

**XV COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SP – 2009**

**TRABALHO DE AVALIAÇÃO
EMPREENDIMENTO**

Resumo: O CAPM (Capital Asset Pricing Model), Modelo de Precificação de Ativos de Capital, é largamente utilizado na avaliação de ativos financeiros, por permitir eficaz estimativa dos riscos associados aos mesmos. Entretanto, sua aplicação é condicionada a uma série de pressupostos, tais como carteiras de investimento diversificadas, mercado eficiente e ativos líquidos. Tais pressupostos valem para ativos publicamente negociados. Para ativos reais, que não apresentam negociação pública, os pressupostos falham e a aplicabilidade do CAPM é prejudicada. Vários estudos tem buscado adaptar o CAPM à avaliação de ativos reais. Neste artigo, apresentaremos um modelo modificado do CAPM, para determinação da taxa de desconto, na avaliação de um empreendimento industrial.

Palavras chave: CAPM, Avaliação, Empreendimentos

1. INTRODUÇÃO

O fluxo de caixa descontado, ou discounted cash flow (DCF) é uma das ferramentas mais poderosas na avaliação de empreendimentos, onde a aplicação de métodos diretos de determinação de valor é inviável ou impossível.

Adotadas as premissas corretas, os valores provenientes da utilização do fluxo de caixa descontado apresentam resultados muito precisos na busca pelo valor de mercado de um empreendimento.

Um dos pontos nevrálgicos da utilização do mesmo é a determinação da correta taxa de desconto a ser empregada. Ela deve refletir, da forma mais precisa possível, os riscos a que o empreendimento avaliando está exposto. Além disso, os valores do fluxo de caixa são extremamente sensíveis à taxa de desconto, sendo que pequenas variações na mesma podem trazer oscilações substanciais no resultado final.

A teoria financeira criou uma série de ferramentas, a partir da década de 1950, para calcular taxas de desconto que pudessem ser usadas de forma correta nos fluxos de caixa descontado, refletindo os riscos do ativo avaliando e resultando em valores consistentes e robustos.

No entanto, como poderemos ver ao longo deste trabalho, os métodos de cálculo da taxa de desconto foram idealizados para a avaliação de ativos financeiros que apresentam uma série de particularidades.

A aplicação destes métodos na avaliação de um empreendimento deve ser feita de forma cuidadosa, fazendo-se os ajustes e adaptações necessárias, de modo que a aplicação em um empreendimento apresente valores corretos, sem vieses ou incoerências.

Neste artigo, nosso objetivo é utilizar o método mais empregado na determinação de taxas de desconto para ativos financeiros, o CAPM, Capital Asset Pricing Model, ou Modelo de Precificação de Ativos de Capital, para a avaliação de um empreendimento industrial.

Para tanto, efetuiremos uma detalhada descrição teórica do modelo, de modo a identificar os pontos em que ele é falho na avaliação de ativos reais e, através destas análises, efetuar as adaptações necessárias de modo a torná-lo apto ao uso na avaliação de um empreendimento.

Cabe salientar que este artigo trará uma detalhada abordagem teórica e filosófica do modelo. Embora o objetivo do mesmo seja apresentar uma ferramenta prática para os que militam na avaliação econômica de empreendimentos, não é possível dispensar o rigor formal, vez que é nas considerações teóricas do modelo que estão as armadilhas para uso do mesmo na avaliação daqueles.

2. FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

O fluxo de caixa descontado é hoje o método mais utilizado na avaliação de ativos financeiros, tais como ações, opções e títulos. No mercado financeiro, ele tem primazia absoluta sobre outros métodos.

No transcorrer dos anos, a utilização do DCF¹ foi expandida para a avaliação de ativos reais e intangíveis, bem como na análise de viabilidade de projetos de investimento.

O DCF ressalta a importância do dinheiro no tempo e sua relação com as taxas de juro do mercado e do interesse do investidor. Os primeiros estudos nesta área advém de WELLINGTON (1887) que, em sua pioneira obra sobre engenharia econômica, discutia a necessidade de calcular o valor presente dos rendimentos de uma ferrovia para comparar com os custos de construção da mesma, determinando sua viabilidade econômica.

As raízes do DCF são baseadas no princípio da antecipação. De acordo com FISHER (1930), existe uma preferência, subjetiva, própria do ser humano, de benefícios presentes sobre benefícios futuros, ao qual ele denomina impaciência humana ou preferência temporal. Ainda de acordo com o mesmo, esta impaciência humana pode ser compensada com expectativas de rendimentos futuros que se sobreponham ao valor atual, o que depende da taxa de interesse, ou, em nossa denominação, da taxa de juros gerada por estes rendimentos futuros.

Nesta mesma obra, Fisher já analisava os métodos para determinar a taxa de juros, a qual, doravante, denominaremos taxa de desconto, para um determinado investimento. KEYNES (1982) aprofundou esta discussão, apresentando as definições de Fisher e denominando a taxa de desconto como a eficiência marginal do capital, que, em suas palavras, é a relação entre a renda esperada² de uma unidade adicional de um tipo de capital e seu custo de produção³.

Como visto, o ponto central da avaliação pelo DCF é a correta determinação da taxa de desconto, a qual reflita as condições do ativo avaliando, sobretudo seu risco. No entanto, a determinação desta taxa será discutida nas próximas seções deste artigo. Nesta seção, apresentaremos os modelos DCF aplicados à avaliação, bem como faremos uma breve discussão de outros pontos importantes associados ao modelo.

É importante salientar que os modelos de avaliação pelo DCF foram concebidos para uso em ativos financeiros. Logo, toda nossa apresentação será feita considerando esta premissa. Mais adiante, neste trabalho, apresentaremos as adaptações necessárias à avaliação de ativos reais.

DAMODARAN (2006) apresenta duas formas de avaliação via DCF: patrimônio líquido e empresa. A distinção destas duas abordagens refere-se à fração que está sendo avaliada. O modelo de avaliação do patrimônio líquido foca sua atenção nos investidores de uma empresa, e desconta os fluxos de caixa a uma taxa ajustada aos riscos da mesma do ponto de vista destes investidores. Por outro lado, o modelo de avaliação da empresa abrange todo o negócio, incluindo os investidores, e outras fontes de financiamento da mesma, tais como dívidas. Neste caso, os fluxos de caixa são descontados a uma taxa balanceada entre àquela

¹ Ao longo deste artigo, sempre que nos referirmos ao método do fluxo de caixa descontado, utilizaremos a sigla DCF, do inglês Discounted Cash Flow.

² Notamos que Keynes já dava os primeiros passos na abordagem probabilística do risco, quando usava o termo esperada, o qual trazia uma possibilidade de incerteza.

³ Mais adiante, Keynes definiria formalmente a eficiência marginal do capital como sendo a taxa de desconto que tornaria o valor presente do fluxo de anuidades das rendas esperadas deste capital durante toda a sua existência, exatamente igual ao preço da oferta. Como podemos ver, esta é exatamente a definição da Taxa Interna de Retorno (TIR) de um investimento.

ajustada ao risco dos investidores e aquelas das outras fontes de financiamento, tais como taxas de juros de empréstimos, considerados aí os benefícios fiscais.

Como podemos ver a diferença básica entre os modelos de avaliação DCF se concentra nas taxas de desconto dos fluxos de caixa. No entanto, existem diferenças na projeção dos fluxos de caixa das duas abordagens. Em nosso trabalho, utilizaremos o modelo DCF do patrimônio líquido. Logo, não faremos maiores discussões a respeito do DCF empresarial.

Ainda de acordo com DAMODARAN (2006), existem dois modelos de avaliação DCF do patrimônio líquido, o modelo de desconto de dividendos e o modelo de desconto do fluxo de caixa livre para o acionista.

O modelo de desconto de dividendos parte do princípio de que um investidor que compra ações espera obter dois fluxos de caixa: os dividendos durante o período em que conservam a ação e um preço ao final deste período, que neste caso, é determinado pelos rendimentos futuros. Considerando o valor de uma ação, teremos:

$$\text{Valor da ação} = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{E(DPS_t)}{(1+k_e)^t}$$

onde,

$E(DPS_t)$ = dividendos esperados da ação no período t

k_e = Custo do patrimônio líquido⁴

De acordo com DAMODARAN (2006), o raciocínio para o modelo reside na regra do valor presente – o valor de qualquer ativo é o valor presente dos fluxos de caixa esperados, descontado a uma taxa adequada ao grau de risco dos fluxos que estão sendo descontados.

Os pontos básicos na determinação deste valor são as previsões dos fluxos de caixa esperados e a taxa de desconto a ser utilizada.

Projeções explícitas para fluxos de caixa na perpetuidade são impossíveis e, partindo-se do princípio de que empresas negociadas no mercado de ações tem duração indefinida, ao menos em teoria, várias versões alternativas deste modelo foram desenvolvidas, considerando diferentes hipóteses sobre o crescimento dos fluxos. Apresentaremos o mais simples e também o mais difundido, conhecido como Modelo de Gordon. O mesmo relaciona o valor de uma ação com seus dividendos do próximo período de tempo, com a taxa esperada de retorno e a taxa de crescimento dos dividendos.

A partir deste modelo, podem ser consideradas várias hipóteses de crescimento, como um período de crescimento extraordinário e um estável, dois, três ou mais períodos de crescimento diferente. Apresentaremos o modelo mais simplificado, que é aquele considerando a empresa em crescimento estável.

⁴ Esta é a taxa de desconto. O termo custo do patrimônio líquido significa a taxa ajustada aos riscos do ponto de vista de um investidor marginal. Tem o mesmo sentido da eficiência marginal do capital, de Keynes.

$$\text{Valor da ação} = \frac{\text{DPS}}{r - g}$$

onde,

DPS = dividendo esperado no período;
 r = taxa de retorno para o patrimônio líquido;
 g = taxa de crescimento perpétua dos dividendos.

O modelo de desconto do fluxo de caixa livre para o acionista não representa uma ruptura radical em relação ao modelo de desconto de dividendos.

De acordo com DAMODARAN (2006), o fluxo de caixa livre para o acionista FCFE⁵ consiste no fluxo de caixa residual após as necessidades de investimento e pagamento de financiamentos. A expressão mostra uma forma simplificada de cálculo:

FCFE = Receita Líquida + Depreciação – Desembolsos de Capital – Variações no Capital de Giro – Pagamentos de Dívida + Novos Financiamentos.

Analogamente ao modelo de desconto de dividendos, o modelo de descontos do fluxo de caixa para o acionista pode ser escrito como segue:

$$\text{Valor das ações} = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{E(\text{FCFE}_t)}{(1 + k_e)^t}$$

onde,

$E(\text{FCFE}_t)$ = fluxos de caixa livres esperados da ação no período t
 k_e = Custo do patrimônio líquido

Este modelo considera o crescimento estável dos fluxos de caixa. DAMODARAN (2006) apresenta modelos para diferentes períodos de crescimento. Na prática, é usual a divisão do fluxo de caixa em dois componentes, um de previsões explícitas de crescimento e outro, logo na seqüência, considerando um crescimento estável⁶. Tal situação é recomendada em COPELAND (2002):

$$\text{Valor} = \text{Valor presente do fluxo de caixa durante o período de previsão explícita} + \text{Valor presente do fluxo de caixa após período de previsão explícita}$$

⁵ Para simplificar o texto, utilizaremos a sigla original de Damodaran, 2006, FCFE, acrônimo para o inglês Free Cash Flow to Equity.

⁶ Similar ao modelo de desconto de dividendos de Gordon.

A este componente após a previsão explícita é dado o nome de valor contínuo ou valor de perpetuidade. Normalmente é utilizado o fluxo de caixa do último ano do período de previsão explícita, dividido pelo custo do capital (taxa de desconto). Assim sendo, a determinação do valor de uma empresa (ou do patrimônio líquido) pode ser expressa conforme a seguir:

$$V = \sum_{t=1}^T \frac{FCFE_t}{(1+k_e)^t} + \frac{\left(\frac{FCFE_T}{k} \right)}{(1+k_e)^T}$$

A base do fluxo de caixa descontado foi apresentada nos parágrafos acima. Existem questões de ordem prática, sobretudo no que diz respeito à determinação da taxa de desconto, ou custo do patrimônio líquido, conforme já comentado, bem como de estimativas de crescimento para os fluxos de caixa, determinação do período de projeção explícita e outros. Estes assuntos estão devidamente tratados em DAMODARAN (2006) e COPELAND (2002), cuja leitura é recomendada.

3. TEORIA DAS FINANÇAS

A teoria das finanças é fruto de uma série de contribuições, diretas e indiretas, de um grande número de autores. Talvez o principal objetivo da mesma é o tratamento do risco dos ativos financeiros e o impacto deste no valor de tais ativos.

O escopo deste trabalho é o de adaptar o método CAPM para a avaliação de um empreendimento industrial. Como o mesmo é fruto de cerca de três séculos de avanços no estudo do risco e no desenvolvimento da teoria das finanças, faremos um apanhado da evolução da mesma até a derivação do método CAPM⁷. Conhecendo o desenvolvimento formal, poderemos alterar as hipóteses que limitam a aplicação do CAPM à avaliação de um ativo tal qual um empreendimento, sem incorrer em erros conceituais.

3.1 O PRINCÍPIO DA RACIONALIDADE E A UTILIDADE ESPERADA

De acordo com SIMONSEN (1994), grande parte da economia moderna desenvolveu-se a partir do princípio da racionalidade: entre várias possibilidades, o agente econômico escolheria a que maximize sua utilidade.

O primeiro passo na sistematização da racionalidade dentro das escolhas econômicas foi o princípio da utilidade esperada.

BERNOULLI (1738) busca entender o comportamento humano em relação ao risco e as questões relativas à escolha. Ele parte da proposição de que valores esperados são o resultado da multiplicação da probabilidade de cada resultado esperado e subsequente soma dos mesmos, e que para dois agentes expostos ao mesmo risco, o valor esperado é o mesmo para ambos.

⁷ Não é pretensão deste trabalho desenvolver um estudo formal sobre a evolução das finanças. Deste modo, muitos eventos serão omitidos. Nosso objetivo é acompanhar os principais passos da mesma até a criação do modelo CAPM.

Na seqüência, ele apresenta a seguinte situação: uma pessoa muito pobre participa de uma loteria com duas possibilidades iguais, nada ganhar ou ganhar vinte mil ducados, ou seja, com valor esperado de dez mil ducados. Para ele, esta pessoa estaria disposta a vender a participação por nove mil ducados. Por outro lado, uma pessoa muito rica não compraria a participação por nove mil ducados.

Daí advém que o preço não é a melhor forma de analisar os valores, mas sim a utilidade, que é uma medida particular para cada pessoa, e depende de sua condição financeira. Com efeito, o ganho de 2 ducados para uma pessoa pobre apresenta uma utilidade maior do que o mesmo ganho para uma pessoa rica.

Deste ponto, vem a definição da utilidade decrescente, que nas palavras de Bernoulli é a seguinte: *é altamente provável que qualquer aumento na riqueza, independente da insignificância, sempre resultará num aumento da utilidade, e que será inversamente proporcional a riqueza já possuída.*

Partindo desta definição, Bernoulli deriva uma função utilidade, decrescente, em forma logarítmica⁸. Com efeito, definamos a riqueza do agente R e a utilidade U, temos que a função utilidade terá a seguinte forma:

$$U(R) = \alpha \ln(R), \text{ sendo } \alpha \text{ uma constante particular ao agente.}$$

As análises de Bernoulli se restringiam à loterias binárias, ou seja, com apenas dois possíveis resultados.

