

Universidade Federal Fluminense  
LATEC - MBA Eng. Econômica e Financeira



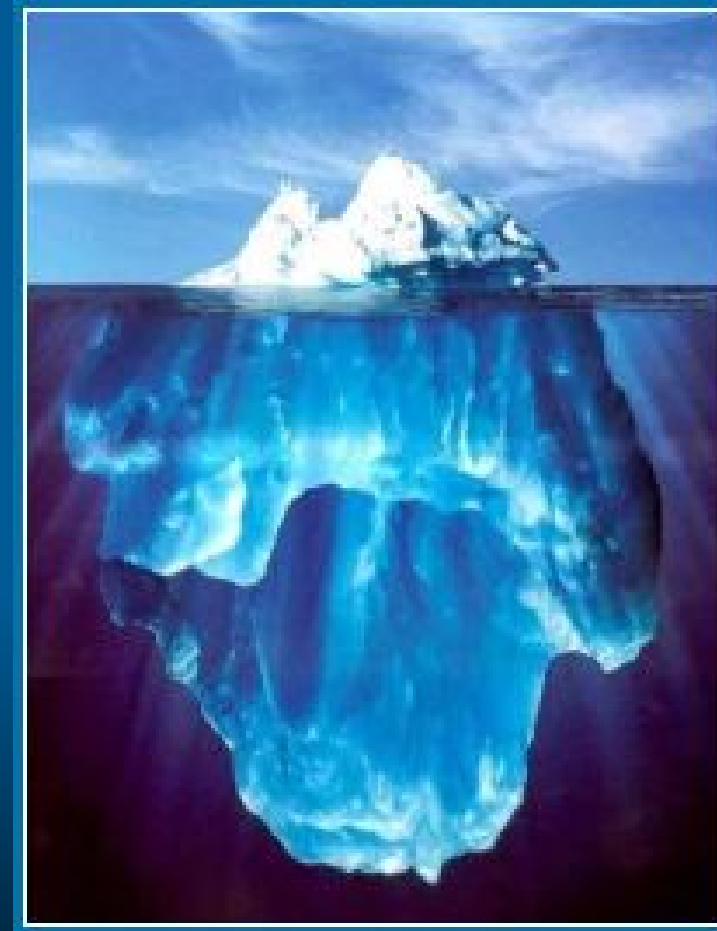
UM BREVE ESTUDO SOBRE O PRÊMIO DE RISCO  
E A APLICAÇÃO DOS MODELOS CAPM SIMPLES  
E APT NO MERCADO DE AÇÕES BRASILEIRO.

Victor Hugo Ribeiro dos Santos

## INTRODUÇÃO

O CAPM é um modelo racional e faz-nos aceitá-lo sem questionamentos. Este trabalho busca instigar certos questionamentos :

1. Será que seus pressupostos são aderentes a complexidade atual de forma confiar nos seus resultados ?
2. Será que o índice de mercado adotado é compatível com a carteira de mercado do CAPM ?
3. O Beta sendo um dado do passado, é um índice confiável para previsões ? E será o beta o índice que reflete todo o risco sistemático para um determinado ativo ?
4. Há alternativas além do CAPM?



## Sumário

1. Breve revisão teórica de risco e retorno em carteiras e dos Modelos CAPM e APT
2. Preocupações quanto ao CAPM e o APT
3. Testes empíricos no Mercado Brasileiro
4. Conclusão, reflexões sobre o Estado-da-Arte dos Modelos CAPM e APT no Mercado Brasileiro.

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

Risco :

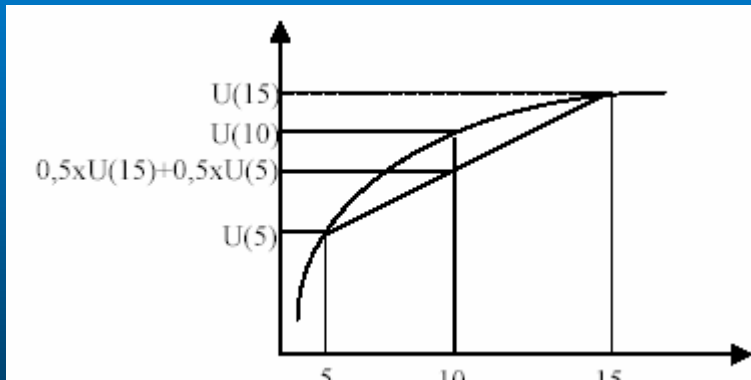
- Volatilidade de resultados inesperados, representa o grau de incerteza a respeito de um evento [Jorion];
- probabilidade de ocorrerem perdas [Gitman]

