

**XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/AM – 2011**

**CAPM NA AVALIAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS INDUSTRIAIS: UMA  
ABORDAGEM PELO BETA TOTAL**

**Benvenho, Agnaldo Calvi**  
Eng<sup>o</sup> Mecânico – CREA/SP 5061106600  
Especialista em Engenharia de Avaliações e Perícias  
[abenvenho@terra.com.br](mailto:abenvenho@terra.com.br)

**Resumo:** *A avaliação de empreendimentos industriais é realizada, em grande parte dos casos, através do método da renda, utilizando a sistemática do fluxo de caixa descontado. Um dos pontos nevrálgicos desse procedimento é determinar uma correta taxa de desconto para atualização dos fluxos de caixa que reflita de forma correta os riscos do empreendimento. A metodologia para cálculo da taxa de desconto mais empregada é o CAPM (Capital Asset Pricing Modelo), mas sua estrutura lógica foi concebida para empresas de capital aberto. A utilização em empresas de capital fechado ou empreendimentos depende de uma série de hipóteses adicionais.*

**Palavras chave:** *Avaliação, Empreendimento, CAPM, Taxa, Desconto.*

## **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.

É importante destacar que as conclusões obtidas neste estudo não devem ser tomadas como normas para avaliação de empreendimentos industriais, mas como uma forma, dentre outras possíveis, no cálculo da taxa de desconto, ou como benchmark no uso de outros métodos.

## **2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE ATIVOS REAIS**

Ativos reais podem ser avaliados através de três métodos básicos: Comparativo, onde o valor do mesmo é obtido através da comparação com outros similares, negociados no mesmo mercado; Custo, no qual o valor daquele é determinado pelo custo de sua reprodução e/ou reedição e, finalmente, Renda, onde o valor é determinado através da capacidade do ativo gerar renda.

Neste estudo, o que nos interessa é o método da renda, pois nosso objeto de estudo, empreendimentos, tem este como principal em sua avaliação.

ABNT (2001) define o método da renda a seguir:

### **8.2.4 Método da capitalização da renda**

*Identifica o valor do bem, com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários viáveis.*

De acordo com CAIRES (2006), o rendimento líquido de um ativo qualquer a um determinado instante de tempo  $t$  é  $R(t)$ . Considerando uma taxa de desconto  $j$  constante no tempo e adequada ao ativo, temos que seu valor presente é:

$$e^{-jt}R(t)dt$$

Esta expressão define de forma rigorosa o valor presente de um ativo descontado a uma dada taxa  $j$ . No entanto, ele é apropriado para fluxos de caixa contínuos. Como na maioria das vezes, trabalhamos com fluxos discretos, ou seja, concentrados em períodos, é interessante rerepresentar a expressão em questão, considerando fluxos discretos.

Conforme GITMAN (2002), o valor de qualquer ativo é o valor presente de todos os fluxos de caixa que se espera gerar durante o período relevante. Isto pode ser resumido na seguinte expressão.

$$V_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

Onde:

$V_0$  = valor do ativo na data zero;

$FC_t$  = fluxo de caixa esperado no final do ano  $t$ ;

$k$  = retorno exigido apropriado (taxa de desconto);

$n$  = período relevante.

Esta é uma expressão geral, considerando fluxos de caixa discretos no tempo, e que nos permite a avaliação de qualquer ativo, seja ele real ou financeiro.

Nosso objetivo é a avaliação de empreendimentos. Antes de entrar propriamente no tema, necessário se faz comentários sobre a avaliação de empresas, devido ao fato de que os modelos atualmente utilizados de fluxo de caixa descontado foram desenvolvidos para estas.

De acordo com DAMODARAN (2001), há duas formas principais de abordagem na avaliação pelo fluxo de caixa descontado, que são o Valor do Patrimônio Líquido e Valor da Empresa.

Segundo DAMODARAN (2001) o valor do patrimônio líquido é obtido descontando-se os fluxos de caixa do acionista esperados, ou seja, os fluxos de caixa residuais após dedução de todas as despesas, bônus fiscais, e pagamento de juros e principal, ao custo do patrimônio líquido, isto é, a taxa de retorno exigida pelos investidores sobre o patrimônio líquido da empresa. O modelo é dado pela seguinte expressão:

$$\text{Valor do patrimônio líquido} = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{\text{CF do acionista}}{(1+k_e)^t}$$

Onde:

CF do Acionista = Fluxo de Caixa do Acionista esperado no período t

$K_e$  = Custo do Patrimônio Líquido

Por outro lado, seguindo ainda a conceituação de DAMODARAN (2001), o valor da empresa é obtido descontando-se os fluxos de caixa esperados pela empresa, ou seja, os fluxos de caixa residuais após a realização de todas as despesas operacionais e impostos, mas antes do pagamento das dívidas, pelo custo médio ponderado de capital, que é o custo dos diversos componentes de financiamento utilizados pela empresa. A expressão a seguir representa este modelo:

$$\text{Valor do Empresa} = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{\text{CF da empresa}}{(1 + \text{WACC})^t}$$

Onde:

CF da Empresa = fluxo de caixa da empresa esperado no período t;

WACC = Custo Médio Ponderado de Capital.

