normalmente chamados de nós ou vértices e as interações diretas entre eles são chamadas de *link* ou arestas (Barabasi, 2017). Newman (2003), descreve alguns tipos de redes presentes no nosso dia a dia, como, por exemplo, as redes sociais, que representam pessoas ou grupos de pessoas com padrões de contatos ou intenções entre elas. Os padrões de amizades entre indivíduos e relacionamentos de negócios entre empresas são exemplos de redes que foram estudadas no passado.

Bonanno (2004) analisa os diferentes níveis de complexidade que são observados na investigação empírica de série temporais financeiros. O primeiro fator estudado é referente à série temporal em que determinado estudo é realizado, analisando assim a hipótese da eficiência do mercado. O segundo item a ser analisado é a correlação entre diferentes ativos do setor financeiro, e, por fim, são analisados os comportamentos do mercado durante eventos extremos.

Nesse trabalho são utilizadas diversas abordagens relacionadas à geração de redes entre ativos do mercado financeiro.

A aplicação da teoria dos grafos em redes complexas utilizando o mercado acionário brasileiro foi retratada por Lima, et al (2009). Nesse trabalho são analisadas as alterações sofridas por um grafo no momento de uma crise financeira. Os dados foram separados em 7 diferentes períodos, dessa forma foi possível observar que a média das correlações entre os ativos e a densidade das arestas do grafo no período de surgimento da crise financeira internacional entre os anos de 2007 e 2008.

Barbi e Prata (2017), apresentam um dos trabalhos mais recentes relacionados a criação de redes utilizando os dados da bolsa de valores de São Paulo. Através da técnica de escalonamento multidimensional sobre elementos de redes do tipo árvore geradora mínima para melhor visualização da rede formada.

A busca por padrões no mercado financeiro se mostra de extrema importância, uma vez que, uma das técnicas mais utilizadas atualmente, chamada de escola técnica, se refere à previsibilidade do valor dos ativos a partir de comportamentos que se repetem ao longo do tempo. O presente artigo tem como objetivo analisar como a cotação de uma ação pode ser influenciada e também apresentar uma nova forma de visualização dos dados utilizados diariamente por investidores. Com isso, é possível compreender o movimento acionário muito mais claramente e ainda visualizar as relações entre ativos do setor financeiro.

1. MÉTODOS

O desenvolvimento do *framework* utilizado para extração e organização dos dados foi realizado utilizando a linguagem Python, que “é uma linguagem que foi criada para produzir código bom e fácil de manter de maneira rápida” (PiScience, 2017).

Para que seja possível gerar um grafo que representa o correlacionamento das ações brasileiras é necessário seguir uma série de passos. (i) Primeiramente os dados devem ser extraídos do site da Bovespa e organizados de forma cronológica e por ativo financeiro, posteriormente, é necessário (ii) calcular a diferença logarítmica do preço da ação computado em um determinado intervalo de tempo, (iii) realizar o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, (iv) determinar a distância entre as arestas do grafo e, por último, (v) criar a árvore geradora mínima do modelo em questão (Bonanno, 2004). Cada uma das etapas citadas acima será explicada detalhadamente no restante do trabalho.

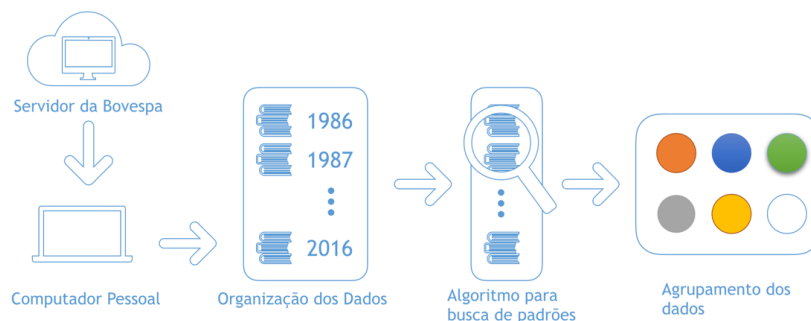


Fig 1. Etapas para visualizar o grafo dos ativos

1.1 Extração e organização dos dados:

A Bovespa disponibiliza todos os seus dados para *download* e consulta separados de forma anual. Cada arquivo foi baixado e separado em uma pasta. Após esse processo, foi criado um código na linguagem especificada acima para que seja possível a devida organização dos dados. Nesse processo, foi necessário percorrer cada arquivo de dados em busca do valor de fechamento das ações. Alguns pontos são fundamentais nesse processo, como por exemplo a necessidade de verificar se a linha especificada no arquivo é referente a uma ação ou não. Por se tratar do arquivo anual, todos os dados de negociações são armazenados no mesmo lugar, por isso foi necessário filtrar somente os dados importantes para o prosseguimento do trabalho.

