



MBA
USP
ESALQ

Título do Trabalho de Conclusão de Curso

NOME DO ALUNO: WANDERLEI JOSÉ BOLZAN

NOME DO ORIENTADOR: PROF. MARCOS DOS SANTOS

Apresentação

- Objetivo
- Contextualização do problema
- Apresentação do método Mult-Critério MAIRCA
- Explicação dos critérios a serem analisados:
Rentabilidade, Risco, Volatilidade, Liquidez
- Abordagem referente aos recursos utilizados na linguagem R, para manipular os dados

Objetivo

O objetivo dessa pesquisa é adquirir séries temporais de séries históricas ou atuais do site da bovespa, através dos recursos da linguagem R, como os comandos `yf()` e o `getSymbols()`.

Através dessas informações adquiridas da API bovespa, serão criados índices tais como:

- Índices de Retorno, para que seja possível validar que esses ativos deram como resultado em sua série histórica
- Obter os índices que serão usados como critérios no método MAIRCA que são: Rentabilidade, Risco, Volatilidade e Liquidez

Uma vez obtidas essas informações, será possível executar o método MAIRCA, para se obter um ranking de desempenho, e tomar uma decisão de compra.

Contextualização do Problema

Conforme comentado na parte inicial desse TCC, temos: onde observamos no item Introdução que: Ao longo do século XX, e início de XXI ocorreram outras crises globais, das quais os principais motivos para essas crises foram por, fraude (corrupção), má gestão, guerras, como o que ocorreu nos Estados Unidos, que provocou falência de grandes bancos e contaminou o mundo todo, o calote da Argentina com relação ao não pagamento de sua dívida externa, etc.

Apresentação do método Mult-Critério

De acordo com o que foi abordado nessa pesquisa, temos os passos necessários para a obtenção das matrizes que são pré-requisitos para a geração do ranking de opções, esses passos foram retirados dos artigos:

▶ An integrated approach for fuzzy failure modes and effects analysis using fuzzy AHP and fuzzy MAIRCA Soumava Boral^{a,b}, Ian Howard^{b,c}, Sanjay K. Chaturvedi^a, Kristoffer McKee^b, V.N.A. Naikan^a.

▶ MultiAtributive Ideal-Real Comparative Analysis (MAIRCA) Capitão-Tenente Arthur Pinheiro de Araujo Costa Mestrando em Sistemas em Computação -IME

▶ Passos previstos para obtenção do MAIRCA

- ▶ Passo1: Determinar a Matriz de Decisão;
- ▶ Passo2: Definição de preferências para a escolha de alternativas PA_i ;
- ▶ Passo3: Determinar a Matriz de Decisão Teórica (T_p);
- ▶ Passo4: Determinar a Matriz de Decisão Real (T_r);
- ▶ Passo5: Determinar a Matriz de Decisão do Gap (G); e
- ▶ Passo6: Ranqueamento das alternativas.

Apresentação da Matriz de Decisão – Carteira

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|---------|---------------|--------------|----------|
| Ativos | Custo | Lucro | Custo | Lucro |
| | risco | rentabilidade | volatilidade | liquidez |
| ALPA4.SA | -0.0724 | -0.0027 | 0.5066 | -0.0809 |
| MGLU3.SA | -0.1049 | 0.0020 | 0.8132 | -0.0061 |
| AMER3.SA | -0.1006 | 0.0015 | 0.9168 | -0.0505 |
| CEAB3.SA | -0.0858 | 0.0013 | 0.5595 | -0.0057 |
| LREN3.SA | -0.0560 | -0.0050 | 0.3401 | -0.1099 |
| AMAR3.SA | -0.0866 | 0.0023 | 0.4993 | -0.0144 |

Passo 2 - Definição de preferências para a escolha de alternativas PAi

| Matriz de decisão normalizada | | | | |
|-------------------------------|--------|---------------|--------------|----------|
| Ativos | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | risco | rentabilidade | volatilidade | liquidez |
| ALPA4.SA | 1.4493 | 1.8327 | 0.6714 | 1.3581 |
| MGLU3.SA | 1.0000 | -2.4530 | 0.4183 | 18.1277 |
| AMER3.SA | 1.0429 | -3.2028 | 0.3710 | 2.1755 |
| CEAB3.SA | 1.2226 | -3.9537 | 0.6079 | 19.4142 |
| LREN3.SA | 1.8711 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| AMAR3.SA | 1.2112 | -2.1738 | 0.6812 | 7.6481 |