Como podemos ver, ambos os modelos levam em conta um período de projeção infinito. Conceitualmente, não há problemas em adotar tal período. Na prática, porém, não faz muito sentido projetar fluxos de caixa indefinidamente. Diante disso KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) propõe que a avaliação pelo fluxo de caixa seja dividida em dois componentes, um de previsões explícitas e um constante, ao final do período do primeiro, de acordo com o seguinte esquema:

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

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:

$$V = \sum_{t=1}^T \frac{\text{FCF}_t}{(1+k)^t} + \frac{\left( \frac{\text{FCF}_T}{k} \right)}{(1+k)^T}$$

### 3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE EMPREENDIMENTOS

Segundo ABNT (2001), empreendimento é: *“Conjunto de bens capaz de produzir receitas por meio da comercialização ou exploração econômica. Pode ser: imobiliário (por exemplo: loteamento, prédios comerciais/residenciais), de base imobiliária (por exemplo: hotel, shopping Center, parques temáticos), industrial ou*

rural. Ainda, segundo a mesma, empresa é: “Organização por meio da qual se canalizam recursos para produzir bens e serviços, com vista, em geral, à obtenção de lucros, podendo no seu patrimônio conter cotas-parte de outras empresas ou empreendimentos”.

É importante fazer esta diferenciação, pois os modelos de fluxo de caixa descontado de avaliação de empresas devem ser adaptados a avaliação de empreendimentos.

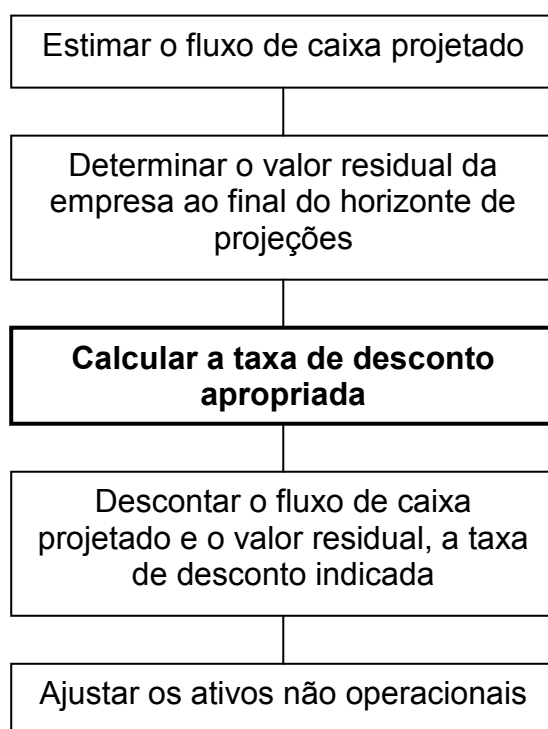
Em primeiro lugar, convém informar que uma empresa pode ser constituída de apenas um empreendimento (uma fábrica, por exemplo) ou por um conjunto de empreendimentos (empresas que atuam em diversos setores, ou que possuem diversos empreendimentos dentro do mesmo setor).

Outro ponto importante que diferencia a avaliação de empreendimentos da de empresas é que o fluxo de caixa do primeiro seria descontado ao custo do seu patrimônio líquido, ou seja, seu custo próprio de capital. Isto se deve ao fato de que, via de regra, o endividamento esteja atrelado à empresa e não ao empreendimento.

Finalmente, a determinação do custo de capital, ou taxa de desconto do empreendimento, a qual deve refletir o risco do mesmo, dificilmente poderá ser feita como em uma empresa, sobretudo uma de capital aberto. Devemos considerar ainda que os modelos de fluxo de caixa descontado foram idealizados para avaliação de empresas de capital aberto.

Empresas de capital fechado e empreendimentos devem ter suas condições analisadas de forma particular, sobretudo no que toca à análise do risco e conseqüente cálculo da taxa de desconto.

O fluxograma a seguir ilustra a aplicação do método.

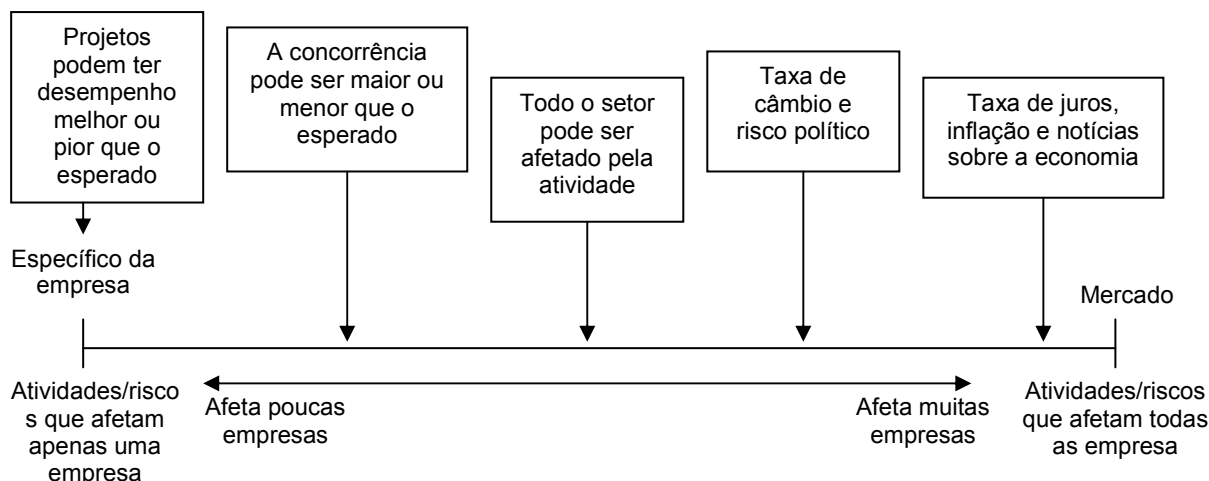


**Figura 1:** Fluxograma para avaliação pelo método do fluxo de caixa descontado (GATTO, 2007)

#### 4. TAXA DE DESCONTO, RISCO E CAPM

ABNT (2001) define taxa de desconto como aquela que é utilizada para calcular o valor presente de um fluxo de caixa. Segundo DAMODARAN (2007), a taxa de desconto deve refletir o grau de risco dos fluxos de caixa. Ainda segundo o mesmo, o risco refere-se à probabilidade de obtermos um retorno de investimento que seja diferente do previsto. ABNT (2001) define risco como sendo a parte da incerteza que pode ser quantificada por probabilidade, e esta como as possíveis variações aleatórias no resultado esperado, quantificáveis ou não por probabilidade.