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

## Graus de Aversão ao Risco

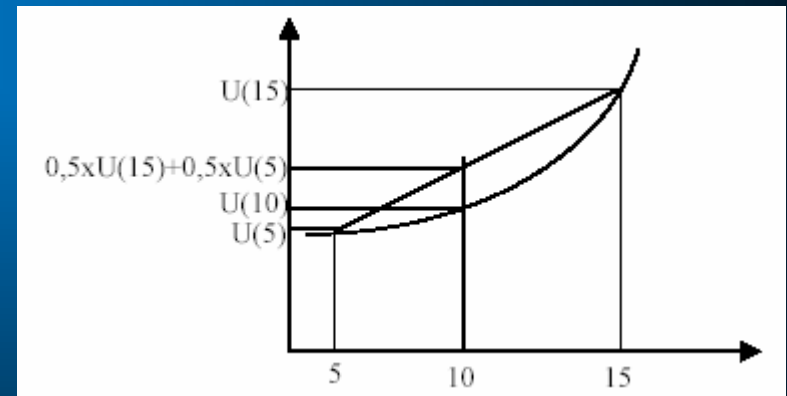
### Funções de utilidade [Varian]

Averso ao risco  
(Côncava)



Prefere a  $E(x)$  de sua riqueza ao apostar

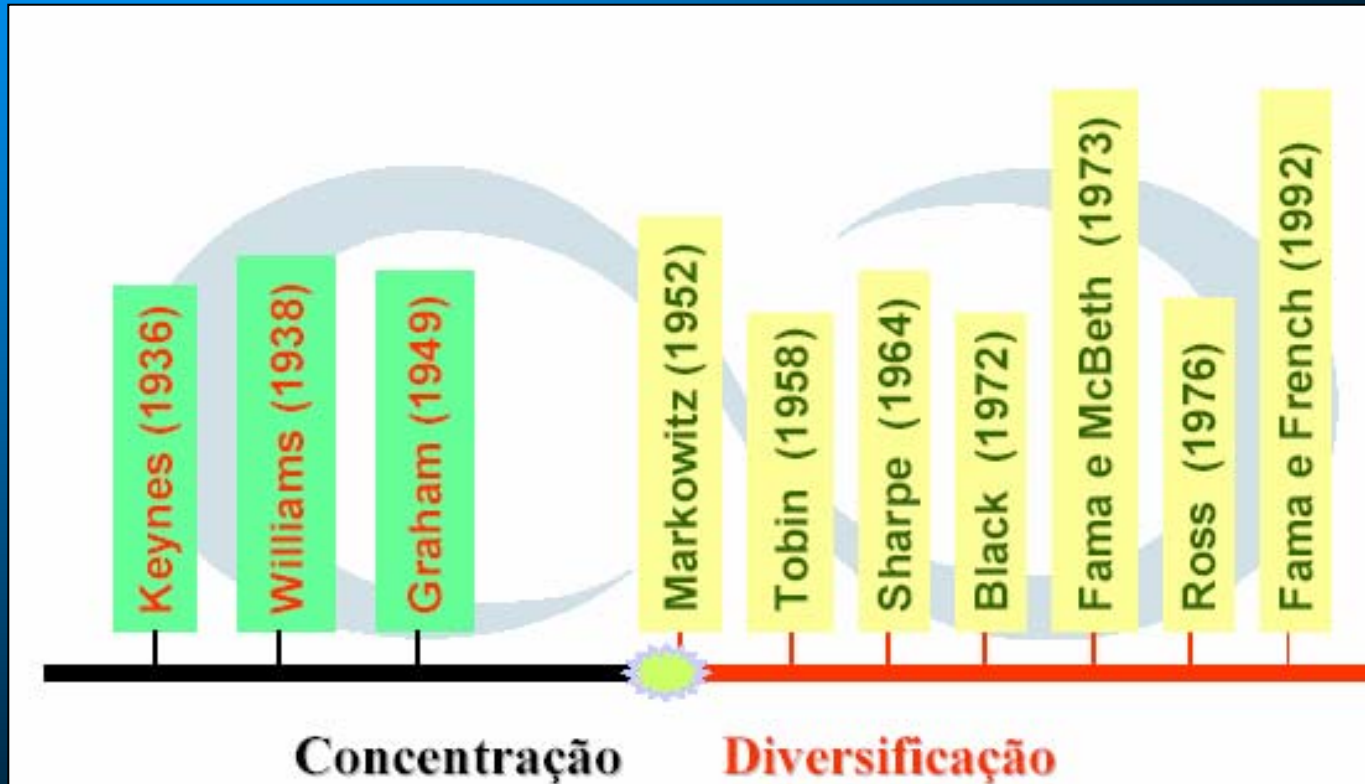
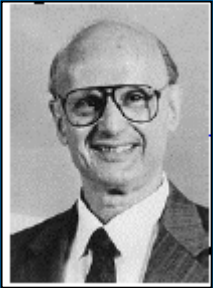
Propenso ao risco  
(Convexa)