Após o advento do princípio da utilidade esperada, muito se discutiu, no meio econômico, sobre a quantificação da utilidade.

VON NEUMAN E MORGENSTERN (1944) apresentam uma detalhada análise do cálculo numérico da utilidade. Com efeito, segundo os autores, podem ser obtidas escalas de preferência entre eventos analisando o comportamento do agente. E essas escalas servem como medidas quantitativas da utilidade.

Por exemplo, suponha dois eventos B e C, mutuamente excludentes, com uma probabilidade de 50% de ocorrência. Logo, a combinação B-C é a perspectiva de ocorrer o evento B com probabilidade de 50% ou o evento C com idêntica probabilidade.

Considere-se agora um novo evento A. Caso um agente prefira A a B e A a C, a conseqüência lógica é de que ele prefira A a combinação B-C⁹. No entanto, se o agente preferir A a B e C a A, e considerando que ele prefira A a combinação B-C, isto torna possível mensurar a preferência de A sobre B e de C sobre A.

A partir daí, os autores constroem os axiomas básicos. Considerando um sistema U de loterias¹⁰ u, v, w, ..., dada em U uma relação $u > v$ ¹¹ e um número α tal que $0 < \alpha < 1$, existe uma combinação $w = \alpha u + (1 - \alpha)v$, então teremos:

a) Completude: para u, v e w, teremos que, $u > v$, $u < v$ ou $u = v$ (neste caso, o símbolo = significa indiferença, ou seja, as loterias u e v são indiferentes);

⁸ A demonstração é interessante mas foge ao escopo do presente trabalho. Uma justificativa simples para a função de utilidade logarítmica é de que, uma vez que a utilidade é decrescente em relação à riqueza, teríamos uma curva estritamente côncava, que pode ser aproximada pela função logaritmo, apesar de outras funções também poderem.

⁹ Da mesma forma, se ele prefere B a A e C a A, ele preferirá a combinação B-C a A.

¹⁰ O termo loteria é equivalente a utilidade. É usual nas traduções brasileiras esta denominação.

¹¹ O símbolo > denota preferência. Neste caso lê-se: prefere-se u a v.

b) Transitividade: se $u > v$ e $v > w$, então $u > w$;

c) Independência: se $u > v$, então $u > \alpha v + (1 - \alpha)w$;

d) Mensurabilidade: dada uma loteria u , existe uma função $\Phi(u) = \alpha$, onde α é um número tal que $0 < \alpha < 1$, ou seja, é a probabilidade da loteria u ¹²;

e) Classificação: sejam as loterias u, v, w , se $u > v > w$, então teremos α tal que $v > \alpha u + (1 - \alpha)w$.

Muito mais do que obter uma forma de quantificar as utilidades, estes axiomas são à base da teoria das carteiras, pois traduzem como se dá o comportamento racional de um agente econômico diante de diversas escolhas possíveis.

Outra grande contribuição dos autores foi de ter utilizado a matemática como instrumento de análise econômica, o que era bastante controverso naquele momento da história.

De acordo com COURTAULT *et al* (2000), o francês Louis Bachelier também iniciou estudos matemáticos sobre economia, através de sua tese *Théorie de la Spéculation*, de 1900. O objeto do estudo desta foram os produtos do mercado financeiro parisiense. Nesta tese, o mesmo conclui que os preços das ações comportam-se como uma Cadeia de Markov¹³, o que aproxima os mesmos de um passeio aleatório¹⁴. Segundo BACHELIER (1900) a esperança matemática para um especulador é nula. Além disso, as distribuições de probabilidades relativas aos ganhos financeiros podiam ser aproximadas pela distribuição normal. Também, os preços de ações obedecem a um processo de Martingal¹⁵.

A tese de Bachelier não ganhou grande atenção na época. No entanto, depois de cerca de meio século, seus trabalhos foram amplamente reconhecidos na comunidade econômica. De fato, SAMUELSON (2006) comenta as inúmeras inovações na área de finanças advindas daquele trabalho. Cita, por exemplo, o pioneirismo no estudo das opções, as importantes considerações na teoria das probabilidades, como o espaço de probabilidades, e o conceito, hoje largamente difundido, de passeio aleatório. Até mesmo a hipótese do mercado eficiente é discutida implicitamente por Bachelier.

COURTAULT *et al* (2000) e SAMUELSON (2006) também comentam as inovações em outros campos da ciência, sobretudo as análises do Movimento Browniano, tendo inclusive deduzido os estudos antes de Albert Einstein, em sua clássica obra sobre a teoria da relatividade restrita¹⁶.

¹² Este axioma implica na quantificação numérica de uma loteria, ou seja, na quantificação da utilidade.

¹³ Diz-se que um processo segue uma Cadeia de Markov quando o evento presente independe das condições dos estados passados.

¹⁴ *Randon Walk*.

¹⁵ De acordo com VOSE (2008), martingal é um processo estocástico com variáveis seqüenciais, cujo valor esperado de cada uma das variáveis é independente em relação às anteriores e possui média constante.

¹⁶ Einstein, Albert. *Zur Elektrodynamik beugter Körper*. *Annalen der Physik*, IV. Folge. 17. Seite. 891-921. Juni 1905.

3.2 COMPORTAMENTO DIANTE DO RISCO E SELEÇÃO DE INVESTIMENTOS

Após toda a discussão sobre a racionalidade do agente econômico, a grande questão que ficou é, considerando a utilidade esperada, qual seria seu comportamento diante do risco? Tais considerações são fundamentais para o estudo de como o mesmo seleciona investimentos.

As atitudes diante do risco são inerentes ao agente econômico. Há aqueles avessos ao risco, que são os que pagariam prêmios de seguro contra riscos com pequena probabilidade de ocorrência. Ou, do ponto de vista do investimento, tais agentes preferem uma renda certa inferior a expectativa de valor para um determinado investimento de risco. No pólo oposto, há os propensos a risco. No meio termo, os indiferentes.

FRIEDMAN e SAVAGE (1948) discutem o comportamento do risco diante da função utilidade. Seguindo as hipóteses acima elencadas, eles consideram I a renda unitária de um consumidor por tempo e $U(I)$ a função utilidade agregada a esta renda.

Existem alternativas I' , I'' , ..., as quais não envolvem risco. A hipótese apresentada é de que o agente irá escolher a alternativa que lhe maximize o retorno.

Para alternativas que envolvam risco, há a necessidade de conhecimento das distribuições de probabilidade para as alternativas. Por questões de simplificação, Friedman e Savage utilizam uma única alternativa envolvendo risco, denominada de A , com possibilidade a ($0 < a < 1$) de uma renda I_1 e uma possibilidade $(1 - a)$ de uma renda I_2 ¹⁷. Consideram também uma alternativa B , com renda certa I_0 .

Considerando que alternativas mais complexas possam ser escritas em função destas alternativas mais simples, de acordo com os axiomas de Von Neuman e Morgenstern, a utilidade de B é $U(I_0)$, ao passo que a utilidade de A é dada pela expressão:

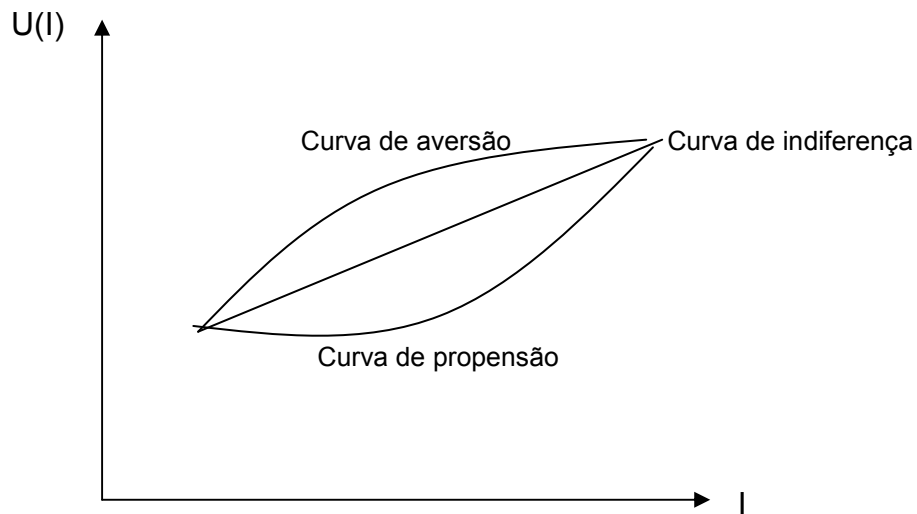
$$U(A) = aU(I_1) + (1 - a)U(I_2)$$

Se um agente escolhe a alternativa A , ele é propenso ao risco. No caso do mesmo escolher B , ele é avesso ao risco. A indiferença ao risco é a ausência de preferência entre as alternativas.

Na seqüência do trabalho, os economistas derivam as curvas de utilidade para avessos e propensos ao risco, através de comparação com a curva de indiferença. Os mesmos chegam à conclusão de que, para estas situações, as curvas são côncava para aversão ao risco e convexas para propensão.

O quadro a seguir ilustra esta assertiva.

¹⁷ Por hipótese $I_2 > I_1$



Quadro 1: Comportamento diante do risco

Curva similar a esta havia sido apresentada por BERNOULLI (1738), mas ele ainda não dispunha do ferramental matemático para chegar a conclusões mais generalizadas.

A dedução das curvas apresenta dois pontos muito importantes: (a) devido à característica das mesmas, limita as formas funcionais das curvas de utilidade e (b) permite desenvolvimentos posteriores na teoria das carteiras, onde se busca o máximo retorno com o mínimo risco.

PRATT (1964) apresentou a hipótese de que um determinado agente econômico se exporia mais ao risco quanto maior fosse sua riqueza. Para tanto derivou o coeficiente de aversão ao risco, com a seguinte forma:

$$R(x) = \frac{U''(x)}{U'(x)}$$

onde,

$R(x)$ é o coeficiente de aversão ao risco,

$U(x)$ é a função utilidade e,

x é a riqueza do agente.

Embora, seja bastante complexo determinar a forma funcional de curvas de utilidade, partindo da função utilidade de Bernoulli $U(x) = \ln(x)$, teremos:

$$U'(x) = \frac{1}{x}$$

$$U''(x) = -\frac{1}{x^2}$$

Logo, teremos:

$$R(x) = \frac{1}{x}$$

Ou seja, a aversão ao risco diminui com a riqueza, conforme a hipótese inicialmente apresentada.

MARKOWITZ (1952), em seu célebre trabalho, partindo da utilidade esperada, derivou uma teoria para a seleção de carteiras de investimento baseados no retorno médio esperado de cada ativo componente da carteira e de sua respectiva variância.

De acordo com o mesmo, o retorno E e a variância V de uma carteira de investimentos são dados pelas seguintes equações:

$$E = \sum_{i=1}^N X_i \mu_i$$

onde,

N é o número total de ativos;

X_i é a fração do i -ésimo ativo componente da carteira;

μ_i é o retorno médio do i -ésimo ativo componente da carteira.

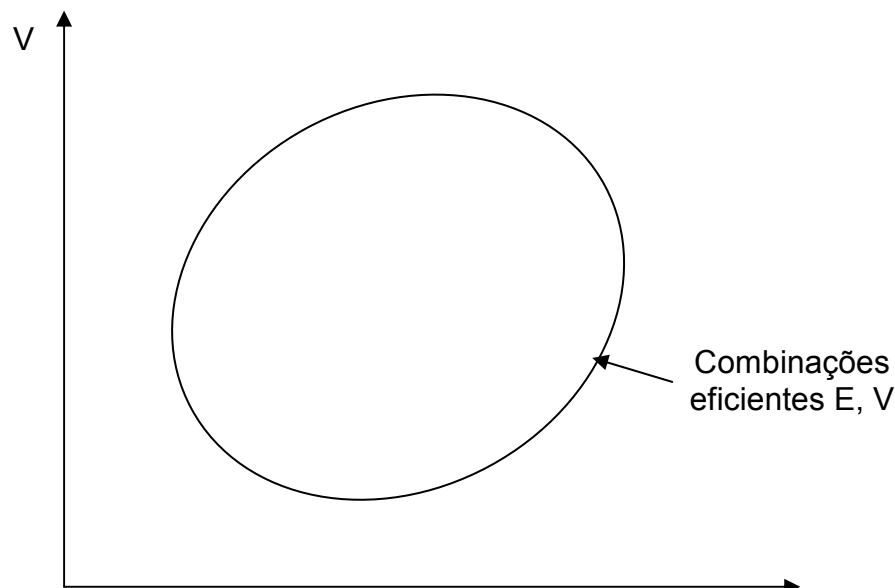
$$V = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} X_i X_j$$

onde,

σ_{ij} é a covariância entre o i -ésimo ativo e o j -ésimo ativo componentes da carteira (para o caso de $i = j$, temos a variância do i -ésimo ativo da carteira);

X_j é a fração do j -ésimo ativo componente da carteira.

Para dadas probabilidades (μ_i, σ_{ij}) , existem técnicas para determinar a composição ideal da carteira de investimento $X_1 \dots X_N$. O gráfico a seguir demonstra as possíveis combinações de carteiras eficientes.



Quadro 2: Combinações eficientes de carteiras, E considerando seus retornos esperados E e variâncias V (adaptado de Markowitz, 1952)

Ainda de acordo com Markowitz, a sugestão para determinar as carteiras eficientes é utilizar dados de retornos e variâncias μ_i e σ_{ij} do passado para estimar os rendimentos futuros.

Convém alertar que, embora implícitas, as considerações feitas por Markowitz na seleção de carteiras eficientes pressupõe agentes econômicos racionais que buscam maximizar sua função utilidade.

Outro ponto, este bastante explícito, na tese apresentada diz respeito à diversificação da carteira. Segundo suas considerações, quanto maior o número de ativos (N), mais diversificada estará a carteira, o que proporcionará maiores retornos para a mesma variância ou menores variâncias para o mesmo retorno¹⁸.

Expandindo as análises apresentadas neste artigo, MARKOWITZ (1959) passa a fazer uso rigoroso da matemática para derivar as regras de seleção de carteiras eficientes. Também passa a usar as funções utilidade de forma explícita na análise de carteiras eficientes, sob a ótica da diversificação.

Ele assume uma função de utilidade quadrática, do tipo:

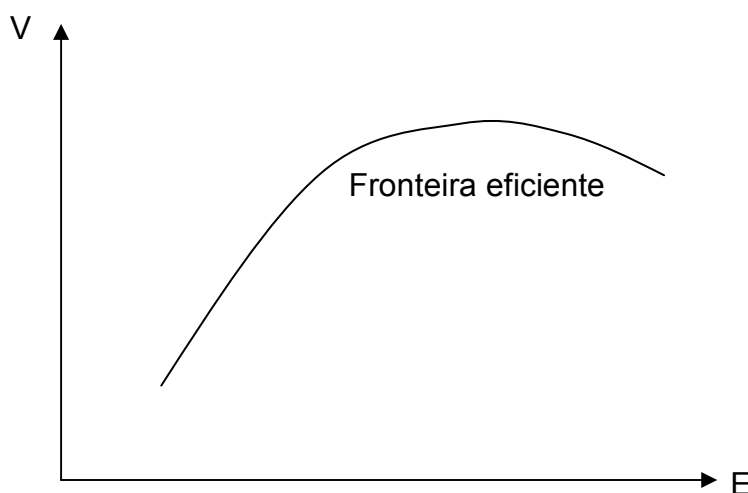
$$U(R) = c + BR + cR^2,$$

onde,

R é a riqueza;
 U(R) é a função utilidade;
 a, b e c são constantes.