Outro importante ponto concernente ao risco é de que existem várias formas. Em algumas, apenas alguns ativos são afetados. Outros afetam a economia como um todo, trazendo conseqüências para todos os participantes desta. A figura a seguir nos mostra este desdobramento.



**Figura 2:** Desdobramento do risco  
(Adaptado de DAMODARNA, 2007)

No contexto atual da teoria financeira, o método mais utilizado na determinação de taxas de desconto em empresas é o *Capital Asset Pricing Model* ou CAPM.

O CAPM é uma derivação dos trabalhos de MARKOWITZ (1952), que desenvolveu uma teoria de seleção de investimentos baseada na média (retorno) das ações e sua variância (risco), considerando distribuições normais de probabilidade.

Seguindo o trabalho de Markowitz, SHARPE (1964) e LYNTNER (1965) conceberam a estrutura do CAPM, no qual o risco de um ativo (e, por conseqüência, a taxa de desconto) são relacionadas a um ativo livre de risco, a um prêmio pelo investimento em um portfólio de risco e um fator de risco específico do ativo alvo do investimento. O modelo matemático é apresentado a seguir:

$$k_i = r_f + \beta \times (E_m - r_f)$$

sendo

$k_i$  : taxa de desconto do ativo,

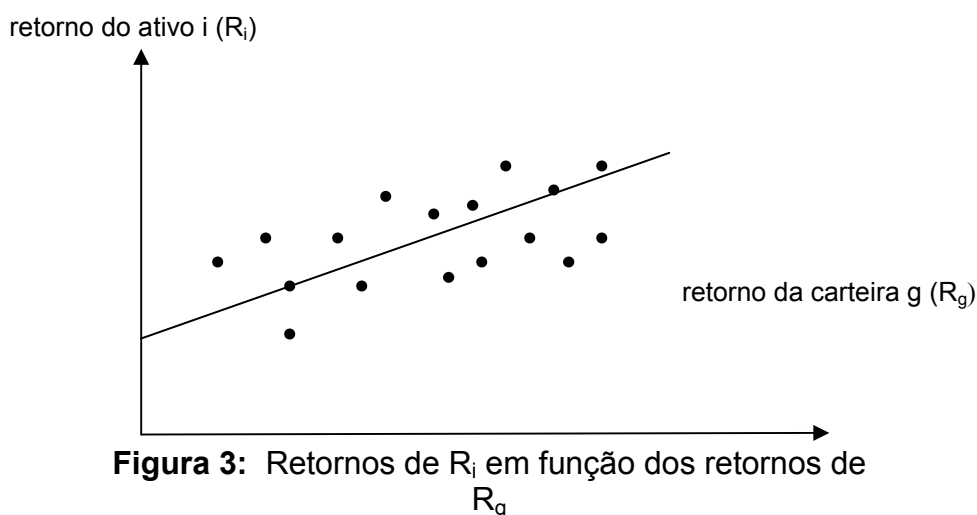
$r_f$  : taxa livre de risco,

$E_m$  : retorno médio de mercado de ativos de risco

$(E_m - r_f)$  : prêmio pelo investimento em um portfólio de risco (conhecido como prêmio pelo risco de mercado),

$\beta$  : coeficiente de risco do ativo avaliado.

A figura a seguir ilustra graficamente o modelo CAPM.



**Figura 3:** Retornos de  $R_i$  em função dos retornos de  $R_g$

Considerando a carteira  $g$  como a carteira de mercado ( $g = m$ ), pode-se calcular a variabilidade do retorno do ativo  $i$  em relação à variação da carteira de mercado:

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

O CAPM apresenta uma série de exigências para que seja plenamente válido. Estas premissas envolvem:

- O investidor é bastante diversificado;
- Todos os investidores são avessos ao risco;
- Não há custos transacionais;
- Há a possibilidade de empréstimo ilimitado a taxa livre de risco.

Estas premissas são bastante restritivas, mas não impedem o uso do modelo, de uma forma geral. Para este trabalho, há necessidade de efetuar adaptações ao modelo.

Observando o modelo padrão do CAPM, para determinação da taxa de desconto através do mesmo, é necessário a estimativa de três parâmetros: a taxa livre de risco, o prêmio pelo risco de mercado e o coeficiente de risco do ativo.

Quanto à taxa livre de risco e o prêmio pelo risco de mercado, embora haja discussões sobre a determinação dos mesmos, suas estimativas são relativamente simples, dependendo das hipóteses adotadas pelo avaliador.

A determinação do coeficiente de risco do ativo ( $\beta$ ) apresenta maior número de controvérsias. Existem várias formas de cálculo relacionadas a extensão e periodicidade, ajustes e alavancagem, isto considerando ativos publicamente negociados. Quanto a ativos que não tem negociação pública, o cálculo é ainda mais controverso.