Prefere a aposta ao  $E(x)$  de sua riqueza.

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

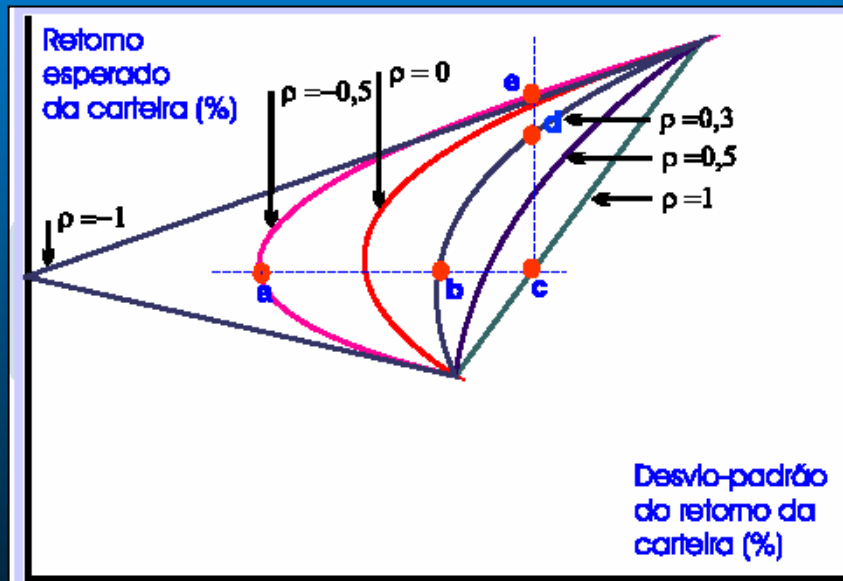
# Trabalho de Markowitz : Quebra de Paradigma



1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

Risco de carteira p/2 ativos :

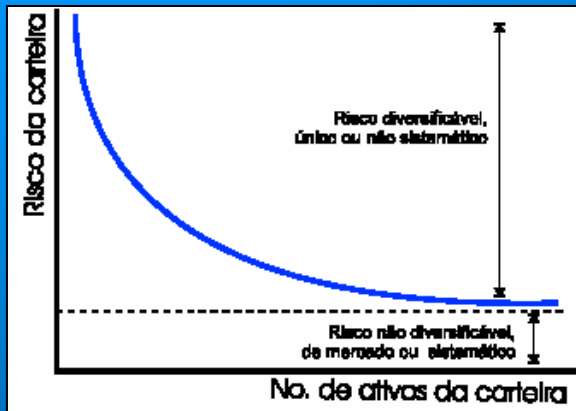
$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_a^2 W_a^2 + \sigma_b^2 W_b^2 + 2W_a W_b \text{cov}(R_a, R_b)}$$