¹⁸ Este ponto é fundamental dentro da obra de Markowitz, sobretudo para os desenvolvimentos posteriores, como o método CAPM. Também é importante para o objetivo de nosso trabalho, que é o de adaptar aquele método para o uso em avaliação de empreendimentos.

Utilizando os princípios da diversificação de ativos e da escolha racional, pautada pela maximização de utilidade, foi derivada uma curva parabólica para a carteira ótima, denominada fronteira eficiente.



**Quadro 3: Fronteira eficiente
(adaptado de Markowitz, 1959)**

Nesta curva, qualquer carteira escolhida maximiza os ganhos com a menor variância (risco).

Outros pontos de destaque foram a generalização do modelo de seleção de carteiras para N ativos (em 1952, Markowitz havia derivado o modelo para dois ativos), bem como as análises sobre otimização de carteiras com restrições.

Os estudos de Markowitz sempre consideraram carteiras compostas unicamente por ativos com risco.

3.3 PREÇO DE ATIVOS FINANCEIROS

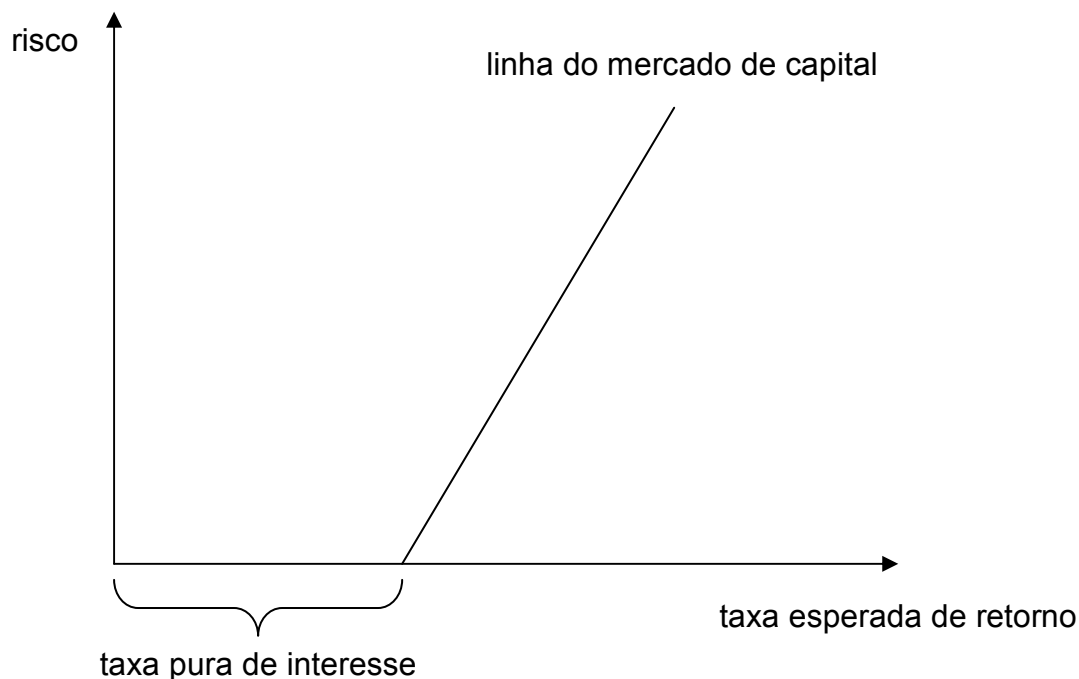
O modelo de Markowitz foi um grande avanço na teoria das finanças, tendo lhe rendido um prêmio Nobel, em 1990. No entanto, duas questões não foram consideradas na análise: a possibilidade da existência de um ativo sem risco combinada a carteira eficiente de ativos com risco¹⁹ e a existência de uma carteira eficiente para um determinado investidor.

Um avanço neste sentido foi apresentado em TOBIN (1958), onde o mesmo mostra que, sob certas condições, o modelo apresentado por Markowitz implica na divisão da seleção de uma carteira eficiente em duas fases: inicialmente, a escolha de uma combinação única de ativos com risco e, posteriormente, uma escolha entre a alocação de recursos entre esta combinação de ativos com risco e um único ativo sem risco.

SHARPE (1964) deduziu vários avanços na teoria de Markowitz, aplicando a utilização de um ativo livre de risco a uma carteira diversificada de investimentos.

¹⁹ Tal situação é intuitiva, pois, mesmo com a diversificação proposta por Markowitz, as evidências são contrárias a um investidor aplicando somente em ativos com risco.

Em seu seminal trabalho, o mesmo começa apresentando a linha de mercado de capitais²⁰, exibida na figura a seguir.



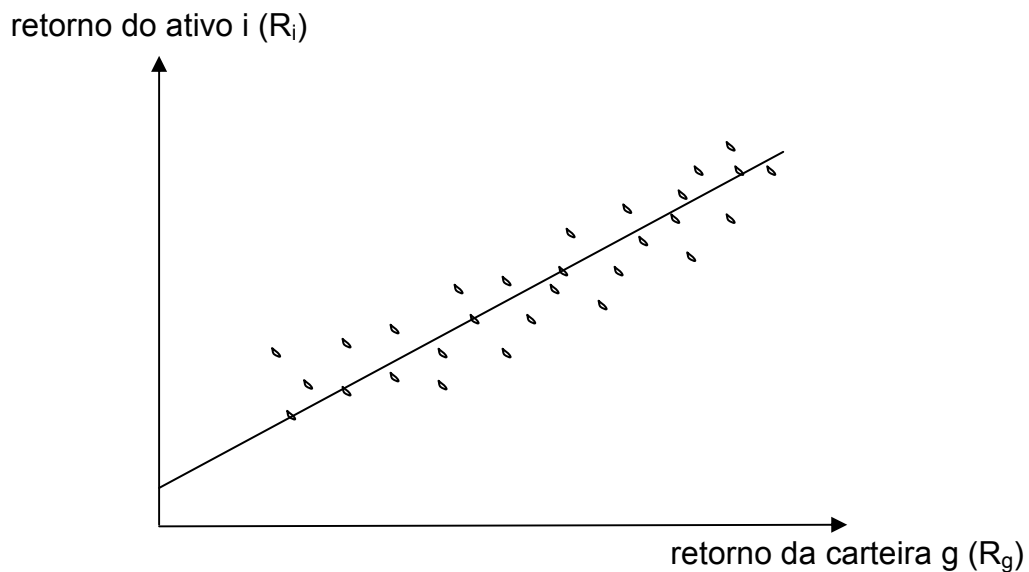
**Quadro 4: Linha do mercado de capitais
(adaptado de Sharpe, 1964)**

A taxa pura de interesse equivale à taxa de um ativo livre de risco, ou, em notação atual, na taxa livre de risco.

A argumentação que se segue é de que, em condições de equilíbrio²¹, há uma relação linear entre o retorno esperado e desvio padrão do retorno para combinações eficientes de ativos com risco. Com efeito, supondo um ativo qualquer i e uma combinação eficiente de ativos g , a qual engloba i , teremos E_r e σ_r , o retorno e a variância de combinações do ativo i com a carteira g , teremos um gráfico que relaciona os retornos do ativo i e da carteira g , como se segue.

²⁰ Capital Market Line, na denominação de Sharpe.

²¹ As condições de equilíbrio, segundo Sharpe, requerem a existência de uma taxa livre de risco na qual todos os investidores possam tomar ou receber empréstimos nas mesmas condições e que as expectativas dos investidores seja homogêneas.



**Quadro 5: Retornos de R_i em função dos retornos de R_g
(adaptado de Sharpe, 1964)**

No quadro acima, os pontos de R_i são evidências de seu risco total (σ_{ri}). No entanto, a reta de regressão traçada entre os pontos indica a relação entre os retornos de i e g , e conseqüentemente, quanto do risco de i é devido ao risco total da carteira g . Neste caso, este é o risco sistemático, cuja medida de variação é a tangente entre os retornos. Também conforme o autor, o restante do risco é o risco não sistemático, o qual, numa carteira eficiente, é eliminado pela diversificação.

Note-se que esta medida de variação dos retornos do ativo i pela carteira g é o que conhecemos hoje por β^{22} , muito embora Sharpe nunca tenha usado este termo.

As implicações deste gráfico são bastante claras. Daí advém o modelo CAPM – Capital Asset Pricing Model.

Posteriormente, com o CAPM já consagrado, SHARPE (1990), em seu discurso no recebimento do prêmio Nobel de Economia, apresentou a equação da Secure Market Line.

$$E_i = R_f + (E_m - R_f)\beta_{im}$$

onde,

E_i é o retorno do ativo i ;

R_f é a taxa livre de risco;

E_m é a taxa de retorno do mercado.

β_{im} é o beta do ativo, ou seja a variação do retorno de i em relação ao mercado.

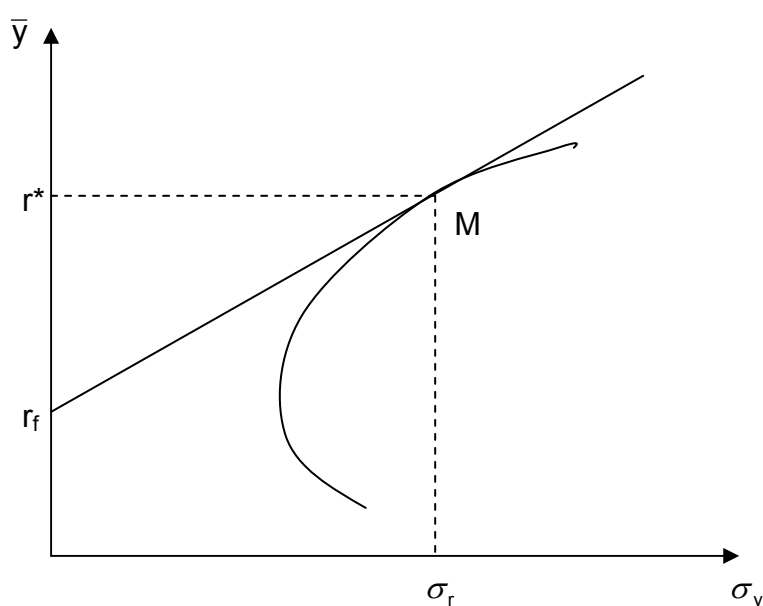
²² Pela definição, a carteira g é a carteira de mercado.

Forma pelo qual o modelo CAPM é hoje universalmente conhecido.

TREYNOR (1961) apresentou conclusões similares em seu artigo. No entanto, o mesmo acabou não publicando o trabalho²³.

LINTNER (1965) também derivou modelos de precificação de ativos, com resultados bastante semelhantes a Sharpe. Tal é a importância desse que JENSEN (1972) se refere ao CAPM como modelo Sharpe-Lintner. Este utilizou uma análise matemática mais formal, ao contrário de Sharpe, que utilizou noções de geometria e cálculo diferencial para apresentar suas proposições.

Um dos pontos mais importantes do trabalho de Lintner, que não aparece em Sharpe (apesar de estar implícito) é o encontro da Linha de Mercado de Capitais com uma fronteira eficiente de Markowitz, conforme figura a seguir.



Quadro 6: Ponto de encontro da linha de mercado de capitais com fronteira eficiente (adaptado de Lintner, 1965)

Similarmente ao modelo derivado por Sharpe, na figura acima temos r_f a taxa livre de risco, r^* o retorno do ativo e σ_r o risco do ativo.

JENSEN (1972) apresenta as formulações que hoje são vistas de forma constante nos principais livros da teoria financeira.

$$\beta_j = \frac{\text{cov}(\tilde{R}_j, \tilde{R}_m)}{\sigma^2(\tilde{R}_m)}$$

onde,

²³ Em Sharpe, 1964, há uma nota sobre o trabalho de Treynor.

β_j é o beta do j-ésimo ativo;
 $\text{cov}(\tilde{R}_j, \tilde{R}_m)$ é a covariância entre o retorno esperado do j-ésimo ativo e o retorno esperado da carteira de mercado;
 $\sigma^2(\tilde{R}_m)$ é a variância da carteira de mercado.

De acordo com a definição apresentada por SHARPE (1964), Jensen formula o cálculo do β_j através da seguinte expressão.

$$\bar{R}_j = \gamma + \bar{R}_m \beta_j + \tilde{\epsilon}$$

Onde os retornos do j-ésimo ativo são regredidos contra os retornos da carteira de mercado, sendo β_j o coeficiente da regressão, γ o intercepto e $\tilde{\epsilon}$ o erro estocástico da regressão.

O coeficiente de determinação r^2 mede a porcentagem do risco sistemático em relação ao risco total, representada pelo β .

Estes resultados são fundamentais, pois sobre eles se alicerçou toda a moderna teoria das finanças. No entanto, ela depende da eficiência dos mercados. Para FAMA (1970), mercado eficiente é aquele em que os preços dos ativos, em um dado momento do tempo, refletem todas as informações disponíveis naquele momento. Ainda de acordo com o mesmo, a eficiência do mercado se alicerça que o mesmo é um jogo justo, ou o retorno esperado do mercado segue um passeio aleatório.

A hipótese dos mercados eficientes tem suas raízes na teoria das expectativas racionais. Com efeito, MUTH (1961) afirma que uma “previsão pública” não terá nenhum efeito significativo no funcionamento da economia e, por extensão, dos mercados financeiros, a não ser que essa previsão se baseie em informações privilegiadas. Em outras palavras, os preços dos ativos financeiros já precificaram todas as informações disponíveis.

Em relação à eficiência do mercado, FAMA (1998) conclui que a hipótese sobrevive à literatura sobre retornos de longo prazo. Consistente com a hipótese do mercado eficiente, que anomalias são aleatórias, reações exageradas sobre informações são tão comuns como subestimativas. Mais importante, retornos de longo prazo, de acordo com a teoria do mercado eficiente, são na maioria das vezes resultantes da metodologia, sendo que com a mudança da mesma, há a tendência dos retornos em questão desaparecerem²⁴.

Como podemos ver, a aplicabilidade do CAPM na avaliação de ativos depende da observância de uma série de premissas: comportamento racional baseado na teoria da utilidade esperada, diversificação da carteira de investimentos, liquidez dos ativos, estrutura de risco e retorno baseada em média e variância considerando uma distribuição normal de probabilidades²⁵, liquidez dos ativos e ocorrência de um mercado eficiente.

²⁴ A hipótese do mercado eficiente contra os retornos de longo prazo é uma das discussões mais importantes das finanças modernas. Embora não seja escopo deste trabalho, faremos considerações mais a frente, pois a hipótese do mercado eficiente é basilar para a validade do modelo CAPM.

²⁵ Esta hipótese não foi informada neste trabalho, mas está implícita, tanto nos textos de Markowitz, como nos de Sharpe, Lintner e Treynor.