Após verificar se a linha se trata de uma ação ou não, é necessário salvar os dados em um arquivo específico para esse ativo. Dessa forma foram criados arquivos para cada uma das ações negociadas no respectivo ano. Em cada arquivo foram armazenados os seguintes dados: código do ativo, data da cotação, valor de fechamento, valor mínimo e valor máximo do respectivo dia. Nessa etapa foram criados 24,098 arquivos correspondentes as ações dos anos de 1986 a 2016 da bolsa de valores de São Paulo.

1.2 Retorno das ações no período t :

Com os arquivos organizados anualmente, foi necessário realizar o cálculo da variação diária daquele ativo financeiro, ou seja, verificar o quanto essa ação teve de valorização ou não naquele respectivo dia. Para isso, foi necessário selecionar apenas ações que possuem negociação em todos os dias do ano. Para que o cálculo seja realizado de forma automática, cada arquivo foi percorrido em busca do número de dias negociados, esses dias foram separados e posteriormente foi analisado o dia mais frequente entre os arquivos daquele ano, no caso do ano de 2016, o número de dias negociados foi 249. Portanto, apenas ações que possuem esse número de negociações foram consideradas para os futuros cálculos.

$$Rt = \ln\left(\frac{Pt}{Pt-1}\right) \quad (1)$$

O retorno das ações foi calculado utilizando a Equação (1), onde Rt representa o retorno do período t , Pt é definido como o preço da ação no instante t e $Pt-1$ representa o preço daquela ação no instante imediatamente anterior a Pt . Para propósitos dessa análise, foi utilizado o intervalo de 1 dia.

1.3 Coeficiente de Correlação de Pearson:

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida de associação linear entre variáveis (Filho e Júnior, 2009). Com ele podemos identificar o quão correlacionadas estão as ações da nossa base de dados.

O coeficiente de correlação é definido como:

$$C_{i,j} = \frac{\langle R_i R_j \rangle - \langle R_i \rangle \langle R_j \rangle}{\sqrt{\langle R_i^2 - \langle R_i \rangle^2 \rangle \langle R_j^2 - \langle R_j \rangle^2 \rangle}} \quad (2)$$

O coeficiente de correlação Pearson ($C_{i,j}$) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma

correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (Filho e Júnior, 2009).

Na Eq. (2) definimos $\langle Ri \rangle$ como a média dos retornos obtidos na Eq. (1). Dessa forma, $\langle RiRj \rangle$ pode ser entendido como a média de Ri , somado à média de Rj , dividido por dois, ou seja, a média da soma das médias do retorno logarítmico das duas ações correspondentes. O coeficiente de correlação de Pearson é calculado entre todos os pares de ações da nossa base de dados.

1.4 Cálculo da distância entre as arestas do grafo:

Para que um gráfico seja gerado tendo como base o coeficiente de correlação, é necessário realizar o cálculo da distância das duas ações. Segundo Gower (1966), a distância métrica entre um par de ações pode ser determinada por:

$$d_{i,j} = \sqrt{2(1 - C_{i,j})} \quad (3)$$

Sendo $C_{i,j}$ o retorno calculado em (2). Dessa maneira, caso a correlação seja -1, a distância será igual a 2 (máxima), já no caso da correlação ser igual a 1, a distância é 0 (mínima). Penaliza-se, assim, ações com intercorrelações negativas, retirando-as da comunidade (Barbi e Prata, 2017).

1.5 Árvore Geradora Mínima:

A Árvore geradora mínima é responsável por conectar todos os nós de um determinado grafo utilizando $n-1$ arestas, garantindo assim que não haja laços no grafo. Todas as etapas realizadas até agora foram necessárias para que a árvore geradora mínima, também chamada de MST, em inglês Minimum Spanning Tree, seja calculada.