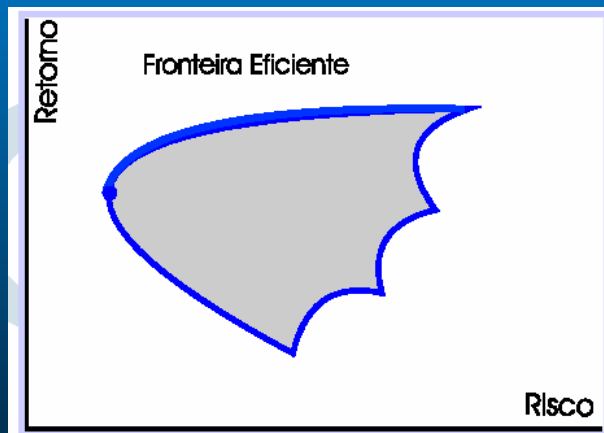
O risco do portfólio resultante é menor que o de cada ativo individualmente considerado .

Teoricamente hedge perfeito  
rho = -1

## 1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

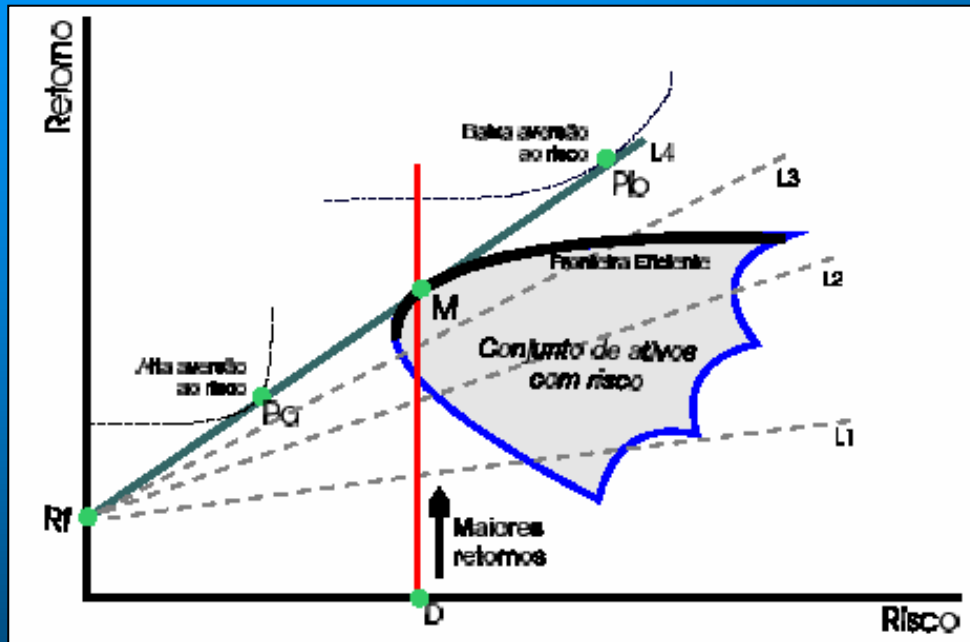


Benefícios da diversificação : Entre 15 e 20 ativos.



Para um dado retorno o investidor espera obter o menor risco, ao passo que assumindo um nível de risco, o investidor espera montar o portfólio que resulte em maior retorno.

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno



Teorema Separação (Tobin):  
Diferentes alternativas de composição de portfólios que levam em conta a aversão do investidor ao risco e/ou sua preferência pela liquidez

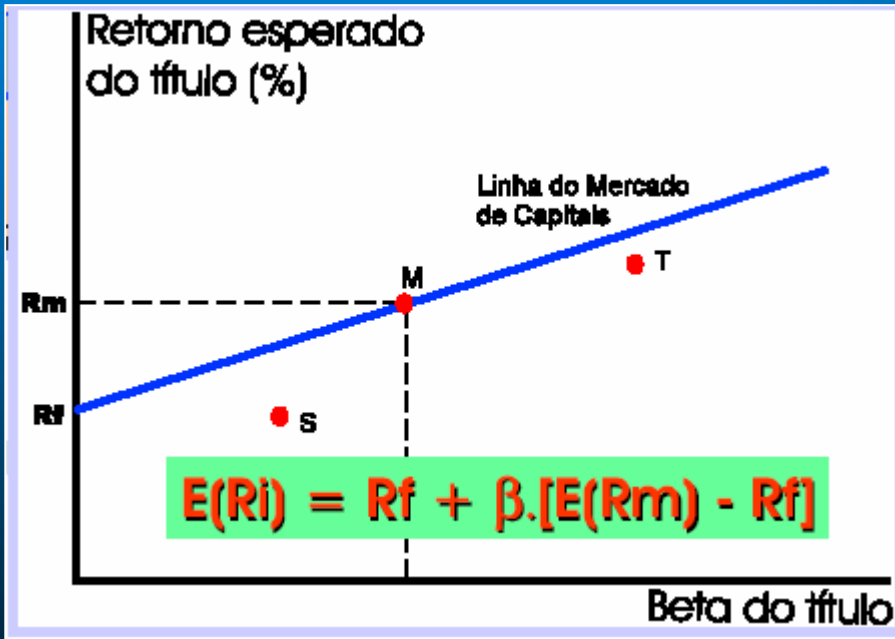
Ponto M: Maximização dos retornos esperados