3.4 APLICAÇÃO PRÁTICA DO CAPM

Após ter seguido todos os passos do desenvolvimento do modelo CAPM, vamos apresentar, de forma sintética, os pressupostos para a aplicação prática do mesmo na avaliação de ativos²⁶.

Relembrando a forma da Security Market Line, que é a base do CAPM:

$$E_i = R_f + (E_m - R_f)\beta_{im}$$

A análise depende da determinação da taxa de desconto livre de risco (R_f), do prêmio de risco do mercado ($E_m - R_f$) e do beta do ativo (β_{im}).

3.4.1 Taxa livre de risco

A taxa livre de risco é o primeiro parâmetro a ser determinado na utilização do CAPM. DAMODARAN (2008, 13) define a taxa livre de risco como um investimento que sempre apresenta o mesmo retorno, independente do cenário. Em termos mais formais, é um investimento cuja variância é zero.

Ainda de acordo com aquele trabalho, a taxa livre de risco deve ser derivada das taxas de títulos de longo prazo, de um governo livre de risco de inadimplência. No caso, é usual utilizar as taxas de juros dos US TBonds, ou taxas de retorno do tesouro americano, de 10 ou 30 anos. O período do cupom a ser utilizado depende das estimativas do fluxo de caixa e da vida econômica do ativo.

Finalmente, taxas livre de risco de países que apresentam risco de inadimplência, como é o caso do Brasil, devem ser corrigidas. No capítulo 5 deste artigo, discutiremos esta situação de forma pormenorizada.

3.4.2 Prêmio pelo risco

O prêmio pelo risco significa qual o sobrevalor advindo de investir capital em um determinado ativo ou carteira de mercado ao invés de fazê-lo a taxa livre de risco. A determinação deste parâmetro é fundamental, e uma das mais discutíveis dentro da aplicação do modelo CAPM.

DAMODARAN (2008, 14) sugere que o prêmio pelo risco deve ser calculado considerando-se um mercado maduro do ponto de vista do mercado financeiro. No caso, os EUA são um bom exemplo. A maioria dos autores concorda com essa questão.

No entanto, a partir daí, começam os problemas para determinar este prêmio. É usual calcular o prêmio pelo risco através de dados históricos de retorno, o que nos parece um critério bastante lógico. Podem haver vozes dissonantes, sobretudo afirmando que o futuro não necessariamente pode ser previsto pelo passado. Tal assertiva é verdadeira, mas nos parece que um investidor vai analisar dados passados nas suas decisões financeiras.

²⁶ Neste primeiro momento, nos restringiremos à avaliação de ativos financeiros, onde não há necessidade de relaxamento das hipóteses básicas do modelo. Mais a frente, estenderemos a aplicação aos ativos reais, objeto deste artigo.

A primeira questão é: qual o período a ser considerado na análise. Períodos muito curtos podem incorporar situações peculiares de um momento, mas que não refletem o mercado. Períodos muito longos, por outro lado, podem abranger momentos históricos muito dissonantes da atual realidade econômica. No entanto, períodos longos tendem a anular o ruído aleatório presente nas estatísticas.

Outra questão é qual a taxa livre de risco a ser utilizada para se comparar com o retorno do mercado, bônus de 10 anos ou de 30 anos. Além disso, não se deve perder de vista que tal escolha deve ser consistente com a determinação da taxa livre de risco a ser utilizada no modelo.

Por fim, a média dos retornos pode ser aritmética ou geométrica. A intuição nos leva a crer que as médias aritméticas são mais representativas, mas estudos recentes vem considerando que há uma correlação entre o retorno das ações e o tempo²⁷. Ainda em DAMOADARAN (2008, 14), temos uma tabela com os diferentes prêmios pelo risco considerando períodos diferentes, bônus do tesouro de 10 e 30 anos e médias aritméticas e geométricas.

Período	Ações – Título 10 anos		Ações – Títulos 30 anos	
	Aritmética	Geométrica	Aritmética	Geométrica
1928 – 2007	7,78%	5,94%	6,42%	4,79%
1967 – 2007	5,94%	4,75%	4,33%	3,50%
1997 – 2007	5,26%	3,86%	2,68%	1,51%

Quadro 6: Prêmios pelo risco para diferentes períodos, taxas livres de risco e médias (adaptado de Damodaran, 2008)

3.4.3 Beta do ativo

O beta de um ativo (β) é a variável mais importante do modelo CAPM, pois ele representa a forma como o ativo avaliando se comporta em relação às variações do mercado.

Segundo DAMOADARAN (2008, 15) a estimativa do beta é usualmente feita através da regressão linear entre os retornos do ativo estudado e um índice que aproxime a carteira do mercado (vide Quadro 5). Existem vários questionamentos que surgem daí, tais como: Qual o período dos retornos para a regressão? Qual o índice para aproximar a carteira de mercado? Qual o intervalo de tempo a ser usado?

É por isso que muitos serviços de estimativa apresentam betas diferentes para uma mesma empresa.

DAMOADARAN (2008, 15) sugere algumas alternativas. A principal delas é buscar o beta setorial, ou seja, o beta médio das empresas do mesmo setor daquela que se quer determinar. Casos os betas sejam próximos, o beta da empresa é coerente. Valores muito destoantes sugerem que deva ser adotado o beta setorial, por ser um valor mais robusto para estimativas futuras.

²⁷ Para maiores referências, vide FAMA, Eugene F. e FRENCH, Keneth R. *Permanent and Temporary Components of Stock Prices*. **Journal of Political Economy**. Vol. 96, 1988, pp. 246-273.

Outras possibilidades seriam calcular os betas contábeis, utilizando os faturamentos de determinada empresa ao invés de seus retornos em ação. No entanto, ao nosso ver, esta estimativa vai contra as bases filosóficas da moderna teoria de carteiras, embora possa ser um expediente na falta de melhores informações.

Betas fundamentais, baseados em dados da empresa também podem ser utilizados com razoável precisão. Com efeito, tendo algumas empresas cujo beta é conhecido e aceito pelo mercado, estes podem ser regredidos contra alguns fundamentos da empresa, tais como capitalização, capital de giro, retorno sobre capital investido, margens sobre faturamento ou outros.

4. CRÍTICAS E LIMITAÇÕES DO MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS DE CAPITAL NA AVALIAÇÃO

Muito embora o CAPM e os betas tem sido largamente utilizados na avaliação de ativos financeiros, bem como em finanças corporativas, onde os analistas dão preferência aos mesmos, surgiram, ao longo dos anos, uma série de críticas na utilização destes modelos. Também há limitações, sobretudo na avaliação de ativos não negociados publicamente.

Este capítulo tratará destas críticas e limitações, analisando as conseqüências das mesmas sobre a aplicabilidade do CAPM, tanto na avaliação de empresas de capital aberto como de ativos reais, que é nosso objeto de interesse.

4.1 POSTULADO DA RACIONALIDADE, O PRINCÍPIO DA UTILIDADE E A TEORIA DA PERSPECTIVA

Como vimos na capítulo anterior, uma das premissas básicas para a validade do CAPM é que os investidores sejam racionais e se guiem pelo princípio da utilidade.

Muitas críticas tem sido feitas em relação a validade destas premissas. De acordo com SIMONSEN (1994), a objeção mais rudimentar é a de que os indivíduos apresentam comportamento irracional. Ainda segundo ele, esta é uma objeção cabível diante de certos paradigmas, mas não desmerece o princípio da racionalidade em si. Até porque, o que se chama de irracionalidade pode ser visto como uma função utilidade própria de um agente, bem como este agente possa errar suas previsões. Enfim, não é por estar errado que ele age irracionalmente.

Objecções mais pretensiosas também são apresentadas. Uma delas é de que, numa decisão individual, existam elementos tão imprevisíveis quanto a posição do elétron na mecânica quântica. A afirmação não tem suficiente base empírica, mas mesmo que houvesse, seria possível gerar funções de onda que permitissem estimar as probabilidades de cada decisão. Ainda nessa linha, supondo-se que um agente possua duas funções utilidade (funções de onda) relativas a uma mesma decisão, no momento de aplicá-las, elas estariam sujeitas ao princípio da globalidade²⁸ (ou wholeness) e se combinariam para gerar uma função de onda única, o que, por sua vez, atenderia o princípio da utilidade esperada.

²⁸ Para maiores informações, vide BOHR, Niels. **Física Atômica e Conhecimento Humano: Ensaio 1932-1957**; tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995, pp. 1-3.

Outra objeção vai na linha de Karl Popper. O princípio da utilidade esperada não pode ser considerado uma teoria, pois não permite o falseamento empírico devido a sempre ser possível acomodar uma função utilidade adequada ao agente econômico²⁹. De acordo com Simonsen, a objeção é cientificamente vazia.

Por outro lado, objeções com base científica e empírica mais sólidas foram lançadas em relação à hipótese da utilidade esperada e do princípio da racionalidade dos agentes econômicos.

Um grande desafio a teoria da utilidade esperada foi colocado pelo economista e matemático francês Maurice Allais. Ele apresentou uma proposição, que ficou universalmente conhecida como Paradoxo de Allais ou Contra-Exemplo de Allais³⁰, onde questionava o axioma da independência de Von Neuman e Morgenstern³¹ e, por consequência, o próprio princípio da utilidade esperada.

De acordo com SIMONSEN (1994) o paradoxo é configurado por um teste em duas etapas. Na primeira, o agente deve decidir entre A e B e na segunda entre C e D. As proposições são as seguintes.

Na primeira etapa, as alternativas são as seguintes:

A: ganhar 50 milhões de dólares com certeza;

B: entrar numa loteria com 90% de probabilidade de ganhar 500 milhões de dólares e 10% de probabilidade de nada ganhar.

Na segunda etapa, as alternativas são as seguintes:

C: entrar em uma loteria com 89% de probabilidade de nada ganhar, 10% de ganhar 50 milhões de dólares e 1% de ganhar 500 milhões de dólares;

D: entrar em uma loteria com 90% de probabilidade de nada ganhar e 10% de probabilidade e ganhar 500 milhões de dólares.

Com efeito, ao longo dos anos este teste tem sido aplicado e usualmente os agentes preferem A a B e D a C. Estas escolhas são justificáveis. Na primeira etapa, 50 milhões de dólares é um valor suficientemente alto para que o tomador de decisões não arrisque a possibilidade de perder tudo, mesmo que o prêmio seja de 500 milhões e a probabilidade seja de 90%. Na segunda etapa, apesar da proposição D encerrar uma probabilidade maior de perda, a chance de ganho de um valor de 500 milhões de dólares contra uma probabilidade quase igual de se ganhar 50 milhões na proposição C justifica esta maior exposição ao risco.

Escrevendo as proposições em termos de funções de utilidade, fica clara a infringência ao princípio da utilidade. A primeira etapa revela que $U(A) > U(B)$, ou

$$U(50) > 0,9U(500) + 0,1U(0)$$

²⁹ Não faz parte do escopo deste trabalho discutir questões ligadas a filosofia da ciência. Ocorre que, em nosso ver, as hipóteses lançadas por Popper são por demais rigorosas, muitas vezes sendo difícil aplicá-las a teorias que, devido a vários fatos, tem sua aplicabilidade comprovada. Esclarecimentos adicionais podem ser encontrados em POPPER, Karl. **A Lógica da Pesquisa Científica**; tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2007.

³⁰ ALLAIS, Maurice. *Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américaine*. **Econometrica**. Vol. 21, No. 4, (Outubro, 1953), pp. 503-546.

³¹ Vide página 9 deste artigo.

Já na segunda etapa, temos que $U(D) > U(C)$, ou

$0,9U(0) + 0,1U(500) > 0,89U(0) + 0,1U(50) + 0,01U(500)$, decorrendo daí que:

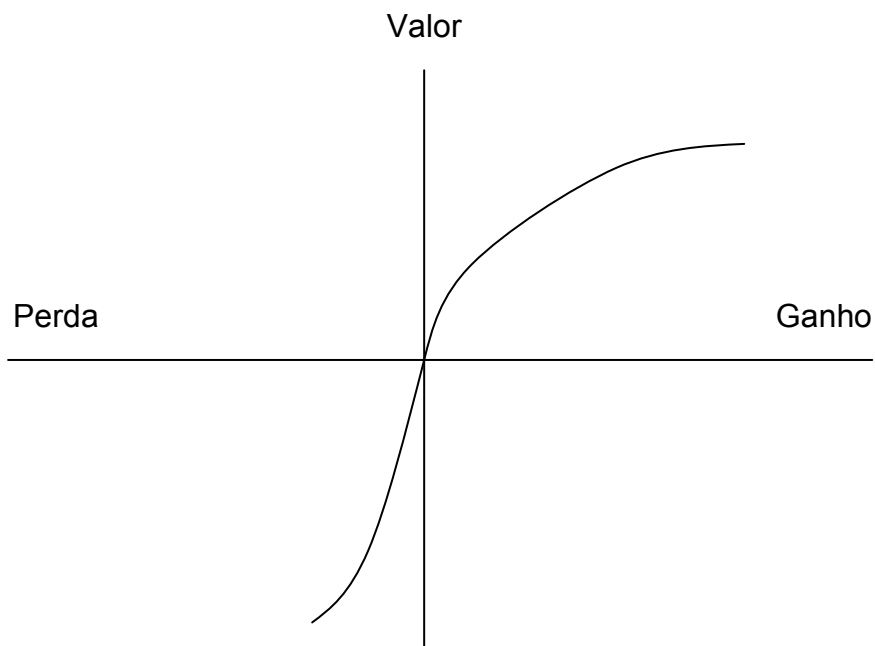
$U(50) < 0,9U(500) + 0,1U(0)$

Para ALLAIS (1988), este resultado, embora contradiga a hipótese da utilidade esperada, é apenas aparentemente paradoxal, pois ele simplesmente corresponde a uma verdade psicológica bastante significativa, que é a preferência pela segurança quando confrontado com o risco.

As implicações destes resultados causaram controvérsia no ambiente acadêmico.

KAHNEMAN e TVERSKY (1979) formalizaram estes resultados, através da sua Teoria da Perspectiva. Os autores relatam uma série de experimentos onde ocorre a constatação que um agente é avesso ao risco quando se trata de ganhos e propenso ao risco quando se trata de perdas.

Eles também rejeitam as funções utilidade e derivam uma função valor, a qual é mais significativa em decisões envolvendo risco. A função valor é definida em termos de desvio do ponto de referência³², é geralmente côncava para ganhos e convexa para perdas e mais íngreme para perdas do que para ganhos. A seguir, vemos um exemplo da função valor derivada por eles.



**Quadro 7: Função valor
(adaptado de Kahneman e Tversky, 1979)**

³² Isto significa que a maior influência para um tomador de decisão é a variação em relação ao estado atual em que ele se encontra e não o estado final.

Esta teoria trouxe uma série de novas discussões dentro do campo da teoria financeira. Muitos dos pressupostos básicos do CAPM, sobretudo o princípio da utilidade esperada, foram colocados em dúvida, o que poderia comprometer a própria validade do modelo.

LEVY, DE GEORGI E HENS (2003) concluem que é possível combinar os resultados derivados da Teoria da Perspectiva com o CAPM, muito embora existam evidências empíricas de que o sistema de médias-variâncias possa não seguir a distribuição normal. Os mesmos derivam um modelo adaptado às condições impostas pela Teoria da Perspectiva.