## 5. CRÍTICAS E AJUSTES AO CAPM

Embora o CAPM seja o modelo para precificação de ativos e determinação do custo de capital e taxas de desconto na avaliação de ações mais utilizado, surgiram vários questionamentos quanto a sua eficiência. Além disso, as premissas básicas do modelo restringem o uso do mesmo a ativos que não tem negociação pública.

Neste capítulo, buscaremos apresentar as principais críticas ao modelo, bem como analisar as soluções propostas, ou as contra argumentações em defesa do CAPM.

Vários artigos contestavam a validade do CAPM em prever o retorno de ações, sobretudo no que tange ao coeficiente beta. FAMA e FRENCH (1992) concluíram que os testes por eles realizados não suportavam a hipótese de que os retornos médios das ações estivessem positivamente correlacionados com os coeficientes beta. Também foi apresentado um modelo alternativo, correlacionando os retornos médios das ações com o tamanho da empresa, o grau de alavancagem financeira e a relação entre valor de mercado e valor contábil. Isto deu origem ao modelo de três fatores de Fama-French.

Posteriormente, SHANKEN, SLOAN e KHOTARI (1999) rebateram aquelas conclusões, alegando que os testes estatísticos realizados não tinham força suficiente para refutar a correlação entre os retornos médios das ações e o beta, chegando a conclusão de que os retornos anualizados são estatisticamente e economicamente consistentes com o beta.

No entanto, o trabalho de Fama e French chamou a atenção para o efeito tamanho das empresas. Segundo PRATT e GRABOWSKI (2008) há evidências nos dois sentidos, ou seja, da existência ou não do efeito tamanho. O efeito tamanho indica que empresas de menor porte apresentam maiores riscos e, conseqüentemente, maiores retornos exigidos. Há questionamentos se o mercado realmente precifica tal diferença.

PRATT e GRABOWSKI (2008) nos apresentam estudos realizados por Morningstar e Dulph & Phelps que observam empiricamente a ocorrência do efeito tamanho em ações negociadas nos Estados Unidos. Mas os mesmos apresentam hipóteses alternativas, donde o efeito tamanho pode ser devido a erros na estimação dos betas, composição das classes de empresas de pequeno porte ou problemas com dados.

No caso da avaliação de empreendimentos industriais, o efeito tamanho pode apresentar influências para a determinação da taxa de desconto, uma vez que o porte dos mesmos é menor do que a maioria das empresas comparáveis do setor.

Outra questão bastante levantada é a diversificação dos investidores. Como já apresentado, uma das premissas básicas do CAPM é a de que os investidores detêm portfólios bastante diversificados, sendo que apenas os riscos de mercado (sistemáticos) devem ser cobertos, uma vez que, com tal diversificação, os riscos



específicos da empresa (riscos não sistemáticos) apresentam pequena influência em suas carteiras.

No entanto, há debates sobre quão diversificados são os investidores. GOETZMAN e KUMAR (2004) observam que a grande maioria dos investidores detém portfólios sub-diversificados, seja por excesso de confiança, vieses ou questões de escolha. CAMPBELL *et al* (2001) constataram um substancial aumento do risco não sistemático face ao risco de mercado, e que os portfólios atuais não são suficientes para anular seu efeito.

BENETT e SIAS (2006) informam que não há evidências de que os investidores consigam montar facilmente portfólios bem diversificados, assim como existem ganhos significativos, do ponto de vista de anulação do risco sistemático, em expandir os portfólios a mais de 50 ações. MALKIEL e XU (2006) afirmam que se grupos de investidores específicos não deterem a carteira de mercado, outros grupos também não conseguirão. DOMIAN, LOUON e RACINE (2006) concluíram em seus estudos que há ganhos significativos na diversificação de portfólios quando os mesmos passam de cem ações. Finalmente, GOYAL e SANTA-CLARA (2003) concluem que há uma ligação entre o risco não sistemático e os retornos médios das ações.

Mesmo portfólios com grande número de ações podem não ser diversificados o suficiente para anular os efeitos dos riscos não sistemáticos.

Quanto a empreendimentos industriais, o efeito é mais significativo, pois em geral, proprietários deste tipo de ativo são pouco diversificados, tendo grande parte de sua riqueza investida nos mesmos. Tais investidores estão muito expostos aos riscos específicos e o beta tradicional pode subavaliar os riscos do empreendimento.

PRATT e GRABOWSKI (2008) apresentam uma alternativa para incorporar o risco específico da empresa no CAPM, chamado prêmio pelo risco da empresa. Esta abordagem é útil, mas bastante limitada, pois foi desenvolvida através da análise estatística de empresas de capital aberto lucrativas e tem aplicações limitadas em avaliações de ativos não negociados publicamente.

