Terceira lista de exercícios da disciplina de
Finanças Quantitativas e Gerenciamento de Risco

Nome: Cristiano Martins Monteiro
Matrícula: 2019707211

Os códigos estão zipados junto a este arquivo.

Questão 2. *Nesta questão vamos comparar a performance de dois modelos: Markowitz (minimizando variância) e CVaR (Slide 58 de Downside Risk) com α = 5%. Em ambos os modelos, utilize 0.01% (0.0001) como retorno mínimo diário e 15% como peso máximo que um ativo qualquer pode ter no portfólio. Para o Markowitz, calcule μ e Σ através dos dados históricos. Para o CVaR, utilize a matriz de retornos in-sample como cenários (pela minha resolução foram 249 cenários). Para as séries out-of-sample dos dois portfólios:*

(a) Plote um gráfico comparativo com a performance dos portfólios (simulando investimento inicial de R$1) e do índice iBov normalizado para começar de 1.

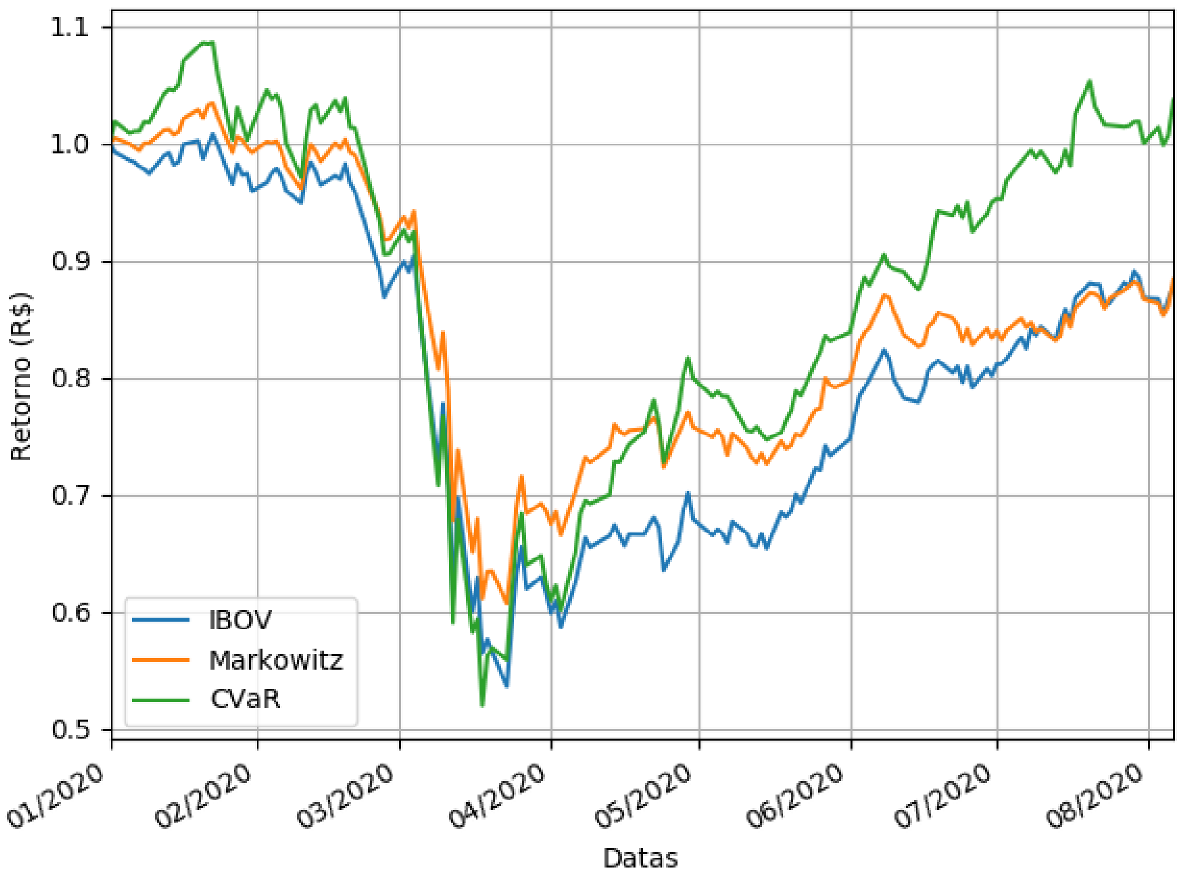

Figura 1 – Performance do IBOV, Markowitz e CVaR no período out-of-sample *(b) Complete a tabela abaixo:*

