**Quarto Trabalho de Econofísica**

**Primeiro semestre de 2013**

**Prof. Carlos Lenz Cesar**

Para as próximas questões utilize a planilha “**Bovespa 2012.xlsm”** com cotações diárias de 66 ações da BOVESPA no período de dois anos começando em 03/01/2012 até 26/10/2012.

1. Calcule a matriz de correlação entre as 66 ações disponibilizadas. Com a matriz de correlação calcule a matriz de distância entre as mesmas. Use essa matriz no PAJEK para recolocar o arquivo .net na forma de edges sem repetição e o copie de volta para sua planilha excel. Use um macro em VBA para montar a Minimum Spanning Tree dessas ações. Use esse resultado no PAJEK para desenhar a MST entre as ações. Os arquivos .clu e .vec estão disponíveis na planilha. Após a devida energização da rede copie a figura gerada com [shift] print screen e cole a figura na sua planilha excel.
2. Calcule a matriz de correlação entre as 37 ações disponibilizadas. Encontre todos os autovalores dessa matriz e os organize do maior para o menor. Encontre todos os autovetores correspondentes aos autovalores ordenados. Use a função sign nas componentes dos autovetores 2, 3 e 4 (correspondentes aos autovalores ,  e  sendo ) para definir se as mesmas são positivas ou negativas. Usando os sinais dessas 3 componentes e o sort quebre as ações em 8 clusters do tipo: . Pinte cada cluster de uma cor.
3. Usando a planilha dada calcule a matriz de variância-covariância  das 66 ações. Com essa matriz encontre a fronteira eficiente no modelo de Markowitz resolvendo o problema de otimização dado por: Minimizar sujeito às restrições ,  e , para vários valores de  no intervalo . Use o SOLVER e monte uma rotina em VBA para calcular todos os pontos da fronteira. Faça um gráfico da fronteira eficiente contendo também os pontos  de cada ação. Faça um gráfico dos portfólios de Markowitz em função de .
4. Modelo CAPM. Use os resultados da curva  da fronteira eficiente de Markowitz para encontrar a Sharpe Ratio em cada um dos pontos da fronteira utilizando um retorno de renda fixa de . Encontre o máximo da Sharpe ratio e trace a reta da Capital Market Line. Encontre o portfólio de mercado no ponto de tangencia. Com os log-retornos de cada ação calcule o log-retorno dia a dia e o log-retorno médio e a variância do portfólio de mercado. Para cada ação calcule a covariância de cada uma delas com o portfólio de mercado. Faça um gráfico de pontos do log-retorno médio de cada ação vs a covariância da mesma com o portfólio de mercado. Inclua no mesmo gráfico a reta da Security Market Line [SML] dada por .
5. Usando a mesma planilha da questão (10) calcule: (a) a matriz de variância-covariância ; (b) ; (c) a matriz ; (d) a matriz ; e (e) a matriz  das 37 ações. Use o resultado  para encontrar a fronteira eficiente de Black para os mesmos da questão (10). Calcule os portfólios de Black utilizando o resultado  para cada . Faça um gráfico da fronteira eficiente de Black contendo também os pontos  de cada ação. Faça um gráfico dos portfólios de Black em função de .
6. Repita os problemas (1) e (2) calculando os portfólios de semi-variância de Markowitz, , para os mesmos valores de  do problema (1). Faça um gráfico dos portfólios de semi-variância em função de .
7. Repita o problema (1) calculando os portfólios de máxima entropia para os mesmos . Faça um gráfico dos portfólios de máxima entropia em função de .
8. Repita o problema (1) de Markowitz mas agora inlcuindo o risk-budgeting limitando o risco de cada ativo entre .
9. Para analisar a robustez de todas as técnicas acima de diversificação de portfólio divida todo o período de cotações em duas partes iguais. Use a primeira para calcular as fronteiras eficientes e os portfólios da fronteira. Mantenha o portfólio escolhido no primeiro período fixo e calcule o log-retorno médio e o desvio padrão dos mesmos no segundo período. Compare as fronteiras esperadas com os resultados obtidos.
10. Para analisar a robustez das suposições dos modelos de fronteira eficientes, ou seja, de que o passado é um bom estimador do futuro, faça um gráfico de dispersão dos log-retornos médios do segundo período contra os do primeiro período. Trace uma reta de tendência incluindo o valor de R2 no gráfico. Repita para todos os elementos da matriz de covariância no primeiro e segundo período. Faça o mesmo tipo de gráfico apenas com os elementos da diagonal da matriz de covariância, ou seja, as variâncias, e com apenas os elementos fora da diagonal.
11. Trace as fronteiras eficientes usando a matriz de covariância do primeiro período mas utilizando os retornos do segundo período. Repita usando agora os retornos do primeiro período e a matriz de covariância do segundo período. Compare os resultados e perceba que a suposição mais crítica é de que os retornos do primeiro período são boas estimativas para os retornos do segundo período, mas que a matriz de covariância é muito mais robusta.
12. Use a técnica dos autovalores para “limpar” [extrair ruídos] da matriz de covariância e compare as matrizes dos dois períodos após a limpeza.
13. Utilizando método de decomposição de Cholesky gere 1000 pontos de 20 ativos com uma matriz de covariância dada e com os log-retornos definidos e repita o procedimento de comparar períodos com os portfólios de Markowitz e Black. Nesse caso estamos obrigando que os log-retornos médios se mantenham.