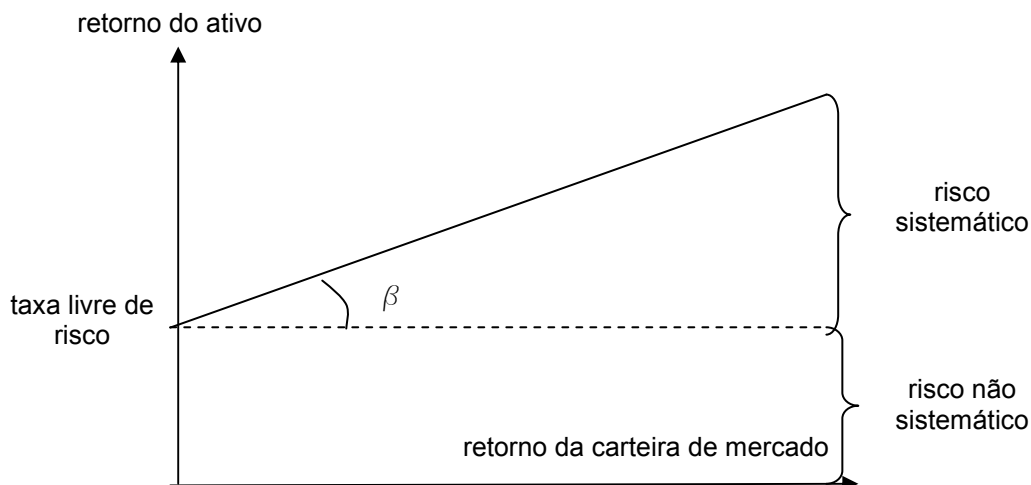
DAMODARAN (2007), acompanhado por BUTLER e PINKERTON (2007), apresenta uma alternativa que incorpora de forma bastante fundamentada o risco específico da empresa, alicerçado nas deduções teóricas do trabalho de SHARPE (1964).

O coeficiente beta mede o risco de um determinado ativo em relação ao mercado. O cálculo é efetuado através de regressão linear simples, pelo método dos mínimos quadrados ordinários, onde a inclinação da reta é o coeficiente beta procurado. Como em qualquer medida estatística, existe uma incerteza associada a esta medição. O coeficiente  $R^2$  mede a porcentagem do risco do ativo em relação ao mercado.

A forma de medir o risco total do ativo é através da determinação do que DAMODARAN (2007) chama de beta total, que é a divisão do beta determinado através da regressão linear pela raiz quadrada do coeficiente de determinação  $R^2$ , chamado de coeficiente de correlação, resumido na expressão abaixo.

$$\beta_{\text{TOTAL}} = \frac{\beta}{\sqrt{R^2}}$$

Sendo então o beta total, e não o beta, aplicado na expressão do CAPM. A figura a seguir, ajuda a entender graficamente o significado.



**Figura 4:** Retorno do ativo e retorno da carteira

Esta abordagem apresenta vantagens, entre elas poder ser usada para empresas de capital aberto, de capital fechado e empreendimentos, com os devidos ajustes no cálculo do beta, bem como incluir eventuais prêmios pelo tamanho da empresa.

Uma discussão derivada desta abordagem se prende ao fato de que, no cálculo do beta o coeficiente de determinação  $R^2$  será sempre igual ou menor que 1. Considerando esta situação, o beta total será sempre maior que o beta de mercado, o que elevará o grau de risco e conseqüentemente a taxa de desconto do ativo a ser avaliado.

A questão que emerge é se companhias que apresentam valores mais baixos do  $R^2$  são realmente mais arriscadas que companhias com valores maiores daquele. Dentro desta linha, TEOH e YANG (2009) concluíram que empresas cujos coeficientes de determinação eram mais baixos apresentavam maiores níveis de risco. Outro estudo, de JIN e MYERS (2005) relaciona baixas medidas do  $R^2$  a deficiência de informações sobre as empresas, o que incrementa o risco aos olhos do investidor.

Assim, acreditamos que o beta total seja a melhor medida para caracterizar a conjunção dos riscos sistemático e não sistemático, na avaliação de um empreendimento que não é publicamente negociado. Mesmo para ações de empresas publicamente negociadas, o uso do beta total pode trazer informações adicionais na avaliação.

## 6. INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

O processo desenvolvido em um empreendimento sucroalcooleiro é a moagem de cana de açúcar e produção de etanol (hidratado e/ou anidro), açúcar (cristal, VHP ou refinado), energia e levedura seca.

A seguir, apresentamos uma descrição sucinta do processo, extraída de HUGOT (1969), TROMP (1936) e MARAFANTE (1993).

A cana de açúcar é pesada em balanças e são tomadas amostras, que serão analisadas para determinação do seu ATR (Açúcares Totais Recuperáveis), base de pagamento da mesma.

Em seqüência, ela é dirigida ao setor de preparo, onde é descarregada dos caminhões, lavada com água para separação de palha, terra e impurezas. A cana lavada é então picada e desfibrada (macerada), de modo a melhorar a extração do seu caldo.

Após o preparo, é feita a extração do caldo. A cana desfibrada é dirigida à moenda, onde é feita a extração através de prensagem. Na usina em questão existe um tandem com quatro ternos, diâmetro de 37 polegadas e largura de 66 polegadas, com acionamento individual em cada terno por turbina a vapor e redutor planetário.

A partir daí, o fluxo se divide. Na saída do moenda, temos o bagaço. Ele é direcionado, por meio de esteiras transportadoras, para a caldeira, onde será queimado para produção de vapor a ser utilizado nos processos da unidade.

O caldo extraído é direcionado ao setor de tratamento de caldo. Aí, o caldo extraído é aquecido, passando depois por um processo de decantação, para separar os particulados. Os particulados são direcionados para um filtro prensa, onde é extraído o caldo que possa ter permanecido nos mesmos.

O caldo decantado pode seguir dois caminhos. O caldo a ser utilizado na fabricação de álcool vai para os pré-evaporadores, onde é concentrado através do processo de evaporação, com o objetivo de aumentar a eficiência da fermentação alcoólica. O caldo para fabricação de açúcar passa por processo de sulfitação, para melhorar sua qualidade e obter a coloração branca do açúcar cristal. Em seguida, é direcionado para os pré-evaporadores para concentração.