Portfólio	Retorno esperado	Desvio padrão	CVaR 5%	Sharp ratio	STARR ratio 5%	Drawdown máximo
IBOV	-0,00027	0,03444	-0,09910	-0,00779	-0,00271	-46,81596%
Markowitz	-0,00043	0,02791	-0,08296	-0,01542	-0,00519	-41,30225%
CVaR	0,00098	0,03810	-0,11102	0,02583	0,00887	-52,16494%

O gráfico da Figura 1 e os resultados apresentados na tabela são similares aos apresentados pelo professor na live do dia 15/10/2020. A maior diferença entre os resultados da tabela e os do professor estão na coluna Drawdown máximo do CVaR. Apesar da diferença, eu acredito que os meus resultados também estão corretos.

O que pode ter acontecido é que a solução ótima encontrada pelos solvers que usei (ambos “glpk” e “Ipopt” para o CVaR verificando se as soluções seriam diferentes, usando Pyomo em Python) possui um conjunto diferente de pesos w, gerando uma queda diferente em março no *out-of-sample* da obtida pelo gráfico do professor. Apesar dessa diferença, o valor apresentado na tabela para o Drawdown máximo do CVaR condiz com a queda mais intensa do CVaR no gráfico da Figura 1.

Além da questão 2, eu também resolvi o desafio do final da lista de exercícios.

Desafio. *Considere o modelo de otimização abaixo. O modelo assume, para cada ativo i, um portfólio atual composto por* X_i *ações e proporções desejadas* w_i^* *, encontradas previamente, indicando como devemos dividir o novo portfólio. Considere também* P_i *como o preço atual de* i *e* f *como o custo aplicado a cada transação e expresso como uma porcentagem do valor negociado.*

O modelo utiliza variáveis x_i *indicando quantas ações de* i *teremos após as negociações e* G_i *indicando o valor financeiro gasto para alterarmos a composição de* i *de* X_i *para* x_i *ações. Este modelo garante que gastaremos o mínimo possível nestes custos.*

$$min \sum_{i=1}^{N} G_i$$

$$\text{sujeito a} \quad P_i x_i = w_i^* \left(\sum_{i=1}^{N} X_i P_i - \sum_{j=1}^{N} G_j \right) \qquad i=1,\dots,N$$

$$G_i \geq (x_i - X_i) P_i f \qquad i=1,\dots,N$$

$$G_i \geq (X_i - x_i) P_i f \qquad i=1,\dots,N$$

O modelo inclui apenas custos variáveis (uma porcentagem do valor a ser negociado). Considere que, além do custo variável, temos um custo fixo h *, expresso em moeda, a ser aplicado a cada negociação. Este valor é independente do tamanho da negociação. Altere o modelo acima para que inclua o custo fixo.*

Para incluir os custos fixos das operações será necessário definir uma variável binária H_i para cada ativo i . O somatório dessas variáveis H_i multiplicadas por h é incluído na função objetivo, e para cada ativo é incluída uma restrição multiplicando H_i a um *Big-M*, e comparando o resultado da multiplicação a G_i .

$$min \sum_{i=1}^{N} G_i + \sum_{i=1}^{N} h * H_i$$

sujeito a $P_i x_i = w_i^* \left(\sum_{i=1}^{N} X_i P_i - \sum_{j=1}^{N} G_j \right) \qquad i=1,\ldots,N$

$$G_i \geq (x_i - X_i) P_i f \qquad i=1,\ldots,N$$

$$G_i \geq (X_i - x_i) P_i f \qquad i=1,\ldots,N$$

$$M * H_i \geq G_i \qquad i=1,\ldots,N$$

$$H_i \in \{0,1\} \qquad i=1,\ldots,N$$