Podemos concluir que as críticas a hipótese da utilidade esperada implicam em restrições ao CAPM, mas não o invalidam. O trabalho de Levy, De Giorgi e Hens sugere a possibilidade de que, em certas circunstâncias, os modelos não sejam contraditórios. Com efeito, acreditamos que estes resultados mostram que o uso do CAPM deve ser feito de forma precavida, pois o mesmo pode levar a subestimativas do risco.

4.2 MERCADOS EFICIENTES, MEMÓRIAS LONGAS E LEIS DE POTÊNCIA

Outras questões muito controversas no que diz respeito ao CAPM são as hipóteses do mercado eficiente e a distribuição normal dos retornos esperados.

MANDELBROT (1963) coloca uma série de dúvidas nos pressupostos da teoria de finanças. Inicialmente ele afirma ter detectado evidências de que as variações nos preços dos ativos financeiros não seguem uma distribuição normal. Também contesta a hipótese de Bachelier sobre o passeio aleatório destes preços, citando uma possível correlação temporal entre eles, o que se convencionou chamar de memórias longas.

Ele expõe neste artigo que os retornos dos ativos do mercado financeiro podem ser melhor explicados por uma lei de potências, que descreve do seguinte modo a relação entre duas variáveis.

$$Y = aX^{\alpha}$$

onde

Y e X são as variáveis a serem relacionadas;

a é uma constante;

α é o coeficiente de Hurst³³.

FAMA (1965) analisa de forma detalhada as proposições de Mandelbrot, estudando as variações de uma série de ações americanas, durante um longo período de tempo. Ele apresenta duas conclusões principais: (a) que a variação dos preços dos ativos financeiros realmente não parece seguir uma distribuição normal, sendo a mesma mais aderente a distribuições que levam em conta as leis de potência; (b) não há evidências empíricas sobre a correlação entre retornos presentes e passados das ações estudadas, ou seja, a hipótese das memórias longas não parece ter sustentação empírica.

³³ O coeficiente em voga foi deduzido por H. E. Hurst enquanto estudava as cheias do Rio Nilo.

Outra grande contestação em relação ao CAPM veio de FAMA E FRENCH (1992). Neste trabalho eles afirmam que os testes realizados não suportam a hipótese de que os β s estejam positivamente correlacionados com os retornos médios das ações, tese central do modelo.

No entanto, SHANKEN, SLOAN E KHOTARI (1999), estudando dados do mesmo período, chegaram a conclusões diferentes, *in verbis*: “Nossos exames de seções de corte de retornos esperados mostram remunerações estatística e economicamente significantes (entre 6% e 9% ao ano) pelo risco beta, quando este é estimado através de regressões de séries temporais dos retornos anuais de carteiras com relação aos retornos de um índice anual...”

Como vemos, existem estudos que dão suporte às hipóteses do risco calculado pelo beta. Mas não podemos deixar de notar que o CAPM vem sendo posto a prova e há evidências empíricas suficientes para que, no mínimo, sua aplicação seja feita de forma mais cautelosa em relação às aplicações atuais.

4.3 PROBLEMAS NA AVALIAÇÃO DE ATIVOS REAIS

Muito embora haja uma série de resultados contradizendo o CAPM na avaliação de ativos financeiros, é nítido que os mesmos ainda não foram suficientemente estudados, de modo a realmente desmerecer o uso daquele.

Some-se a isso o fato de que o CAPM é ainda a forma mais usada na área de avaliação e finanças corporativas, e podemos concluir que, embora a utilização do mesmo deva ser feita de forma cautelosa, é inegável sua utilidade no campo das finanças.

Com relação a avaliação de ativos reais, e mais precisamente, de empreendimentos, a situação é bastante diferente. Com efeito, neste tipo de situação há uma série de violações aos princípios teóricos do CAPM. Logo, a utilização do mesmo, na forma usual pode incorrer em graves erros.

A seguir, apresentamos algumas questões envolvendo os problemas do uso do CAPM na avaliação de empreendimentos.

Em primeiro lugar, o que se busca na avaliação de um empreendimento industrial (ou qualquer outro tipo) é o seu valor de mercado. A correspondência com os ativos financeiros é relativa ao fato de que um eventual comprador desembolsaria apenas aquilo que fosse consistente com a sua expectativa de rendimento.

Inicialmente, apontamos o problema da não diversificação. Com efeito, o proprietário de um empreendimento industrial geralmente tem grande parte de sua riqueza investida naquele, ou seja, sua carteira de investimentos é não diversificada. De acordo com as proposições de Markowitz e Sharpe-Lintner, a base da perfeita alocação de capitais é que os mesmos sejam investidos em uma carteira diversificada.

Ainda nesta toada, como podemos ver na seção 3.3, o cálculo do risco leva em conta a premissa de diversificação de investimentos e resulta num valor para o risco sistemático, que é aquele que não pode ser anulada pela diversificação.

Definamos o que é risco não sistemático e risco sistemático. O primeiro refere-se a riscos intrínsecos ao próprio ativo, por exemplo, uma empresa que venha a ter problemas de capital de giro, ou que está inserida num mercado recessivo. Este risco pode ser eliminado pela diversificação. O segundo é o risco do mercado, que afeta todos os ativos negociados no mesmo. Neste caso, tal risco não pode ser

anulado pela diversificação. Esta questão é apresentada por GARVEY (2001), DAMODARAN (2003) e DAMODARAN (2008, 15).

Outro ponto crucial na utilização do CAPM em avaliações de empreendimentos industriais é a questão da liquidez. Com efeito, as premissas do modelo consideram os ativos com liquidez imediata, negociados em mercado eficientes.

Ocorre que um empreendimento industrial não tem títulos negociados em um mercado eficiente, tampouco possui liquidez.

Este é um problema abordado por diversos autores interessados no uso do CAPM na avaliação de ativos reais, sejam eles empreendimentos, bens intangíveis, imóveis ou qualquer tipo de ativo real, dentre eles DAMODARAN (2008, 14), ARTEMENKOV, MIKERIN E ARTEMENKOV (2008), MICHALETZ, ARTEMENKOV E ARTEMENKOV (2007) e VELEZ-PAREJA (2001).

Além destas questões, existe um outro problema, abordado por DAMODARAN (2003), que é o fato de um empreendimento, que pode ser caracterizado como uma empresa de capital fechado, não tem seus títulos negociados em bolsa, condição fundamental para o cálculo do seu beta.

Como veremos a seguir, estas limitações são importantes, mas não impedem o uso do CAPM na avaliação de empreendimentos industriais, desde que sejam respeitados os aspectos teóricos do modelo, e em cima dos mesmos, efetuem-se as devidas adaptações para o caso em particular.

4.4 ABORDAGENS ALTERNATIVAS

Apresentaremos uma série de abordagens alternativas relativas a aplicação do CAPM na avaliação de um empreendimento industrial. Algumas delas são bastante interessantes, outras tem um fundo basicamente empírico. Buscaremos as que mais se ajustam ao nosso objetivo.

4.4.1 O problema da não negociação de títulos do empreendimento no mercado

O primeiro problema quando tentamos avaliar um empreendimento usando as premissas do CAPM é a questão de que o mesmo não apresenta títulos negociados no mercado, o que impede o cálculo do beta pela definição. Relembrando:

$$\beta = \frac{\text{cov}(k_j, k_m)}{\sigma_m^2}$$

β = Coeficiente beta a ser calculado para o ativo j;

$\text{cov}(k_j, k_m)$ = covariância entre os retornos do ativo j e do mercado;

σ_m^2 = variância da taxa de retorno da carteira de mercado.

DAMODARAN (2003) apresenta algumas formas de determinar o beta para uma empresa de capital fechado.

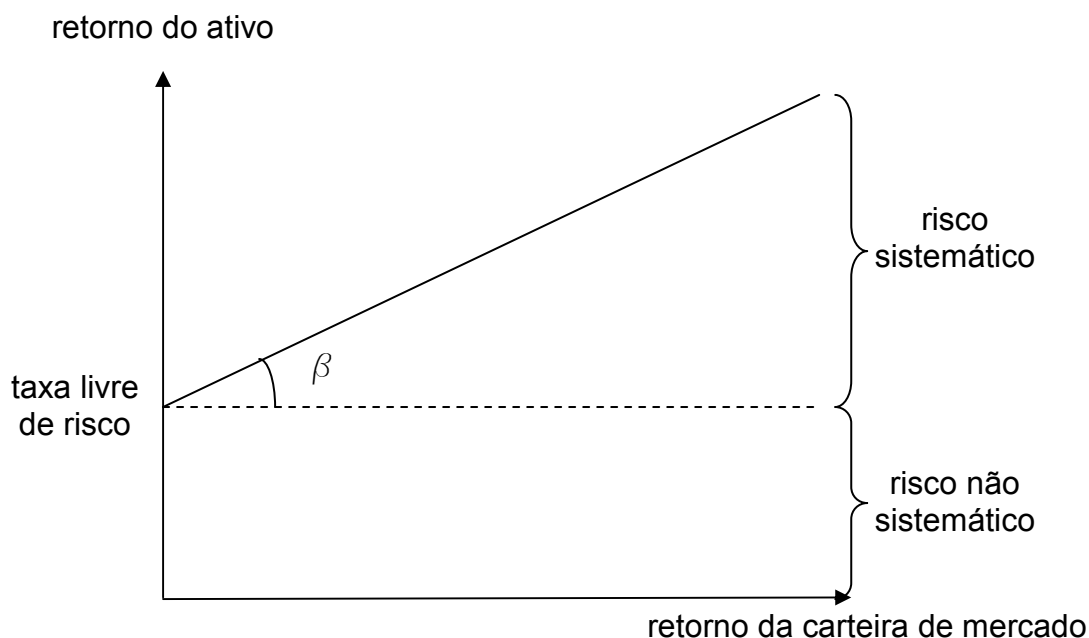
A primeira delas é a utilização do beta contábil, ou seja, a substituição do termo k_j pela variação do faturamento da empresa. Esta é uma forma válida de efetuar o cálculo, mas que esbarra em problemas que podem ser intransponíveis: a falta de confiabilidade na contabilidade de uma empresa de capital fechado, onde a mesma pode não refletir a verdadeira situação financeira da empresa, e o baixo número de informações sobre as variações sobre o faturamento, pois os mesmos são calculados uma vez a cada ano, restringindo o número de dados possíveis.

A segunda é a utilização dos chamados betas fundamentais. Buscam-se empresas de mesmo setor de atuação e fazem-se regressões entre os betas destas empresas e índices das mesmas, tais como capitalização, valor contábil, capital de giro, margens e outros. Busca-se na contabilidade da empresa avaliada tais dados, aplicando-os na equação de regressão obtida. No entanto, este método também esbarra na questão da confiabilidade das informações contábeis.

Finalmente, o método que é o recomendado por Damodaran é o de buscar o beta setorial, ou betas de empresas que atuem no mesmo setor, calculando-se a média dos mesmos. Ele conclui que esta é a metodologia mais adequada.

4.4.2 O problema da falta de diversificação

Uma vez que as premissas do CAPM envolvem a existência de uma carteira diversificada e, por outro lado, o investidor de um empreendimento industrial não tem a diversificação de investimentos, temos uma contradição quanto ao uso do modelo. Como podemos resolver este paradoxo? A resposta está na própria teoria do CAPM. Vamos rearranjar o quadro 5, mas adaptando-o as conclusões observadas naquele capítulo



Quadro 8: Retorno do ativo e retorno da carteira

Como podemos ver na figura, existem dois riscos para um ativo: o sistemático e o não-sistemático. Pela teoria de Sharpe, o risco não sistemático pode ser eliminado através da diversificação (podemos observar que o risco não sistemático está atrelado à taxa livre de risco, ao passo que o risco sistemático está atrelado ao β).

SHARPE (1964) informa que a inclinação representada pelo beta espelha o risco sistemático, ao passo que o restante é o risco não sistemático.

KARLSSON (2003) e DAMODARAN (2003) argumentam que o uso do beta do ativo subestimará o risco do empreendimento. Neste caso, sugerem os autores, deve ser feito um ajuste para incluir os riscos não sistemáticos ao beta, o que é chamado beta total.

A metodologia consiste em considerar o desvio padrão dos retornos esperados do empreendimento δ_j e o desvio padrão da carteira de mercado δ_m . Define também ρ_{jm} como a variância entre a ação j e a carteira de mercado. Logo, teremos:

$$\text{Beta de mercado} = \rho_{jm} \frac{\delta_j}{\delta_m}$$

A medida do risco total do empreendimento δ_j é feita dividindo-se o beta de mercado pela covariância ρ_{jm} .

$$\frac{\text{Beta de mercado}}{\rho_{jm}} = \frac{\delta_j}{\delta_m}$$

O que implica que:

$$\text{Beta total} = \frac{\text{Beta de mercado}}{\rho_{jm}}$$

Agora, temos de resolver dois problemas, de modo a chegar ao beta total. O primeiro consiste no fato da impossibilidade de calcular o beta do ativo, uma vez que o mesmo não é negociado em mercado. A solução pode ser vista no item 4.4.1.

O próximo é a determinação da covariância ρ_{jm} . Este termo pode ser entendido como a variação total do termo j em relação ao termo m.

Considerando-se a equação:

$$\delta_j = a + \beta_j \delta_m$$

De acordo com GUJARATI (2000), temos:

$$r^2 = \frac{\rho_{jm}^2}{\delta_j^2 \delta_m^2} \quad 34$$

Considerando ainda que, por definição, $\delta_j = \delta_m = 1$ ³⁵, teremos então:

$$r^2 = \rho_{jm}^2$$

E conseqüentemente:

$$\rho_{jm} = r \quad 36$$

Logo, o beta total pode ser assim escrito:

$$\text{Beta total} = \frac{\text{Beta de mercado}}{r}$$

Em nosso ponto de vista, esta é a melhor maneira de considerar o efeito da falta de diversificação no CAPM. Outros autores tem proposto soluções alternativas. MYERS e TURNBULL (1977) desenvolveram uma metodologia para o cálculo do beta considerando rendas esperadas do ativo, vida útil econômica e elasticidade da demanda do mesmo. O modelo é interessante e coerente do ponto de vista teórico, mas demanda uma série de hipóteses e se mistura com os cálculos dos fluxos de caixa, tal qual como uma série de modelos derivada por EKERN (2006). GARVEY (2001) apresenta um modelo considerando o custo de deslocamento do capital de um investidor não diversificado para uma carteira diversificada.

Finalmente, VELEZ-PAREJA (2001) apresenta um interessante trabalho onde o beta total é calculado através do beta de mercado de um ativo *proxy* e comparando os mesmos com as razões dívida/patrimônio líquido do ativo *proxy* e do avaliando. Ele também considera um adicional pelo risco país, que ele chama de beta país.

A sua abordagem é interessante, mas esbarra em dois problemas. O primeiro é de que o custo do patrimônio líquido do empreendimento é exatamente o que se quer avaliar. Isto acaba por gerar um modelo recursivo que é extremamente trabalhoso do ponto de vista computacional. O segundo inconveniente é de que o modelo é projetado para empresas. Seria necessário fazer uma série de adaptações para empreendimentos, sobretudo de natureza contábil, tal como ajustar os valores contábeis do débito e do patrimônio líquido que determinado empreendimento possui sobre a empresa.