1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

# Sharpe (1963) CAPM - Capital Asset Pricing Model

## A SML – Linha de Mercado de Títulos

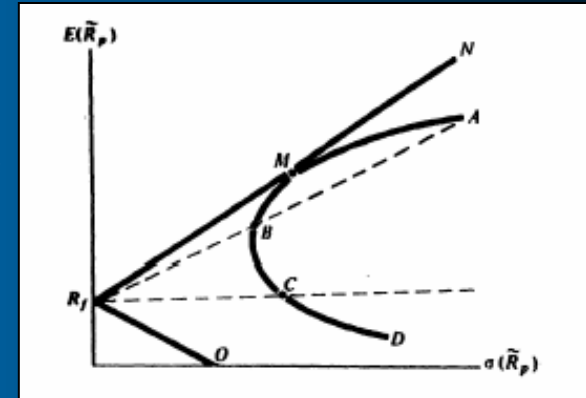


Estabelecimento do modelo de equilíbrio do mercado. Este modelo tenta especificar a relação entre risco e taxas de retornos requeridas sobre ativos eficientemente diversificáveis

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

CML  $\neq$  SML

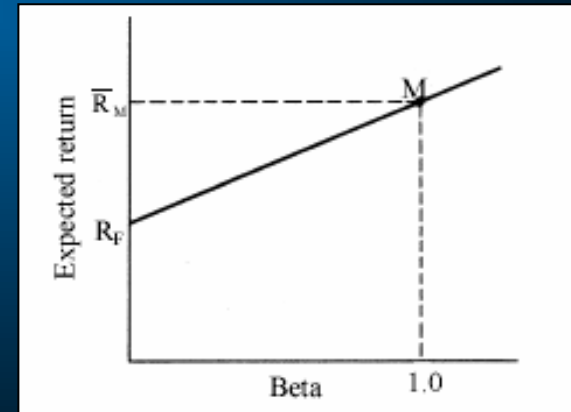
A CML especifica a relação entre risco e retorno para carteiras diversificadas, onde o risco da carteira é medido pelo desvio padrão da Carteira.



A SML mostra a relação Risco Retorno de uma ação individual, sendo seu risco de mercado seu  $\beta$ .

$$\beta = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$$

Onde  $\sigma^2$  é a variância do portfólio de mercado.



## 1 – Breve Revisão Téorica risco e retorno

### Pressupostos CAPM

- I. Não existem custos de transação;
- II. Os ativos são infinitamente divisíveis;
- III. Não existe imposto de renda para pessoas físicas;
- IV. Nenhum indivíduo pode afetar o preço das ações, seja comprando ou vendendo;
- V. Ao tomarem decisões sobre seus portfólios, os indivíduos o fazem levando em conta apenas as condições de risco e retorno;
- VI. Vendas a descoberto são livres;
- VII. Os indivíduos podem, de forma ilimitada, aplicar ou tomar recursos à taxa livre de risco;
- VIII. Todos os investidores possuem expectativas homogêneas e idênticas;
- IX. Todos os ativos são negociáveis.