Existem diversas implementações da MST, a utilizada no presente artigo foi desenvolvida por Kruskal (1964) e consiste em receber uma listagem ordenada de todas as áreas e distâncias entre os nós, realizar a leitura desses valores e apenas adicionar à árvore as arestas que façam a ligação entre nós que ainda não estão na árvore e, caso já estejam, possuam a distância mínima. Dessa forma, um único objetivo será gerado, contendo apenas as arestas que ligam os nós um com os outros e que possuem a menor distância. A partir dessa etapa é possível visualizar as ações que estão mais próximas as outras e também quais ações podem ser chamadas de “influenciadoras” do movimento acionário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente artigo foi explorada a possibilidade de correlacionamento e visualização de ativos financeiros utilizando a teoria dos grafos. Através da metodologia aplicada, foi possível gerar uma rede onde cada nó representa uma ação e as arestas representam o relacionamento entre elas. Esta implementação se mostrou extremamente eficiente, uma vez que apresenta de forma gráfica a ligação entre diversos ativos do setor financeiro brasileiro no ano de 2016, permitindo assim que demais fatores sejam analisados no momento da escolha de um determinado investimento.

Após a aplicação da metodologia e algoritmos citados na seção anterior, foi gerada uma árvore com 167 nós e 166 arestas, esses dados foram então processados pelo software Gephi, específico para visualização e análise de grafos. Os dados também foram separados em categorias e, como o trabalho em questão busca compreender os fatores que influenciam as empresas petrolíferas brasileiras, foi realizada uma análise dos ativos que estão mais correlacionados com as empresas do setor em questão.

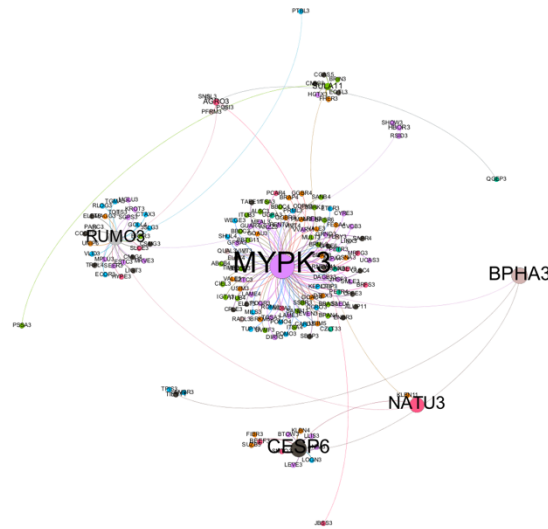


Fig 2. Representação do correlacionamento entre as ações brasileiras no ano de 2016

Na Figura 1 podemos verificar o resultado dos procedimentos descritos na metodologia. Após toda a extração, organização e modelagem dos dados, foi possível gerar um grafo onde os nós são os ativos presentes em todos os dias de cotação e as arestas são representadas pelas ações que possuem a menor distância entre si. Podemos entender por exemplo, que a ação RUMO3 (Rumo S.A.) está ligada diretamente à NATU3 (Natura Cosméticos S.A.), fato que pode ser considerado intrigante, uma vez que uma delas pertence ao setor ferroviário e a outra ao setor de produtos de uso pessoal, demonstrando assim a necessidade de uma análise ainda mais aprofundada das informações encontradas. Como pode ser visto na Figura 2, ao analisarmos as empresas petrolíferas, podemos perceber que elas estão ligadas a basicamente duas ações: MYPK3 (Iochpe Maxion S.A.) e AGRO3 (Brasilagro Campanian). A correlação entre AGRO3 e QGEP3 (Qgep Participações S.A.) também pode ser considerada como não esperada, uma vez que uma delas pertence ao segmento de agropecuária e a outra ao segmento de exploração, refino e distribuição de petróleo. Já o correlacionamento entre MYPK3, UGPA3 (Ultrapar Participações S.A.), PETR3 (Petróleo Brasileiro S.A.), CSAN3 (Cosan S.A.), PETR4 (Petróleo Brasileiro S.A.) e CZLT33 (Cosan S.A.) pode ser entendido, já que a empresa IOCHPMAXION é do segmento de automóveis.