Parte do caldo concentrado, a ser utilizado na fabricação do álcool, é direcionado às dornas de fermentação, onde será misturado ao levedo, fungo responsável pela fermentação alcoólica. O sistema de fermentação na usina é o de bateladas, onde as dornas são preenchidas, é feita a fermentação e esvaziadas para novo enchimento com caldo. Deste processo, resulta o vinho, o qual trata-se de uma mistura de vários componentes, como álcool, flegma, vinhaça, óleo fúseo e levedo. Este vinho é centrifugado, para retirar o levedo, que pode ser reaproveitado na fermentação ou comercializado.

O vinho centrifugado vai então para a destilaria, onde será separado o álcool dos demais componentes. Os aparelhos de destilação recebem o vinho e através de adição de vapor, vão volatilizando os diversos componentes, até chegar ao álcool hidratado, com 96°GL. O álcool hidratado é então medido e armazenado.

Os resíduos são descartados ou utilizados na fertirrigação das lavouras de cana nas proximidades da usina.

Outra parte do caldo concentrado, a ser utilizado na fabricação de açúcar, é direcionado para o setor de evaporação, onde sofrerá nova concentração nos equipamentos denominados evaporadores.

O caldo evaporado é então dirigido aos cozedores, os quais, através do uso de vapor, efetuarão o cozimento do caldo, resultando na massa. Esta vai para os cristalizadores, onde os cristais de açúcar se formam. Em seguida, vão para as centrifugas, onde é separado o açúcar dos méis e melaços.

O açúcar que sai das centrifugas se encontra úmido. Então ele é conduzido ao secador esfriador, onde o mesmo é seco e resfriado, seguindo daí para a armazenagem e expedição.

O mel da centrifugação passa por um novo tratamento para extrair açúcares restantes. O resíduo, melaço, é utilizado na fabricação de álcool.

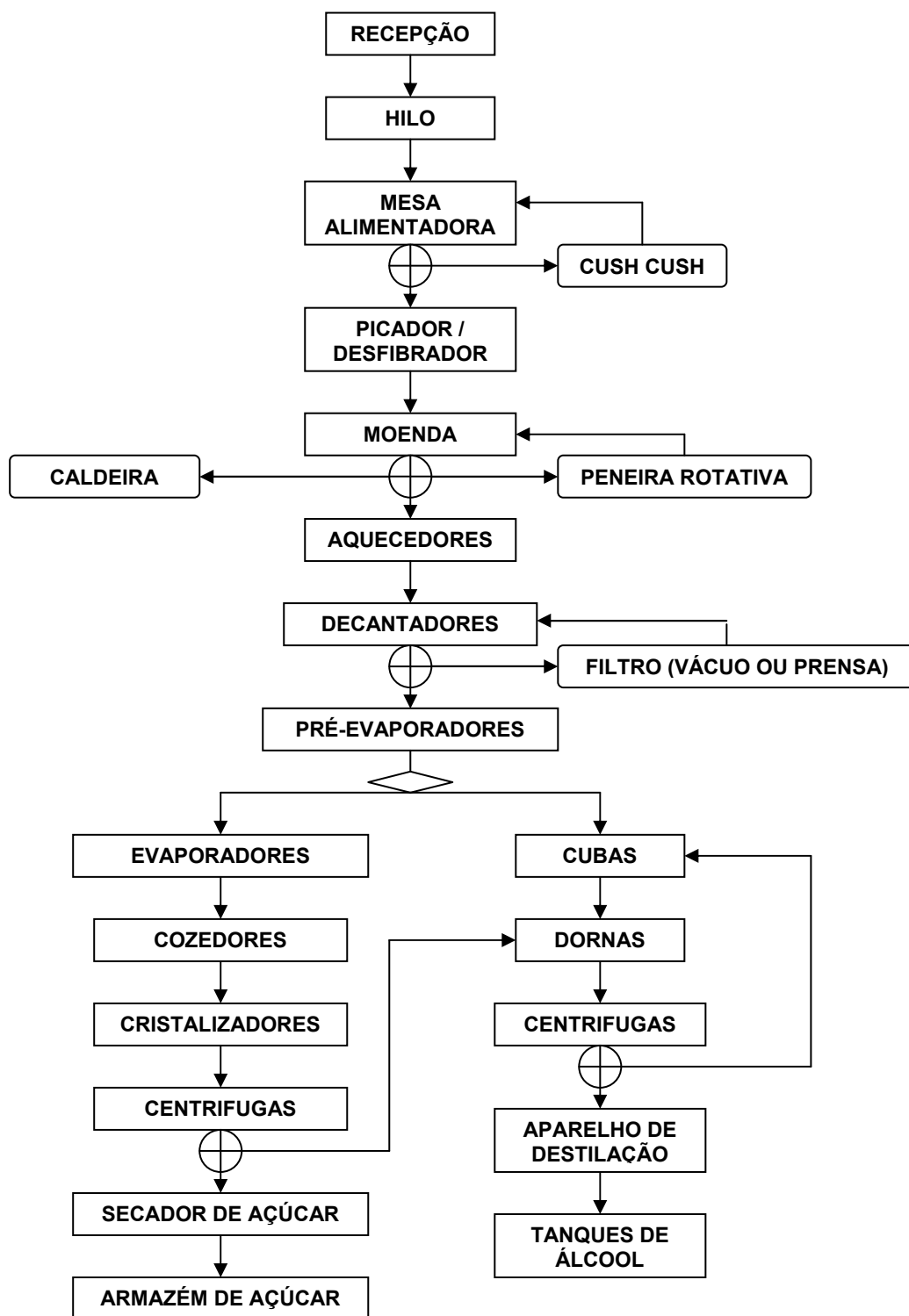
O vapor produzido na caldeira é utilizado nos processos de aquecimento e evaporação de caldo, geração de energia mecânica para acionamento de turbinas (picador, desfibrador, moenda, turbobomba) e energia elétrica (turbogerador), bem como para atividades de limpeza e sanitização das instalações.