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

## APT (Arbitrage Pricing Theory) Sthepan Ross 1976

- O APT baseia na hipótese de não arbitragem;
- Alternativa teórica e empírica ao CAPM. (modelo de um fator)
- Requer menos pressupostos que o CAPM
- Pode-se incluir qualquer número de fatores de risco
- Retorno requerido seja em função de mais de um fator.
- Baseia-se numa teoria estatística e matemática complexa
- Amplamente discutido academicamente, mas uso prático limitado

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

Equação equivalente do APT a reta SML do CAPM :

(esta equação permite que o retorno requerido de uma ação seja função de múltiplos fatores)

$$k_{ri} = k_{RF} + (k_1 - k_{RF}) \beta_{i1} + \dots + (k_j - k_{RF}) \beta_{ij}$$



$k_j$  é a taxa requerida de retorno de uma carteira que é sensível somente ao fator econômico  $j$  e tem sensibilidade nula para todos os outros fatores;

$(k_2 - k_{RF})$  é prêmio de risco com relação ao fator econômico  $k_2$  e tem sensibilidade nula para todos os outros fatores.

1 – Breve Revisão Teórica risco e retorno

## APT

Duas suposições específicas do APT e ausentes no CAPM:

- Os investidores concordam sobre fatores importantes
- Não há oportunidades de ganhos de arbitragem sem risco.

## 2 – Preocupações com o CAPM

### Preocupações quanto ao CAPM

#### Questionamentos dos pressupostos:

- As restrições ao ato de tomar emprestado na taxa livre de risco
- A impossibilidade da medição do verdadeiro portfólio de mercado
- Considerações sobre expectativas heterogêneas
- Considerações sobre custos de transação
- Considerações sobre impostos
- Considerações sobre a liquidez dos ativos negociados

## 2 – Preocupações com o CAPM

### Preocupações quanto ao CAPM

Diversos trabalhos foram realizados, sob as metodologias :

- Variáveis Anômalas
- Estabilidade dos Coeficientes Beta
- Inclinação da SML

## 2 – Preocupações com o CAPM

### •Variáveis Anômalas [ Fama & French]

- Explora a ineficiência inata dos mercados
- possível obter maiores retornos sem, aumentar a exposição ao risco;
- Investidores exigiriam maior retorno de ativos com menor liquidez e maiores custos de transação;
- Nem todos os investidores teriam portfolios eficientemente diversificados;
- Hipótese conjunta* : conceitos sobre eficiência dos mercados, psicologia dos investidores e valor do risco se misturam e confundem.

## 2 – Preocupações com o CAPM

### Estabilidade dos Coeficientes Beta [Levy & Blume]

Utilizou-se de betas históricos para prever risco de mercado futuro

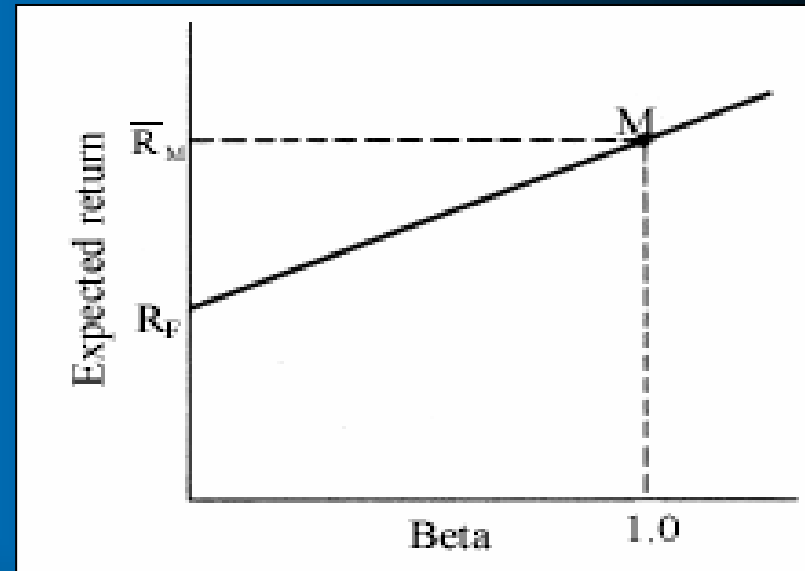
Conclusões :

- O Beta refere-se ao passado, não necessariamente refletir a volatilidade futura;
- Os betas das ações individuais são instáveis e, não são bons estimadores;
- Betas de carteiras com mais de 10 ações são razoavelmente estáveis,

## 2 – Preocupações com o CAPM

### Teste da Inclinação da SML [Fama & Roll]:

Testar a validade do CAPM calculando os betas e as taxas de retorno, colocando no graficos esses valores, e observando se ou não (1) a interção é igual a  $k_{RF}$ , (2) a reta de regressão é linear, e (3) a reta que passa pelo ponto  $b=1, k_M$



Betas históricos podem ou não refletir riscos esperados futuros. Essa falta de dados ex-ante torna extremamente difícil testar o CAPM.[Roll].