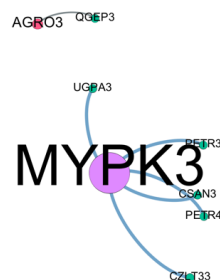


Fig 3. Relação entre as empresas do setor petrolífero

É importante ressaltar que o trabalho aqui apresentado levou em conta apenas fatores relacionados ao movimento dos ativos financeiros, desprezando influência do dólar, preço do barril de petróleo, entre outros, portanto foi possível verificar apenas quais ações possuem um comportamento parecido, mesmo que não façam parte do mesmo segmento, porém apenas com os dados analisados não foram encontrados demais fatores que possam influenciar o mercado das empresas petrolíferas brasileiras. A análise apresentada é de extrema relevância, uma vez que apresenta empresas de ramos de atividades diferentes, porém que possuíram um mesmo movimento ao longo do ano de 2016. A existência desse correlacionamento pode auxiliar os investidores nas tomadas de decisões, resultando assim em mais lucro nas operações.

TRABALHOS FUTUROS

Para de fato encontrar os fatores que influenciam o movimento acionário será necessário analisar uma gama maior de dados, para isso, a primeira solução será aplicar a mesma metodologia para todos os ativos da Bovespa a partir do ano de 1986. Com isso será possível obter uma quantidade maior de empresas correlacionadas e utilizar também dados referentes às cotações de diferentes commodities para auxiliar a análise. Com os dados em questão também é possível realizar a busca por padrões de movimento acionário das empresas brasileiras, auxiliando assim a preparação para futuros acontecimentos. O entendimento e compressão do mercado financeiro utilizando técnicas computacionais auxilia na tomada de decisão e facilita o trabalho diário realizado por analistas e investidores.

REFERÊNCIAS

- Barabasi, A. L., 2017. Network Science. Disponível em: <<http://barabasi.com/networksciencebook/>> Acesso em: 27 de Agosto de 2017.
- Barbi, A. Q., Prata, G. P., 2017. Escalonamento multidimensional baseado em redes de árvore geradora mínima como proposta à análise e visualização de dados: uma investigação sobre as ações brasileiras. VI Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM 2017).
- Berenstein, P. L.; Damodaran, A., 2000. Administração de investimentos. Porto Alegre: Bookman.
- BM&F Bovespa, 2017. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/institucional/imprensa/ultimos-releases/nasce-a-b3-uma-empresa-de-infraestrutura-de-mercado-financieiro-de-classe-mundial.htm> Acesso em: 27 de Junho de 2017.
- Bonanno, G., Caldarelli, G., Lillo, F., Micciche, S., Vandewalle, N., & Mantegna, R. N., 2004. Networks of equities in financial markets. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 38(2), 363-371.
- Bonanno, G., Lillo, F., & Mantegna, R. N., 2001. Levels of complexity in financial markets. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 299(1), 16-27.
- Filho, D. B. F., & Junior, J. A. S., 2009. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Revista Política Hoje-ISSN: 0104-7094, 18(1).

- Gower, J. C., 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53(3-4), 325-338.
- Kruskal, J. B., 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1):1-27.
- Lima, L. S., Bezerra, E., & Attias, T., 2009. Uma aplicação da teoria de grafos em redes complexas: estudo de caso do mercado de ações da Bovespa.
- Neto, A. A., 2000. Mercados financeiros. 4.ed. Sao Paulo: Atlas.
- Newman, M. E., 2003. The structure and function of complex networks. *SIAM review*, 45(2), 167-256.
- Noronha, M., 1995. Análise técnica: teorias e ferramentas. Rio de Janeiro: Editora de Livros Técnicos.
- PiScience, 2017. Python: O que é? Por que usar?. Disponível em: <<http://pyscience-brasil.wikidot.com/python:python-oq-e-pq>> Acesso em: 28 de Junho de 2017.
- Santiago, Emerson., 2011. BM&F Bovespa. Disponível em:<<http://www.infoescola.com/economia/bmf-bovespa/>> Acesso em: 27 de Junho de 2017.