³⁴ A nomenclatura dos termos já foi ajustada.

³⁵ Partindo-se do pressuposto que os retornos dos ativos sigam uma distribuição normal com média 0 e, para questões de simplificação, variância unitária.

³⁶ Sendo r o coeficiente de determinação e r^2 o coeficiente de correlação da regressão.

4.4.3 O problema da falta de liquidez

Ativos financeiros são comercializados em mercados de alta liquidez, com um grande número de participantes, onde a venda, por exemplo, de uma ação é praticamente imediata.

Empreendimentos industriais se situam no espectro oposto. São ativos altamente ilíquidos, negociados em mercados com número bastante restrito de agentes e com altos custos de transação.

Tal situação traz complicações na utilização do CAPM na avaliação dos mesmos. Vários autores, no entanto, tem estudado esta questão, buscando soluções para lidar com a iliquidez.

MICHALETZ, ARTEMENKOV E ARTEMENKOV (2007) apresentam um modelo alternativo ao CAPM para lidar com o problema da liquidez. MAYERS (1973) e MAYERS (1976) deriva modelos adaptados do CAPM para lidar com a questão da liquidez.

Um interessante modelo, mas de difícil aplicação, é apresentado por ELTON *et al* (2003), considerando-se uma carteira composta de ativos líquidos e ilíquidos. Consideremos:

$$E(R_i) = R_F + \frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M^2 + P_H/P_M \text{cov}(R_M R_H)} \left[\text{cov}(R_j R_M) + \frac{P_H}{P_M} \text{cov}(R_j R_H) \right]$$

onde

$E(R_i)$ é o retorno esperado do i -ésimo ativo da carteira;

R_F é a taxa livre de risco;

$E(R_M)$ é o retorno esperado do mercado;

σ_M^2 é a variância da carteira de mercado;

P_H é o volume total de ativos não líquidos;

P_M é o volume total de ativos líquidos;

R_H é o retorno dos ativos não líquidos.

O problema neste modelo é conseguir determinar a taxa de rendimento do ativo ilíquido (R_H) e as covariâncias entre o ativo não líquido e o ativo de mercado ($\text{cov}(R_M R_H)$) e do j -ésimo ativo líquido e do ativo ilíquido ($\text{cov}(R_j R_H)$). Outro ponto que também é complexo é determinar a razão entre os ativos líquidos e ilíquidos.

SHWARTZ e TEBALDI (2006) derivam modelos ainda mais complexos, considerando a combinação de ativos líquidos e ilíquidos.

Por outro lado, há os estudos empíricos sobre os descontos sobre a falta de liquidez. Eles são menos rigorosos do ponto de vista formal, e pode-se alegar que seus resultados são limitados às amostras utilizadas. No entanto, entendemos que tais resultados podem fornecer interessantes *insights* sobre um tema que é ainda altamente complexo.

KRAIGER, SPIEGEL E YAMAMORI (2005) analisam os impactos da queda da bolsa de valores de Tóquio sobre o preço dos imóveis japoneses. A conclusão é de que a queda nas ações causou severa iliquidez no mercado imobiliário.

BAJAJ *et al* (2001) analisam os deságios em uma série de Ofertas Públicas Iniciais (IPO, do inglês Initial Public Offer). Eles chegaram a descontos nos valores das ações, devido à iliquidez, de até 60%. Mais adiante, no mesmo estudo, eles analisam a consistência destes descontos e concluem que a determinação do desconto por iliquidez analisada pelos IPOs pode causar distorções na mesma.

DAS, JAGANNATHAM e SARIN (2001) estudaram um grande número de empresas de capital fechado, determinando que a probabilidade de saída de um *venture capital*³⁷ depende do setor, do estágio da empresa financiada, da quantidade de dinheiro investida e das percepções do mercado. Os descontos determinados por eles vão de 11% para empresas já maduras até 80% para empresas em estágios iniciais. No entanto, ainda derivadas de suas conclusões, eles acreditam que parte destes descontos se deva a falta de diversificação de investimentos e a valores de controle.

MERCER (2003) desenvolveu um modelo, chamado Modelo Quantitativo de Desconto pelas Condições de Mercado (em inglês *quantitative marketability discount model* – QMDM), que busca determinar o valor da empresa, partindo do valor dela como totalmente líquida, com relação a sua falta de liquidez. Tal modelo permite aos analistas ajustar a taxa de desconto. No entanto, tal ajuste envolve um significativo grau de subjetividade.

O modelo funciona da seguinte forma: considere-se uma empresa com fluxo de caixa esperado para o próximo período de U\$ 1,00. Supõe-se que a taxa de risco sistemático é de 9% e que o crescimento esperado nos fluxos de caixa seja 4%, o valor intrínseco da empresa será $\frac{1}{0,09 - 0,04} = 20$. Fazendo-se um ajuste na taxa de

desconto para a liquidez, supondo uma taxa extra de 3%, ou seja, uma taxa de desconto de 12%, a uma mesma razão de crescimento de 4%, mas agora dentro de um período estipulado para este crescimento, de 5 anos, mais o dividendo relativo ao fluxo de caixa, arbitrado em 60%, também crescendo a 4% nos próximos cinco anos, teremos o novo valor da empresa como:

Novo valor da empresa = VP @ 12% de U\$ 0,60 crescendo 4 % ao ano por cinco anos + $20 \times \left(\frac{(1,04)^5}{(1,12)^5} \right)$

Teríamos aí um valor de U\$ 16,13, o que implica num desconto pela iliquidez de 19,35%. A taxa de desconto ajustada pela falta de liquidez poderia ser determinada através de um processo iterativo, onde poderiam ser usados os descontos de valor apresentados em BAJAJ *et al* (2001) e DAS, JAGANNATHAM e SARIN (2001), chegando-se aí a taxa de desconto.

DAMODARAN (2008) apresenta evidências empíricas, oriundas de estudos realizados pela Venture Economics, entre os anos de 1984 e 2004, estimou que os investidores em capital de risco exigem um retorno médio de 4% em relação a ações de empresas negociadas na bolsa. Ele afirma também que este percentual não é

³⁷ São investidores em empresas de vários tipos, dentre elas, as de capital fechado. Usualmente, são fundos de pensão e de investimento.

fixo, podendo ser diminuído em casos de empresas bem estabelecidas e lucrativas, ou de setores mais estáveis³⁸.

Como podemos ver, é inegável que a baixa liquidez de uma empresa de capital fechado, ou de um empreendimento, no nosso caso, afeta o seu valor e, conseqüentemente, sua taxa de desconto. Também é claro que os modelos analíticos são de difícil implementação, uma vez que exigem dados nem sempre disponíveis ou de difícil obtenção. Chegamos a conclusão de que é mais prático utilizar os dados empíricos deduzidos dos vários estudos apresentados aqui.

Nossa preferência são os valores apresentados por DAMODARAN (2008), com o devido cuidado de analisar o empreendimento avaliando quanto ao setor de mercado, a lucratividade e as perspectivas futuras. O uso do modelo proposto por MERCER (2003) em associação com os descontos apresentados nos estudos aqui comentados pode ser útil também, mas com limitações quanto a sua aplicabilidade.

5. A UTILIZAÇÃO DO MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS DE CAPITAL PARA DETERMINAÇÃO DA TAXA DE DESCONTO NA AVALIAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO INDUSTRIAL

Neste capítulo, utilizaremos o CAPM, bem como suas modificações, para determinar a taxa de desconto que pode ser utilizada na avaliação de um empreendimento industrial, neste caso, mais especificamente, uma usina sucroalcooleira.

5.1 TAXA LIVRE DE RISCO

A primeira variável a ser considerada na determinação da taxa de desconto pelo CAPM é a determinação da taxa livre de risco.

Para um mercado sem probabilidade de inadimplência, como os Estados Unidos, DAMODARAN (2008, 16) considera três possibilidades: letras do tesouro americano, títulos do governo americano de 10 anos e títulos do governo americano de 30 anos. No entanto, ele critica o uso das letras do tesouro americano.

No caso de mercados com risco de inadimplência, como é o caso do Brasil, a cálculo se torna um pouco mais complicado.

A alternativa sugerida pelo próprio Damodaran é utilizar a taxa livre de risco de um país sem risco de inadimplência associada com um prêmio pelo risco país.

Neste caso, entendemos que a taxa ideal a ser considerada seria uma soma do título do governo americano de 30 anos com o prêmio pelo risco Brasil apresentado por uma agência de classificação de risco.

O rendimento atual de um título do governo americano é de 3,50%. O *rating* do Brasil junto a agência *Moody's* é Ba1, o que corresponde a um risco país para títulos soberanos de 2,50%. Logo, teremos uma taxa livre de risco:

$$R_f = 0,035 + 0,025 = 0,06$$

³⁸ Em sua avaliação da empresa Kristin Kandy, Damodaran usa uma taxa adicional de 2% devido a falta de liquidez, com a justificativa de que a mesma é uma empresa lucrativa.

5.2 PRÊMIO PELO RISCO DE MERCADO

DAMODARAN (2008, 18) aponta como uma das principais formas de calcular o prêmio pelo risco de mercado, para um país emergente, a utilização do prêmio pelo risco de mercado de um país com mercado financeiro adicionado de um risco pelo mercado.

DAMODARAN (2003) sugere a utilização de prêmios médios para o mercado americano adicionados ao risco país para o Brasil. Outra abordagem é apresentada em DAMODARAN (2008, 18), onde o risco para o país pode ser calculado através das diferenças de desvio padrão entre o prêmio pelo risco em um mercado maduro (EUA) e no Brasil. Matematicamente, teremos:

$$\text{Desviopadrão relativo}_{\text{BRASIL}} = \frac{\text{Desviopadrão}_{\text{BRASIL}}}{\text{Desviopadrão}_{\text{EUA}}}$$

$$\text{Prêmio pelo risco de mercado}_{\text{BRASIL}} = \frac{\text{Prêmio pelo risco de mercado}_{\text{EUA}}}{\text{Desviopadrão relativo}_{\text{BRASIL}}}$$

Outra abordagem é utilizar o prêmio pelo risco de mercado conforme apresentado na tabela 5 de DAMODARAN (2008, 18).

Além dessas, DAMODARAN (2008, 18) sugere cálculos de prêmio de risco de mercado pelo β e pelo λ .

Não há consenso sobre qual abordagem é a melhor. Na verdade, tais questões são fortemente dependentes da conjuntura do mercado, tanto nacional quanto internacional, de séries históricas dos retornos e da exposição dos riscos da empresa avaliada ao risco país.

Nesta situação em específico, utilizaremos a abordagem da adição do prêmio do risco médio de mercado para os Estados Unidos com o prêmio pelo risco de mercado Brasil. Assim teríamos:

$$\begin{aligned}(E_m - R_f) &= 0,0479^{39} + 0,025 \\ (E_m - R_f) &= 0,0729\end{aligned}$$

Aqui cabe uma importante observação. O prêmio pelo risco país já foi considerado no cálculo da taxa livre de risco. Destarte, a nova utilização desta taxa acarreta na contagem do risco em dobro.

Assim sendo, excluiríamos do cálculo o prêmio pelo risco país, considerando apenas o prêmio pelo risco de mercado americano. Assim, ficamos com:

$$(E_m - R_f) = 0,0479$$

³⁹ Neste caso estamos utilizando a média geométrica dos retornos das ações em relação aos títulos do governo americano, no período de 1928 a 2007.

5.3 CÁLCULO DO BETA

O cálculo do beta para um empreendimento, que não possui seus ativos negociados no mercado, é uma das partes mais complexas na estimação da taxa de desconto no CAPM.

Neste caso, seguindo o sugerido por DAMOADARAN (2003) e DAMODARAN (2008, 15), buscamos empresas do mesmo setor negociadas na bolsa, calculando os betas⁴⁰ para cada uma delas e determinando o beta médio.

Como nosso objetivo é a determinação da taxa de desconto para uma usina sucroalcooleira, buscamos junto ao mercado, empresas que atuem neste segmento e que possuam cotação em bolsas de valores. Foram consideradas as seguintes empresas:

- Cosan S.A. Indústria e Comércio – Brasil;
- Açúcar Guarani S.A. – Brasil;
- Usina São Martinho S.A. – Brasil;
- Illovo Sugar Inc. – África do Sul;
- Agrana Beteiligungs AG – Áustria;
- Verasun Energy Inc. – Estados Unidos da América;
- CSR Limited – Austrália.

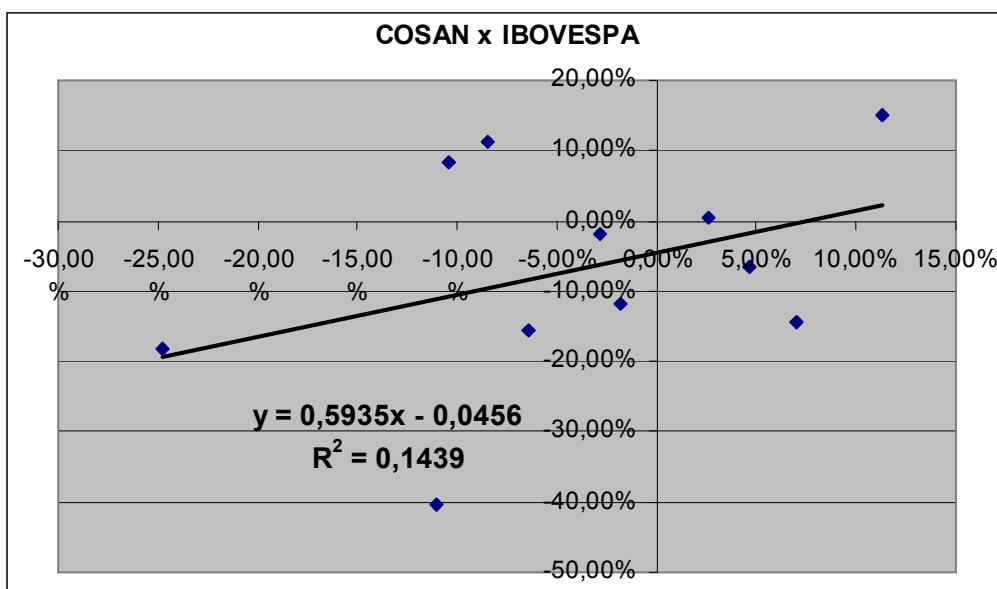
Infelizmente, obtivemos dados escassos de negociação das ações em questão, o que limitou nossas análises. A seguir, apresentamos os gráficos dos retornos de cada uma das ações em relação aos retornos do IBOVESPA (Cosan, Açúcar Guarani e Usina São Martinho) JSE (Illovo Sugar Inc.), Vienna Stock Exchange (Agrana Beteiligungs), Dow Jones (Verasun Energy Inc.) e Australian Stock Exchange (CSR Limited), bem como o cálculo do beta pela definição.

Nossa impressão é de que o fato de utilizarmos o beta local, ou seja o retorno das ações das companhias estudadas em relação ao índice de mercado de ações a qual a mesma é parte é o procedimento mais correto.