## 2 – Preocupações com o CAPM

### Teste da Inclinação da SML [Fama & Roll]:

#### Conclusões :

- Há uma ligeira relação entre os retornos realizados e o risco sistemático. Entretanto a inclinação dessa relação é em geral menor do que a prevista pelo CAPM
- Quando os títulos são introduzidos na análise, eles não se colocam graficamente na SML (e isso é preocupante).

3 – Testes Empíricos CAPM Mercado Brasileiro

Alguns testes empíricos CAPM no Mercado Brasileiro

Bruni - USP

Penteado & Famá – USP (\*)

Nuno et all – COPPEAD (\*)

Bonomo et all - FGV

(\*) Serão suprimidos nesta apresentação devido a limitações de tempo. Mais detalhes observar trabalho escrito.

### 3 – Testes Empíricos CAPM Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bruni (1)

Objetivo : verificar se seria possível constatar uma relação positiva única entre retornos e riscos sistemáticos ou se existiriam outras variáveis significativamente associadas aos retornos das ações analisadas.

Método : Todas as empresas não financeiras existentes disponíveis em março de 1998. As análises fizeram distinção entre ações preferenciais e ordinárias.

### 3 – Testes Empíricos CAPM Mercado Brasileiro

## Trabalho de Bruni (2)

### Resultados :

- Ações com uma maior relação VC/VM apresentaram, significativamente, maiores retornos;
- Ações de empresas mais endividadas apresentaram maiores níveis de retorno;
- Há possibilidade de obtenção de retornos extraordinários com base na compra sistemática de ações preferenciais com uma alta relação entre seu valor patrimonial e de mercado, ou de ações ordinárias com uma alta relação entre ativos totais e valor de mercado.

### 3 – Testes Empíricos CAPM Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bruni (3)

#### Conclusões :

- Não verificou-se a existência de relação significativa entre retorno e risco sistemático;
- outros fatores como o endividamento e a relação entre valor contábil da empresa e seu valor de mercado revelaram-se bastante significativos, permitindo a obtenção de performances anormais,

### 3 – Testes Empíricos CAPM Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bruni (4)

##### Conclusões :

- Bruni lembra da problemática da “hipótese conjunta” acerca de uma possível falha de especificação do CAPM, ou de um comportamento ineficiente dos mercados de capitais.
- Bruni cita Black quanto as falhas na carteira de mercado utilizada, restrições à captação de recursos ou da própria psicologia dos investidores.

### 3 – Testes Empíricos CAPM Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bonomo (1)

- Em seu estudo, Bonomo utilizou ferramentas matemáticas e estatísticas que foram além aos demais testes empíricos ao Mercado Brasileiro aqui descritos.
- Foram testadas três versões do modelo CAPM, sendo denominadas (1) Sharpe-Linter ou “tradicional”, (2) versão de Black (que substitui o RF por um portfolio beta zero) e (3) CAPM condicional (onde o beta se altera com o tempo).

### 3 – Testes Empíricos Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bonomo (2)

Foram utilizados 14 portfolios a partir de ações da carteira do Ibovespa ao longo de 106 meses e a taxa Selic como Proxy do ativo livre de risco.

Testado de duas técnicas distintas: (i) máxima verossimilhança supondo retornos dos ativos tenham distribuição normal e sejam independentes e indentificadamente distribuídos -IID e (ii) Método dos Movimentos Generalizados-GMM.

### 3 – Testes Empíricos Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bonomo (3)

Conclusões :

Segundo Bonomo, foram animadores e valida a versão Sharpe-Lintner com os testes MV e GMM. Entretanto Bonomo cita a literatura de testes do CAPM :

“Em testes com ações norte-americanas no período entre 1964 a 1993, são analisados sub-períodos de cinco e dez anos e por fim o período de 30 anos. Os resultados demonstraram que o modelo é aceito nos períodos de 5 anos, rejeitados em dois sub-períodos de 10 anos e rejeitado no período de 30 anos.”