Apêndice 1: Macro da MST

Sub MST()

'

' MST Macro

' Minimum Spanning Tree

'

' Keyboard Shortcut: Ctrl+Shift+M

'

' Estabelece as linhas em que a macro será aplicado e o LOOP da MACRO:

For Row = 5 To 68

' Seleciona o intervalo do sort

Range(Cells(Row, "B"), Cells(2148, "G")).Select

' Processa o sort

Selection.Sort Key1:=Range(Cells(Row, "D"), Cells(2148, "D")), Order1:=xlDescending, Key2:=Range(Cells(Row, "G"), Cells(2148, "G")), Order2:=xlAscending, Header:=xlGuess, OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, DataOption1:=xlSortNormal, DataOption2:=xlSortNormal

' Seleciona o intervalo a ser movimentado

Range(Cells(Row, "E"), Cells(Row, "G")).Select

' Movimenta o intervalo selecionado

Selection.Cut Destination:=Range(Cells(Row, "J"), Cells(Row, "L"))

' Seleciona o intervalo a ser apagado

Range(Cells(Row, "B"), Cells(Row, "D")).Select

' Apaga o intervalo selecionado

Selection.ClearContents

' Procedendo para linha seguinte:

Next Row

End Sub

Apêndice 2: Macro de Markowitz

Sub Markowitz()

'

' Markowitz Macro

' Encontrar fronteira eficiente de Markowitz

'

' Keyboard Shortcut: Ctrl+Shift+M

'

' Estabelece as linhas em que o SOLVER será aplicado e o LOOP da MACRO:

For Row = 7 To 57

' Para limpar o SOLVER:

SolverReset

' Estabelecendo as duas restrições:

SolverAdd CellRef:=Cells(Row, "EK"), Relation:=2, FormulaText:="0"

SolverAdd CellRef:=Cells(Row, "EL"), Relation:=2, FormulaText:="0"

' Estabelecendo os parâmetros do SOLVER - especialmente a restrição de x ser positivo

SolverOptions MaxTime:=10000, Iterations:=10000, Precision:=0.00000001, AssumeLinear:=False, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=1, SearchOption:=1, IntTolerance:=5, Scaling:=False, Convergence:=0.000001, AssumeNonNeg:=True

' Definindo quem é a célula alvo, que deve ser minimizada (2) através da variação de que células

SolverOk SetCell:=Cells(Row, "EM"), MaxMinVal:=2, ValueOf:="0", ByChange:=Range(Cells(Row, "BW"), Cells(Row, "EJ"))

' Os dois comandos a seguir são importantes para que o MACRO não fique perguntando em cada passo se a solução está boa

SolverFinish keepFinal:=1

SolverSolve userFinish:=True

' Para copiar os valores obtidos no passo anterior:

Range(Cells(Row, "BW"), Cells(Row, "EJ")).Select

Selection.AutoFill Destination:=Range(Cells(Row, "BW"), Cells(Row + 1, "EJ")), Type:=xlFillDefault

' Procedendo para linha seguinte:

Next Row

End Sub

Apêndice 3: Macro de Black

Sub Black()

'

' Black Macro

' Fronteira eficiente de Black

'

' Keyboard Shortcut: Ctrl+Shift+B

'

' Estabelece as linhas em que o SOLVER será aplicado e o LOOP da MACRO:

For Row = 66 To 116

' Para limpar o SOLVER:

SolverReset

' Estabelecendo as duas restrições:

SolverAdd CellRef:=Cells(Row, "EK"), Relation:=2, FormulaText:="0"

SolverAdd CellRef:=Cells(Row, "EL"), Relation:=2, FormulaText:="0"

' Estabelecendo os parâmetros do SOLVER - especialmente a restrição de x ser positivo

SolverOptions MaxTime:=10000, Iterations:=10000, Precision:=0.00000001, AssumeLinear:=False, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=1, SearchOption:=1, IntTolerance:=5, Scaling:=False, Convergence:=0.000001, AssumeNonNeg:=False

' Definindo quem é a célula alvo, que deve ser minimizada (2) através da variação de que células

SolverOk SetCell:=Cells(Row, "EM"), MaxMinVal:=2, ValueOf:="0", ByChange:=Range(Cells(Row, "BW"), Cells(Row, "EJ"))

' Os dois comandos a seguir são importantes para que o MACRO não fique perguntando em cada passo se a solução está boa

SolverFinish keepFinal:=1

SolverSolve userFinish:=True

' Para copiar os valores obtidos no passo anterior:

Range(Cells(Row, "BW"), Cells(Row, "EJ")).Select

Selection.AutoFill Destination:=Range(Cells(Row, "BW"), Cells(Row + 1, "EJ")), Type:=xlFillDefault

' Procedendo para linha seguinte:

Next Row

End Sub

Apêndice 4: Macro da Entropia

Sub Entropia()

'

' Entropia Macro

' Encontra o multiplicador de Lagrange lambda da maximização da entropia

'

' Keyboard Shortcut: Ctrl+Shift+E

'

' Estabelece as linhas em que o SOLVER sera aplicado e o LOOP da MACRO

For Col = 79 To 106

' limpando o Solver

SolverReset

' definindo a célulo alvo e a célula a ser variada

SolverOk SetCell:=Cells(72, Col), MaxMinVal:=3, ValueOf:="0", ByChange:=Cells(71, Col)

' evitando que o solver fique perguntando se resposta eh boa

SolverFinish keepFinal:=1

SolverSolve userFinish:=True

' copiando valores obtidos no passo anterior

Cells(71, Col).Select

Selection.Copy

Cells(71, Col + 1).Select

ActiveSheet.Paste

' proxima linha

Next Col

End Sub