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}} & \text{if } j \in \mathcal{B} \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}} & \text{if } j \in \mathcal{H} \end{cases}$$

Para se obter esse índice, que deve ser gerado através da fórmula: $P_{A_i} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^m P_{A_i} = 1, i = 1, 2, \dots, m$ dessa forma temos: 1/6 portanto teremos: 0,16

Passo3: Determinar a Matriz de Decisão Teórica (Tp)

| Lucro | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
|---------|---------------|--------|--------------|----------|
| Valor | Rentabilidade | Risco | Volatilidade | Liquidez |
| 0,02996 | 0,1717 | 0,0478 | 0,0955 | 0,0644 |

Uma vez obtidos os índices, temos condições de criar a matriz de decisão Real e para isso, temos as fórmulas a serem seguidas como constam o presente artigo:

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \right)$$

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_j^{\max}}{x_j^{\min} - x_j^{\max}} \right)$$

$$T_r = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ t_{r11} & t_{r12} & \dots & t_{r1n} \\ t_{r21} & t_{r22} & & t_{r2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{rm1} & t_{rm2} & \dots & t_{rmn} \end{bmatrix}$$

Matriz de Decisão Real

| Matriz de decisão Real (Tr) | | | | |
|-----------------------------|--------|---------------|--------------|----------|
| Ativos | Custo | Lucro | Custo | Lucro |
| | risco | rentabilidade | volatilidade | liquidez |
| ALPA4.SA | 0.0020 | 0.0183 | 0.0461 | 0.0102 |
| MGLU3.SA | 0.0061 | 0.0568 | 0.0117 | 0.0366 |
| AMER3.SA | 0.0056 | 0.0530 | 0.0000 | 0.0209 |
| CEAB3.SA | 0.0037 | 0.0506 | 0.0402 | 0.0367 |
| LREN3.SA | 0.0000 | 0.0000 | 0.0648 | 0.0000 |
| AMAR3.SA | 0.0038 | 0.0590 | 0.0469 | 0.0337 |

Memorial de Cálculos

Obtenção dos Pesos

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k}$$

| Pesos de cada critério | |
|------------------------|--------|
| W1 | 0.1303 |
| W2 | 0.3211 |
| W3 | 0.3438 |
| W4 | 0.2047 |

Formula 1 – Quadro 1, quando o critério maximiza o lucro, Temos:

= \$D\$15*(D5-MÍNIMO(\$D\$5:\$D\$10)) /
(MÁXIMO(\$D\$5:\$D\$9)- MÍNIMO(\$D\$5:\$D\$9))

Formula 2 – Quadro 1, quando o critério minimiza o lucro, Temos:

= \$G\$15*(G5-
(MÁXIMO(\$G\$5:\$G\$10)))/(MÍNIMO(\$G\$5:\$G\$9)-(MÁXIMO(\$G\$5:\$G\$9)))

- Nota 1 – Esse mesmo processo de ocorrer para cada critério, de cada linha.
- Nota 2 – Para calcular a matriz (TP), é necessário obter os pesos de cada critério, portanto, usa – se o critério que se deseja calcular e divide – se pelo índice PAI.

Passo 5: Determinar a Matriz de Decisão do Gap(G)

| Matriz de decisão do Gap (G = Tp - Tr) | | | | |
|--|--------|---------------|--------------|----------|
| Ativos | risco | rentabilidade | volatilidade | liquidez |
| ALPA4.SA | 0.0041 | 0.0406 | 0.0187 | 0.0265 |
| MGLU3.SA | 0.0000 | 0.0021 | 0.0532 | 0.0001 |
| AMER3.SA | 0.0005 | 0.0060 | 0.0648 | 0.0158 |
| CEAB3.SA | 0.0024 | 0.0084 | 0.0247 | 0.0000 |
| LREN3.SA | 0.0061 | 0.0590 | -0.0059 | 0.0367 |
| AMAR3.SA | 0.0023 | 0.0000 | 0.0120 | 0.0031 |

Para compor esta tabela, temos que seguir a fórmula abaixo:

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{p11} - t_{r11} & t_{p12} - t_{r12} & \dots & t_{p1n} - t_{r1n} \\ t_{p21} - t_{r21} & t_{p22} - t_{r22} & \dots & t_{p2n} - t_{r2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{pm1} - t_{rm1} & t_{pm2} - t_{rm2} & \dots & t_{pmn} - t_{rmn} \end{bmatrix}$$