### 3 – Testes Empíricos Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bonomo (4)

#### Conclusões :

Por fim, Bonomo em seu estudo considera que apesar dos bons resultados, esses modelos devem ser testados com períodos maiores que 106 meses. E devido a limitações computacionais o número de portfolios utilizados foi menor do que na literatura.

3 – Testes Empíricos APT Mercado Brasileiro

Ilustração de um teste empírico  
do APT no Mercado Brasileiro

Bonomo et all - FGV

### 3 – Testes Empíricos APT Mercado Brasileiro

#### Trabalho de Bonomo (1)

- Trata-se do principal teste de validade do APT aplicado ao mercado brasileiro até o momento.
- Utilizou retornos mensais de 10 portfólios de ações negociadas na Bovespa entre 1987 e 1997, a fim de testar a validade empírica do modelo APT.
- Foram 4 variáveis escolhidas: produto, inflação, estrutura a termo da taxa de juros e o risco de crédito

3 – Testes Empíricos APT Mercado Brasileiro

Trabalho de Bonomo (2)

Conclusões :

Há ganho na explicação dos retornos dos ativos com a utilização do APT como alternativa ao CAPM

A variável portfólio de mercado continua tendo elevado poder explicativo no modelo

Apesar da inclusão de diversas variáveis macroeconômicas que captam as fontes de risco sistemático no mercado de ações, ainda há uma parcela deste risco que não é explicada por nenhuma delas.

A Ibovespa como proxy de Carteira do Mercado apresentou um excesso de retorno de 10% ao ano com 20% de desvio padrão. Entretanto esses fatores não alteraram muito o prêmio de risco.

3 – Testes Empíricos APT Mercado Brasileiro

Trabalho de Bonomo (3)

Conclusões :

Há ganho na explicação dos retornos dos ativos com a utilização do APT como alternativa ao CAPM ;

A variável portfólio de mercado continua tendo elevado poder explicativo no modelo ;

Apesar da inclusão de diversas variáveis macroeconômicas que captam as fontes de risco sistemático no mercado de ações, ainda há uma parcela deste risco que não é explicada por nenhuma delas.(um campo para próximos estudos).

Conclusão, reflexões sobre o Estado-da-Arte do CAPM e APT no Mercado Brasileiro

## Conclusões (1) :

- O CAPM é extremamente atraente num nível intelectual: ele é lógico e racional, é de forma geral aceitá-lo, sem questionamento
- O contexto do CAPM com seu foco no risco de mercado em oposição ao risco isolado é claramente uma forma útil de pensar acerca do risco dos ativos. Assim , como um modelo conceitual, o CAPM é, verdadeiramente, de importância fundamental;

Conclusão, reflexões sobre o Estado-da-Arte do CAPM e APT no Mercado Brasileiro

## Conclusões (2) :

- O trabalho de Bonomo para o CAPM e APT pode ser considerado o de melhor elaboração e profundidade matemática e estatística atualmente no mercado Brasileiro. Mesmo assim, Bonomo considera que mais testes devem ser realizados com períodos maiores de tempo, sob o receio dos resultados invalidarem o CAPM para períodos acima de dez anos. Quanto ao APT, é um modelo que promete substituir o CAPM após realizarem mais testes e serem adotados pelos práticos no mercado.

Conclusão, reflexões sobre o Estado-da-Arte do CAPM e APT no Mercado Brasileiro

### Conclusões (3) :

- Portanto, até o momento os testes empíricos não deram respostas definitivas, talvez no momento ainda não desenvolveu uma metodologia eficaz para medir o CAPM simples de forma acurada. Esses dados deveriam ser todos ex-ante, ainda que somente estejam disponíveis dados ex-post.
- Particularmente, consideramos que as maiores promessas estarão nos Modelos CAPM multifatoriais e condicionais, além claro do desenvolvimento final do APT.

OBRIGADO !

*“Este assunto (a polêmica surgida com os testes do CAPM) está longe de um final, e múltiplas interpretações divergentes dos resultados ainda permanecem viáveis”.*

[Penteado, apud Fama e French 93]