Em alguns empreendimentos, encontra-se o sistema de coogeração, onde parte da energia produzida pela planta industrial é exportada para a rede de distribuição. Normalmente, isto envolve a necessidade de equipamentos complementares, dentre os quais caldeiras de alta pressão, geradores de condensação e contrapressão e subestação exportadora, com toda a parte de instalações elétricas.

Algumas usinas tem usado um sistema alternativo de extração de caldo, a difusão. Originalmente desenvolvido para a extração de caldo de beterraba, o processo da difusão acabou ganhando adeptos, devido a maior eficiência de extração de caldo, aos custos inferiores de manutenção e ao custo de instalação similar a moagem. Por outro lado, os críticos afirmam que é necessária uma quantidade muito grande de água, necessitando de maiores gastos com vapor e maiores investimentos em equipamentos para a evaporação desta água. Também alegam que a qualidade do caldo é inferior, sendo inconveniente para a produção de açúcar, bem como o elevado custo para que o bagaço atinja o nível ideal para queima na caldeira, demandando a instalação de rolos desaguadores e moenda de extração de umidade.

Algumas usinas tem aproveitado a levedura, usada para a fermentação do caldo, fazendo a concentração e secagem desta, para uso na produção de ração animal, tendo significativa aceitação no mercado.

A seguir, apresentamos um fluxograma simplificado do processo de um empreendimento usual do setor sucroalcooleiro.



**Figura 5:** Fluxograma do processamento de cana e produção de açúcar e álcool

## 7. CÁLCULO DA TAXA DE DESCONTO PELO CAPM PARA UM EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO

Após a discussão teórica apresentada ao longo deste artigo, vamos exibir a determinação da taxa de desconto através do CAPM para avaliação de um empreendimento sucroalcooleiro.

Sendo o modelo utilizado apresentado,  $k_i = r_f + \beta x(E_m - r_f)$ , há três parâmetros a estimar, a taxa livre de risco ( $r_f$ ), o prêmio pelo risco de mercado ( $E_m - r_f$ ) e o coeficiente beta ( $\beta$ ). Também se fazem necessárias discussões sobre o risco país e a transformação das taxas de dólares para reais.

### 7.1 TAXA LIVRE DE RISCO

O primeiro parâmetro a ser estimado trata-se da taxa livre de risco. KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) sugerem uma taxa de interesse pura, cujo beta em relação ao retorno de mercado seja zero. Também ressaltam a necessidade de que a taxa em questão seja *default free*, ou que haja percepção de não haver problemas no pagamento da mesma.

Considerando-se o cálculo da taxa de desconto no Brasil, a primeira opção seria a utilização dos bônus do tesouro brasileiro negociados em dólares, os C-Bonds. Ocorre que dois problemas emergem na utilização deste valor.

Inicialmente, existe uma percepção de que o C-Bond Brasil não é totalmente livre de risco. Com efeito, há uma percepção de risco soberano nas economias emergentes. Daí a existência do risco país, que será tratado mais a

Outra objeção para uso dos C-Bonds é apresentada por FAMA, BARROS e SILVEIRA (2002), no qual é detectada uma correlação significativa entre o rendimento do C-Bond e do índice BOVESPA. Os autores também analisam, como *proxies* para a taxa livre de risco, os rendimentos da caderneta de poupança e dos certificados de depósito interbancários (CDI). As taxas não apresentam correlação com o índice BOVESPA. No entanto, exibem grandes disparidades, o que acaba por criar problemas para a escolha.

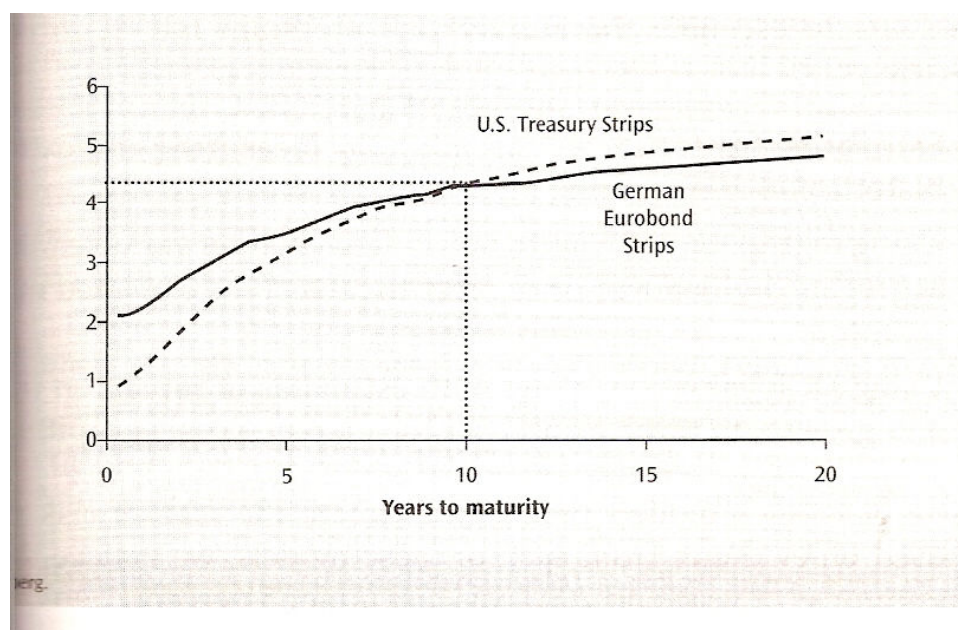
A literatura especializada, neste caso, sugere a aplicação de taxas de rendimento do tesouro americano. Dentro deste contexto, KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) recomendam a aplicação dos T-Bonds com prazo de vencimento similar a projeções do fluxo de caixa do ativo a ser avaliado. DAMODARAN (2007) sugere as taxas de obrigação de 10 anos do governo americano. A taxa livre de risco a ser utilizada são os T-Bonds de 10 anos, com rendimento de 4,00% a.a.