Em outras palavras, essa fórmula é a diferença de cada critério da matriz(TP), pelo valor de cada elemento da matriz(TR)

Passo 6: Ranqueamento das alternativas

Para compor esta tabela, temos que seguir a fórmula abaixo:

- Basta somar as linhas para cada critério da matriz (Gap)

| Somatório dos Gaps (Qi) | | Rank |
|-------------------------|--------|------|
| ALPA4.SA | 0.0899 | 2 |
| MGLU3.SA | 0.0554 | 4 |
| AMER3.SA | 0.0872 | 3 |
| CEAB3.SA | 0.0354 | 5 |
| LREN3.SA | 0.0959 | 1 |
| AMAR3.SA | 0.0174 | 6 |

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 1 - Criação do Banco de dados do Projeto (DataSet)

- **Cria - se um data frame, através da função `yf()` do R e incorporando as ações que fazem parte da matriz: Acoes**
- **Transformar esse data frame num table, chamado: pesquisa.**

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- **risco** - Para criar essa informação foi usado como ponto de partida a variável `price_adjusted`. E no que diz respeito ao risco foi usada a função da linguagem R, denominada `sd()` que corresponde ao desvio padrão. Portanto, através do Script R abaixo, cria-se a informação risco.
- Atribuindo a coluna risco para a base pesquisa, criando através da função `sd()` o Desvio padrão, "entendido como media de Risco a partir da coluna - `price_adjusted`.
`pesquisa[, risco := sd(price_adjusted), by = ticker]`

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- **risco** - Para criar essa informação foi usado como ponto de partida a variável `price_adjusted`. E no que diz respeito ao risco foi usada a função da linguagem R, denominada `sd()` que corresponde ao desvio padrão. Portanto, através do Script R abaixo, cria-se a informação risco.
- Atribuindo a coluna risco para a base pesquisa, criando através da função `sd()` o Desvio padrão, "entendido como media de Risco a partir da coluna - `price_adjusted`.
`pesquisa[, risco := sd(price_adjusted), by = ticker]`

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- **rentabilidade -** Para calcular a rentabilidade de um determinado ativo, deve - se antes obter os retornos gerados por ele, ou seja, a quantidade de receita que esse ativo gerou na linha do tempo. Abaixo pode - se observar o Script R responsável por obter os retornos de um determinado ativo gerando como output um data frame denominado Ret que contém índices que correspondem ao percentual de rendimento, podendo ser +, caso houve rendimento, - caso seu valor de venda tenha sido menor ao seu valor de compra.

Abaixo, podemos observar uma pequena amostra dos dados que são gerados

através do script abaixo:

```
Ret <-data.frame(retorno(pesquisa))
```


Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- **FUNÇÃO retorno**
 retorno = function(Df){
 ret <- Df %>%
 Cl() %>%
 log() %>%
 diff()
 return(ret)
 }

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- Volatilidade

Para obter o cálculo desse índice, foi usada a função do R chamada: `ugarchspec()`, que segundo a documentação, diz respeito a uma especificação GARCH univariada. A especificação GARCH, trata - se de um modelo de previsão de volatilidade. Uma vez aplicado esse conceito presente no script R, o objeto `DF_gspeg`, criado:

```
DF_gspeg <- ugarchspec(mean.model = list(armaOrder =  
c(0,0)),variance.model=list("sGARCH"), distribution.model = "norm")
```

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- **Volatilidade**

Na sequência, cria - se um novo objeto, chamado Df_gfit, através da função do R: ugarchfit(), que na sua documentação diz respeito ao ajuste GARCH univariado.

`Df_gfit <- ugarchfit(data = Ret, spec = DF_gspec).`

Observa - se que, foi passado para função para popular o parâmetro data, o data frame Ret, criado anteriormente, que faz uso dos retornos das ações, e o parâmetro spec, que recebe o objeto criado anteriormente que faz referência ao modelo GARCH.

Algoritmo R para obter e processar às informações e obter a Matriz de decisão

Etapa – 2- Criação das colunas(Critérios)

- **Volatilidade**

Após definir esses objetos, então, cria-se a variável volat, contendo os índices de volatilidade através do script:

`volat <- sigma(Df_gfit) * sqrt(252)`

A função sigma() do R, de acordo com a sua documentação, é usada para, extrair o desvio padrão residual, e no caso do sqrt(252), significa que se trata de um desvio anual. Portanto, o objeto volat, criado anteriormente, contém a volatilidade.