A idéia inicial era regredir todas as ações com os índices Dow Jones. No entanto, a volatilidade, que ditará o beta da companhia, é diferente para cada mercado. Com efeito, por ser um mercado maduro, a volatilidade do índice Dow Jones é bem inferior a da maioria dos mercados, mesmo numa época de crise financeira, como a que ocorre hoje. Além disso, haveria necessidade de dolarizar os preços das ações.

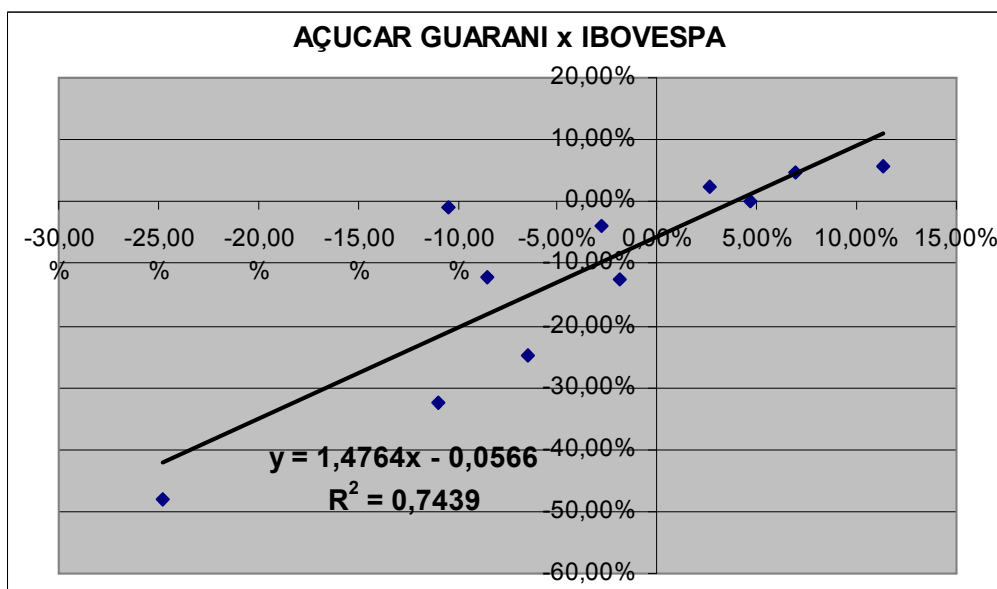
Acreditamos que tais situações poderiam distorcer sobremaneira os resultados dos betas, correndo o risco de superestimar os retornos. Além do mais, já estamos considerando um prêmio pelo risco de mercado na própria estrutura do CAPM.

⁴⁰ Neste caso, optamos por calcular os betas locais, ou seja os retornos das ações das empresas estudadas em relação aos índices dos mercados (p. ex., IBOVESPA, no Brasil). Note-se que estamos aproximando a carteira de mercado pelo índice de ações, o que não é necessariamente correto. No entanto, acreditamos que esta simplificação não comprometa os resultados.



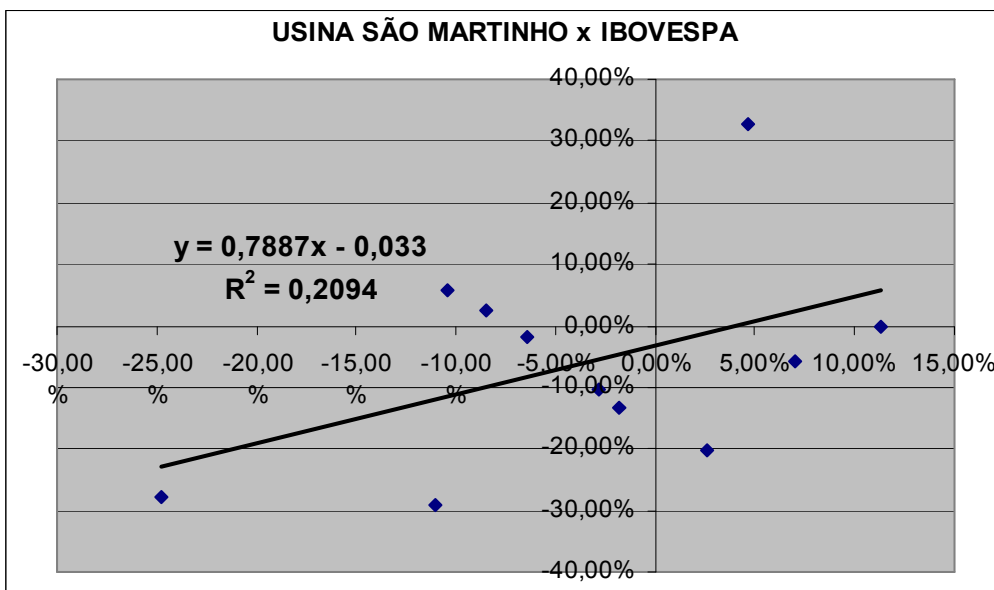
Quadro 9: Retornos da Cosan S.A. Indústria e Comércio em relação ao IBOVESPA

Para a Cosan S.A. Indústria e Comércio, temos $\beta = 0,5935$ e $r^2 = 0,1439$.



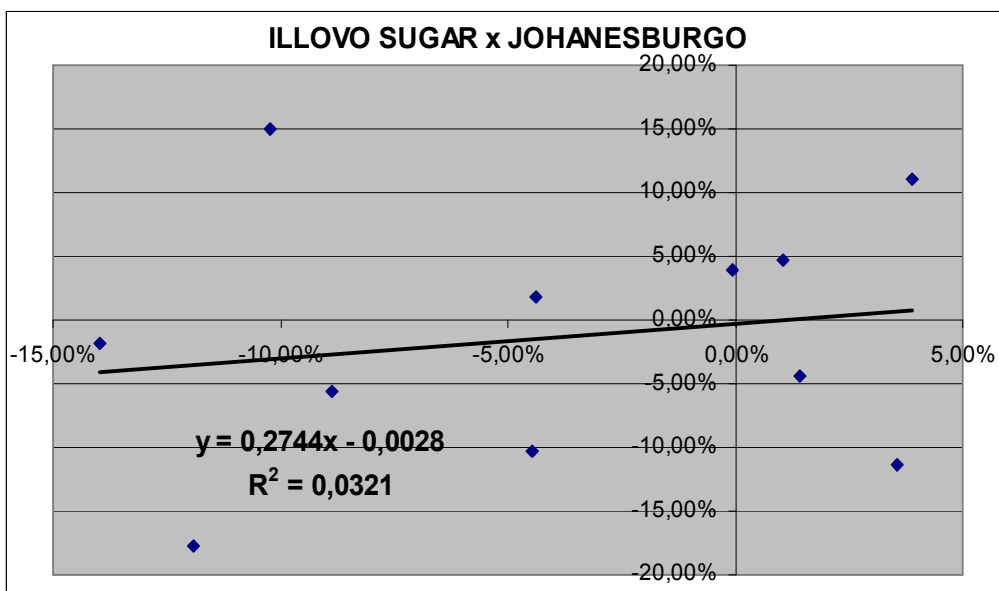
Quadro 10: Retornos da Açúcar Guarani S.A. em relação ao IBOVESPA

Para a Açúcar Guarani S.A., temos $\beta = 1,4764$ e $r^2 = 0,7439$.



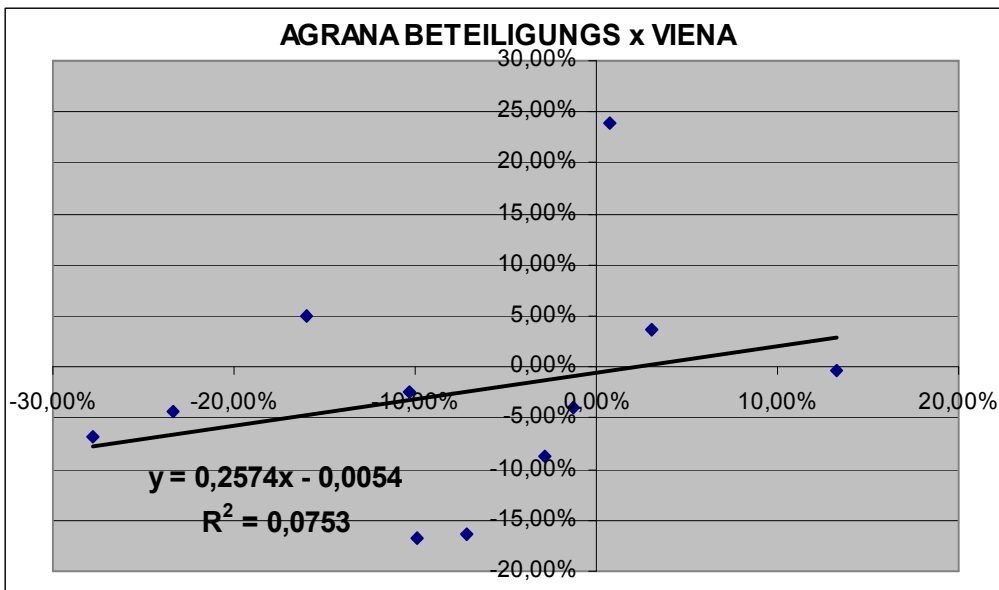
Quadro 11: Retornos da Usina São Martinho S.A. em relação ao IBOVESPA

Para a Usina São Martinho S.A., temos $\beta = 0,7887$ e $r^2 = 0,2094$.



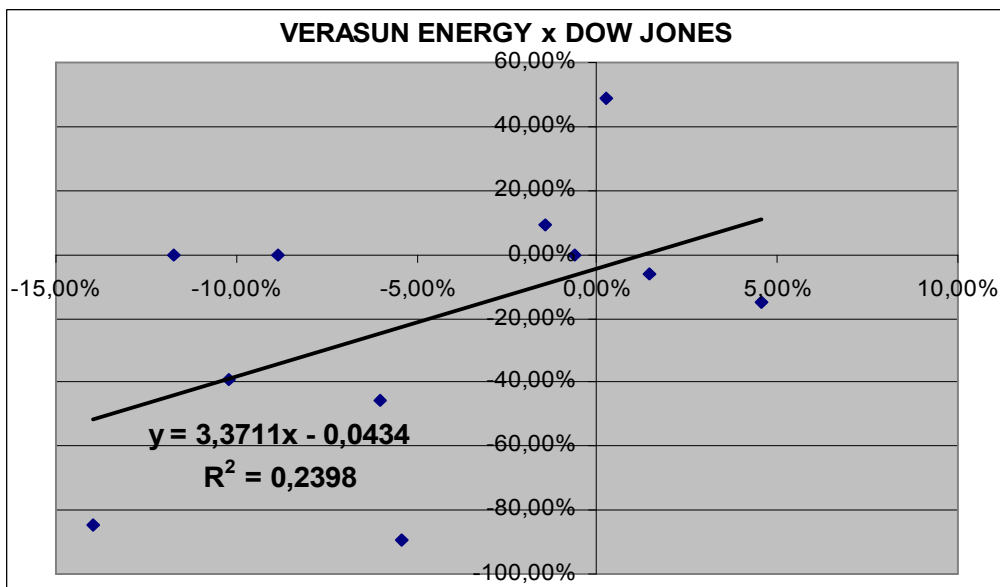
Quadro 12: Retornos da Illovo Sugar Inc em relação ao JOHNESBURG STOCK EXCHANGE

Para a Illovo Sugar Inc., temos $\beta = 0,2744$ e $r^2 = 0,0321$.



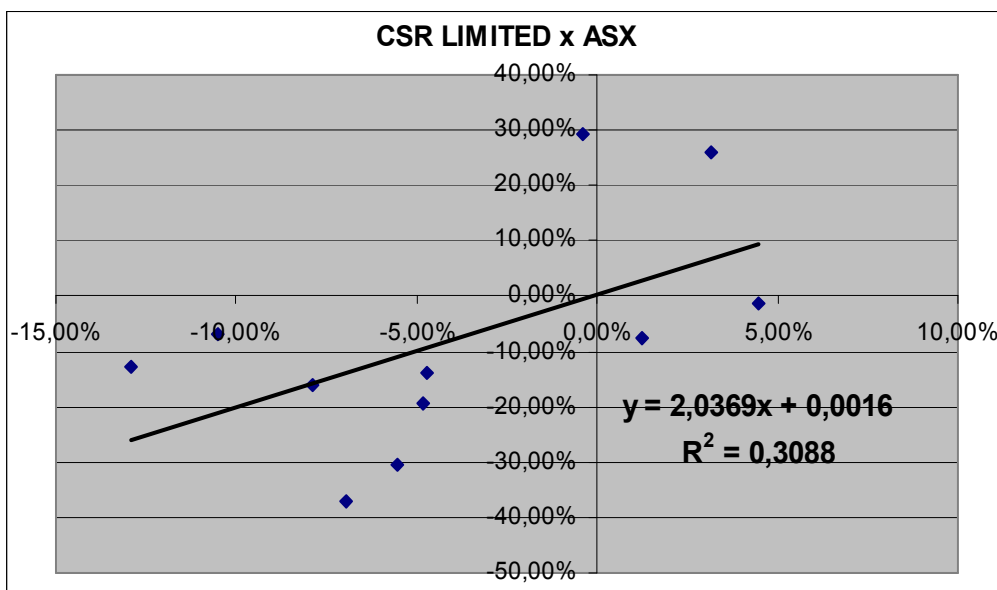
Quadro 13: Retornos da Agrana Beteiligungs AG em relação ao VIENNA STOCK EXCHANGE

Para a Agrana Beteiligungs AG, temos $\beta = 0,2574$ e $r^2 = 0,0753$.



Quadro 14: Retornos da Verasun Energy Inc em relação ao DOW JONES

Para a Verasun Energy Inc, temos $\beta = 3,3711$ e $r^2 = 0,2398$.



Quadro 15: Retornos da CSR Limited em relação ao AUSTRALIA STOCK EXCHANGE

Para a Verasun Energy Inc, temos $\beta = 2,0369$ e $r^2 = 0,3088$

Como podemos ver, há grande disparidade entre os betas calculados. Naturalmente, o baixo número de dados contribuiu fortemente para isso. Outro ponto é que empresas do setor sucroalcooleiro em mercados diferentes, reagem de forma diversa às oscilações deste.

Calculando o beta médio (β) para o empreendimento, levando em conta todos os dados, teremos:

$$\beta = 1,2569$$

No entanto, o desvio padrão para esta estimativa é de 1,1365 e o coeficiente de variação é de 90%. Neste caso, temos uma dispersão muito grande dos resultados.

Por outro lado, se considerarmos o beta médio somente das empresas brasileiras, teremos:

$$\beta = 0,9529$$

Com desvio padrão de 0,4668 e coeficiente de variação de 48%. Apesar de considerarmos um coeficiente de dispersão ainda alto, ele é bem melhor do que o da totalidade das empresas.

Desta forma, achamos coerente utilizar o beta calculado apenas com os dados das empresas brasileiras.

5.4 AJUSTE PARA A FALTA DE DIVERSIFICAÇÃO

O nosso próximo passo é calcular o ajuste para a falta de diversificação. Como já visto na seção 4.4.2, o beta a ser utilizado não deve ser o previamente calculado, responsável apenas pelo risco sistemático. Deve ser calculado o beta total. Junto com o cálculo dos betas de cada uma das empresas, calculamos também o r^2 de cada uma delas.

O ajuste se dá calculando a média dos r e dividindo o beta pelo resultado. Com efeito:

$$\beta_{\text{TOTAL}} = \frac{0,9529}{\frac{\sqrt{0,1439} + \sqrt{0,7439} + \sqrt{0,2094}}{3}}$$

Logo,

$$\beta_{\text{TOTAL}} = 1,68$$

5.5 AJUSTE PARA A FALTA DE LIQUIDEZ

Neste caso, utilizaremos a estimativa apresentada por DAMODARAN (2008, 15). Acreditamos que, diante das circunstâncias do mercado brasileiro, é forma possível de calcular o ajuste para a falta de liquidez.

Apesar das outras metodologias apresentadas serem mais formais do ponto de vista teórico, ou possuírem bases empíricas mais sólidas, acreditamos que a aplicação prática das mesmas seja complexa, tanto para este artigo, quanto para a aplicação geral na avaliação de empreendimentos industriais.

No caso de uma usina sucroalcooleira, considerando a situação atual do mercado, onde vemos superprodução de álcool, problemas financeiros nas usinas e empresas do setor e ações das companhias em queda, acreditamos que uma taxa de correção para liquidez da ordem de 2% a 3% é bastante apropriada.

O limite superior, 4%, a nosso ver, não deve ser aplicado pois, mesmo com as dificuldades do setor, trata-se de um segmento de mercado bem estabelecido, com uma demanda mínima com poucas chances de diminuição e que, além de tudo, apresenta possibilidades de expansão, seja na área do álcool, seja na área do açúcar. Neste caso, optamos por utilizar uma taxa de correção pela **iliquidez $R_{il} = 2\%$** .

5.6 TAXA DE DESCONTO PARA UMA USINA SUCROALCOOLEIRA

Com os parâmetros calculados, basta utilizar a expressão do CAPM, com suas devidas adequações, para se calcular a taxa de desconto de uma usina sucroalcooleira.

$$E_i = R_f + (E_m - R_f)\beta_{\text{TOTAL}} + R_{il}$$

$$E_i = 0,06 + 0,0479 \times 1,68 + 0,02$$

$$E_i = 0,1605 \text{ ou } 16,05\%$$

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O CAPM é um método extremamente eficaz na avaliação de ativos financeiros e foi fruto de inúmeros avanços na teoria econômico-financeira. Apesar de ter sofrido várias críticas e contestações, ele se manteve firme durante mais de quatro décadas, sendo o preferido dos analistas na avaliação e finanças corporativas.

No entanto, observamos várias restrições às hipóteses básicas do modelo que, se por um lado não são capazes de derrubá-lo, por outro sugerem cautela e análises mais detalhadas em sua utilização.

De outro lado, na avaliação de ativos reais, várias premissas necessárias a utilização do CAPM falham e sua utilização direta invariavelmente produzirá erros. Contudo, vimos que essas premissas podem ser relaxadas e é possível efetuar ajustes no modelo, teoricamente ou empiricamente embasados.

Como vimos, a determinação da taxa de desconto para um empreendimento do setor sucroalcooleiro depende de inúmeras adaptações ao modelo. Desde que feitas com base teórica e/ou empírica robustas, as mesmas não implicam na perda de qualidade do CAPM neste caso em particular.

Em nosso trabalho, mostramos uma vasta literatura com estudos visando a relaxar as hipóteses básicas do CAPM e torná-lo mais flexível em sua utilização. Nossas escolhas sobre quais formas de relaxar as hipóteses se basearam na facilidade de uso, de modo que um avaliador que necessite determinar a taxa de desconto para avaliação de um determinado empreendimento possa fazê-lo de forma simples, mas sem perder a precisão.

Cabe salientar que os resultados aqui apresentados derivam de pequena quantidade de dados e que, com sérias mais longas, teríamos uma taxa de desconto mais precisa.

Fica como sugestão a aplicação de metodologias mais complexas, apresentadas neste trabalho e a análise do incremento em precisão decorrente destes.

Por fim, este trabalho nem de longe esgota o assunto. Poderíamos dizer que é a ponta do iceberg e que novos trabalhos seriam muito importantes no desenvolvimento do tema. A nosso favor, podemos dizer que, embora imprecisões existentes, é uma ferramenta prática e relativamente, se não fácil, ao menos possível de ser utilizada por um avaliador, sem necessidade de exaustiva matemática disponível em outras formas probabilísticas de quantificar o risco.

7. BIBLIOGRAFIA

- (01) ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14653-1/01. Avaliação de Bens. Parte 1: Procedimentos Gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001;
- (02) ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14653-4/01. Avaliação de Bens. Parte 4: Empreendimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001;
- (03) ALLAIS, Maurice. *An Outline of My Contributions to Economic Science*. Nobel Lecture, December 9, 1988;
- (04) ARROW, Kenneth. *The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-bearing*. **Review of Economic Studies**. Vol. 31, (Abril, 1954), pp 91-96 (Este artigo foi originalmente apresentado em francês como Arrow, K. *Le Role des Valeurs Boursières por la Repatition la Meilleur des Risques* in International Colloquiumm on Econometrics. Paris: Centre National de la Reserche Scientifique, 1953);
- (05) ARTEMENKOV, A. I., MIKERIN, G.I. e ARTEMENKOV, I. L. *Professional Valuation and Investment-Financial Valuation: Distinction in Valuation for Private and Public Markets*. **The Appraisal Journal**. (Outono, 2008), pp. 355-370;
- (06) BACHELIER, Louis. *Théorie de la Spéculation*. **Annales Scientifiques de l'É.N.S.** 3^e série, tome 17 (1900), pp. 21-86;
- (07) BAJAJ, Mukesh, DENIS, David J., FERRIS, Stephen P. e SARIN, Atulya. *Firm Value and Marketability Discounts* (February 26, 2001). Disponível em SSRN: <<http://ssrn.com/abstract=262198>>;
- (08) BELL, David E. *Risk Premiums for Decision Regret*. **Management Science**. Vol. 29, No. 10 (Outubro, 1983), pp. 1156-1166;
- (09) BERNOULLI, Daniel. *Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis. Comentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, Tomus V, 1736, pp. 175-192 (Traduzido do latim para o inglês por Louise Sommer, *Exposition of New Theory on the Measurement of Risk*. **Econometrica**, Vol. 22, No. 1 (Jan., 1954), pp. 23-36);
- (10) COPELAND, Tom; KOLLER, Tim e MURRIN, Jack. **Avaliação de Empresas. Valuation**. São Paulo: Makron Books, 2002;
- (11) COURTAULT, Jean Michel *et al. Louis Bachelier on the Centenary of Théorie de la Spéculation*. **Mathematical Finance**. Vol. 10. No. 3 (Julho, 2000), pp. 341-353;

- (12) DAMODARAN, Aswath. *Valuation Approaches and Methods: A Survey of Theory and Evidence*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2006, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (13) DAMODARAN, Aswath. *Valuing Private Firms*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2003, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (14) DAMODARAN, Aswath. *Measuring Company Exposure to Country Risk: Theory and Practice*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2003, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (15) DAMODARAN, Aswath. *Marketability and Value: Measuring the Illiquidity Discount*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2005, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (16) DAMODARAN, Aswath. *What is the Riskless Free Rate. A Search for the Basic Building Block*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2008, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (17) DAMODARAN, Aswath. *Equity Risk Premium (ERP): Determinants, Explications and Implications*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2008, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (18) DAMODARAN, Aswath. *Estimating Risk Parameters*. Damodaran On Line. New York: New York University, 2008, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 04.mar.2009;
- (19) DAS, Sanjiv R., JAGANNATHAM, Murali e SARIN, Atulya. *The Private Equity Discount: An Empirical Examination of the Exit of Venture Backed Companies*. Working Paper, Social Science Research Network, 2001. Disponível em <SSRN: <http://ssrn.com/abstract=298083>>
- (20) EKERN, Steinar. *A Dozen Consistent CAPM-Related Valuation Models – so Why Use an Incorrect One?* Discussion Paper 6/2006, Department of Finance and Management Science, Norwegian School of Economics and Business Administration, Abril, 2006;
- (21) ELTON, Edwin J. *et al. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003;

- (22) FAMA, Eugene F. *The Behavior of Stock-Market Prices*. **The Journal of Business**. Vol. 38, No. 1, (Janeiro, 1965), pp. 34-105;
- (23) FAMA, Eugene F. *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*. **The Journal of Finance**. Vol. 25, No. 2, (Maio, 1970), pp. 383-417;
- (24) FAMA, Eugene F. *Market Efficiency, Long-term Returns and Behavioral Finance*. **Journal of Financial Economics**. Vol. 49, No. 3, (Setembro, 1998), pp. 283-306;
- (25) FAMA, Eugene F. e FRENCH, Kenneth R. *The Cross-Section of Expected Stock Returns*. **The Journal of Finance**. Vol. 47, No. 2, (Junho, 1992), pp. 427-466;
- (26) FISHER, Irving. **The Theory of Interest**. New York: McMillam Company, 1930;
- (27) FRIEDMAN, Milton e SAVAGE, Leonard J. *The Utility Analysis of Choices Involving Risk*. **Journal of Political Economy**, Vol. 56, No. 4 (Agosto, 1948), pp. 279-304;
- (28) GARVEY, *What is An Acceptable Rate of Return for an Undiversified Investor?* Artigo não publicado, 2001. Disponível em <<http://papers.ssrn.com/abstract=281432>>;
- (29) GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 2000;
- (30) HÜHNE, Leda Miranda (organizadora). **Metodologia Científica. Caderno de Textos e Técnicas**. Rio de Janeiro: Agir, 2002;
- (31) JENSEN, Michael C. *Capital Markets: Theory and Evidence*. **The Bell Journal of Economics and Management Sciences**. Volume 3, Issue 2, (Outono, 1972), pp. 357-398;
- (32) KAHNEMAM, Daniel e TVERSKY, Amos. *Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk*. **Econometrica**. Vol. 47, No. 2, (Março, 1979), pp. 263-292;
- (33) KAHNEMAM, Daniel e TVERSKY, Amos. *Choices, Values and Frames*. **American Psychologist**. Vol. 39, No. 4, (Abril, 1984), pp. 342-347;
- (34) KARLSSON, Kristofer. **How Do We Value Non Traded Firms?** 2003, 122 páginas. Dissertação (Mestrado). Linköping University, Department of Management and Economics;
- (35) KEYNES, John Maynard. **Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda**. São Paulo: Ed. Atlas, 1982;

- (36) KRAINER, John, SPIEGEL, Mark M. e YAMORI, Nobushi. *Asset Price Declines and Real Estate Market Illiquidity: Evidence from Japanese Land Values*. Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Paper 2004-16, San Francisco, Janeiro, 2005;
- (37) LEVY, Haim, DE GIORGI, Enrico e HENS, Thorsten. *Prospect Theory and CAPM: A Contradiction or Coexistence*. Institute for Empirical Research in Economics, University of Zurich, Working Paper No. 157, Junho, 2003;
- (38) LYNTNER, John. *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*. **The Review of Economics and Statistics**. Vol. 47, No. 1, (Fevereiro, 1965), pp. 13-37;
- (39) MANDELBROT, Benoit. *The Variation of Certain Speculative Prices*. **The Journal of Business**. Vol. 36, (1963), pp. 394-419;
- (40) MARKOWITZ, Harry M. *Portfolio Selection*. **The Journal of Finance**. Vol. 7, No. 1, (Março, 1952), pp. 77-91;
- (41) MARKOWITZ, Harry M. **Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments**. New York: John Wiley & Sons, 1959;
- (42) MAYERS, David. *Nonmarketable Assets and the Determination of Capital Asset Prices in the Absence of Riskless Asset*. **The Journal of Business**. Vol. 46, No 2, (Abril, 1973), pp. 258-267;
- (43) MAYERS, David. *Nonmarketable Assets, Market Segmentation and the Level of Asset Prices*. **Journal of Finance and Quantitative Analysis**. Vol. 11, No 1, (Março, 1976), pp. 1-12;
- (44) MERCER, Christopher. *A Primer on the Quantitative Marketability Discount Model*. **The CPA Journal**, Julho, 2003;
- (45) MICHALETZ, Vladimir B., ARTEMENKOV, Andrey I. e ARTEMENKOV, Igor L. *Income Approach and Discount Rates for Valuing Income-Producing Illiquid Assets - Outlines of New Framework: Revisiting the Concepts in Income Approach and Developing the Model of Illiquid Assets Transactional Pricing*. **Journal of Applied Finance**. Dezembro, 2007;
- (46) MODIGLIANI, Franco e MILLER, Merton H. *The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment*. **The American Economic Review**. Vol. 48, No. 3, (Junho, 1958), pp. 261-297;
- (47) MUTH, John. *Rational Expectations and The Theory of Prices Movement*. **Econometrica**. Vol. 29, No. 3 (Julho, 1961), pp. 315-335;

- (48) MYERS, Stewart C. e TURNBULL, Stuart M. *Capital Budgeting and Capital Asset Pricing Model: Good News and Bad News*. **The Journal of Finance**. Vol. 32, No. 2, (Maio, 1977), pp. 321-333;
- (49) PRATT, John W. *Risk Aversion in the Small and in the Large*. **Econometrica**. Vol 32, No. 1/2 (Janeiro – Abril, 1964), pp. 122-136;
- (50) SAMUELSON, Paul. *Foreword*. In BACHELIER, Louis. **Théorie de la Spéculation** (traduzido para o inglês por Mark Davis e Alison Etheridge. **Theory of Speculation. The Origins of Modern Finance**. Princeton: Princeton University Press, 2006);
- (51) SHANKEN, Jay, SLOAN, Richard G. e KOTHARI, S. P. *Another Look at the Cross-Section of Expected Returns*. **Journal of Finance**. Vol. 50, No. 1, (Abril, 1999), pp. 185-224;
- (52) SHARPE, William. *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*. **Journal of Finance**. Vol. 19, Issue 3, (Setembro, 1964), pp. 425-442;
- (53) SHARPE, William. *Capital Asset Prices With and Without Negative Holdings*. Nobel Lecture, December 7, 1990;
- (54) SHWARTZ, Eduard e TEBALDI, Claudio. *Illiquid Assets and Optimal Portfolio Choice*. National Bureau of Economic Research Working Paper 12633, Cambridge, Outubro, 2006;
- (55) SIMONSEN, Mário Henrique. **Ensaio Analítico**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1994;
- (56) TOBIN, James. *Liquid Preference as a Behaviour Towards Risk*. **The Review of Economic Studies**. No. 67, (fevereiro, 1958), pp. 65-86;
- (57) TREYNOR, Jack. *Toward a Theory of the Market Value of Risky Assets*. Artigo não publicado, 1961, disponível em <<http://ssrn.com/abstract=628187>>;
- (58) VELEZ-PAREJA, Ignacio. *Cost of Capital for Non-Traded Firms*. (Novembro, 2005). Disponível em SSRN: <<http://ssrn.com/abstract=366981>>;
- (59) VON NEUMAN, John e MORGENSTERN, Oskar. **Theory of Games and Economic Behavior**. Princeton: Princeton University Press, 1944;
- (60) VOSE, David. **Risk Analysis. A Quantitative Guide**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2008;
- (61) WELLINGTON, Arthur M. **The Economic Theory of Railway Location**. New York: John Wiley & Sons, 1887.