No entanto, cabe uma observação bastante importante. Ao longo de meses de discussão sobre a elevação do teto da dívida pública americana, e com o crescente débito público interno, a agência Standard & Poors rebaixou o grau da dívida americana de AAA para AA+, ou seja, incluiu um risco de *default* nos títulos americanos. Do ponto de vista teórico, os T-Bonds americanos não poderiam ser considerados mais ativos livres de risco na estrutura do CAPM. Para fins deste trabalho continuaremos adotando esta premissa, muito embora, acreditamos, se seguirão muitas discussões sobre qual taxa livre de risco adotar<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Há discussões sobre o uso de títulos da dívida pública alemã, que continuam com a classificação AAA da Standard and Poors. Mas a crescente crise financeira da zona do Euro não permite um fechamento de questão neste sentido.

Na verdade, títulos alemães e americanos tem taxas de juro muito próximos, sendo que a taxa do título usual, de resgate em 10 anos, era igual entre ambos em 2003, como mostra a figura abaixo.



**Figura 6:** Comparação das taxas de juros dos títulos americanos e europeus em relação ao ano de vencimento (KOLLER, GOEDHART e WESSELS, 2005)

## 7.2 PRÊMIO PELO RISCO DE MERCADO

Na determinação do prêmio pelo risco ( $E_m - r_f$ ) do Brasil, poderíamos comparar o rendimento de um índice do mercado de ações brasileiro (IBOVESPA) e uma taxa livre de risco para o Brasil. No entanto, como vimos, não foi possível a determinação da taxa em questão, sendo utilizado o rendimento do T-Bond 10 anos do tesouro americano.

A alternativa é a comparação do índice de mercado para o Brasil, IBOVESPA, com o rendimento dos T-Bonds 10 anos. Este procedimento é desaconselhado na literatura. O questionamento consiste em que os mercados emergentes não possuem séries históricas representativas para o cálculo do prêmio pelo risco.

Tanto DAMODARAN (2007) quanto KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) recomendam o uso de um prêmio de risco para um mercado maduro, com uma série de dados históricos bem documentados. É usual a adoção de prêmios de risco no mercado de ações dos Estados Unidos, comparando o rendimento de ações com o de títulos do governo. As discussões principais tratam-se do período de tempo a utilizar, das taxas livres de risco para comparação e da média aritmética ou geométrica dos retornos anuais.

Em DAMODARAN (2010), vemos os seguintes prêmios pelo risco obtidos por séries históricas no mercado americano:

Período	Ações – Títulos 10 anos		Ações – Títulos 30 anos	
	Aritmética	Geométrica	Aritmética	Geométrica
1928 – 2008	7,53%	6,03%	5,56%	4,29%
1967 – 2008	5,48%	3,78%	4,09%	2,74%
1997 – 2008	-1,59%	-5,47%	-3,68%	-7,22%

**Tabela 1:** Prêmios pelo risco para diferentes períodos, taxas livres de risco e médias (DAMODARAN, 2010)

PRATT e GRABOWSKI (2008) também apresentam uma compilação de retornos contra títulos de dez anos.

Período	Média aritmética	Erro padrão	Média geométrica
20 anos (1987-2006)	6,4%	3,7%	5,2%
30 anos (1977-2006)	5,8%	2,8%	4,7%
40 anos (1967-2006)	4,8%	2,6%	3,6%
50 anos (1957-2006)	5,2%	2,3%	3,9%
81 anos (1926-2006)	7,1%	2,2%	5,2%
107 anos (1900-2006)	6,8%	1,9%	4,9%
135 anos (1872-2006)	5,9%	1,6%	4,3%
209 anos (1798-2006)	5,1%	1,2%	3,6%

**Tabela 2:** Prêmios pelo risco para diferentes períodos e médias (PRATT e GRABOWSKI, 2010)

KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) recomendam o uso do período mais longo onde os dados sejam confiáveis, bem como a adoção de títulos de longo prazo do tesouro americano (ao menos títulos de 10 anos). Encerram informando que o prêmio pelo risco de mercado pode ser estimado entre 4,5% e 5,5%.

De acordo com DAMODARAN (2010), alguns analistas defendem o uso de prêmios de risco em períodos mais curtos, com a justificativa de que há uma mudança na aversão ao risco ao longo dos anos. Por outro lado, o uso de períodos mais curtos implica em incorporar tendências momentâneas, como bolhas ou momentos de alta volatilidade em curtos períodos de tempo, que não se prestam a explicar o comportamento médio ao risco. Isto pode ser constatado através do erro padrão sobre a estimativa do prêmio de risco, calculado pela expressão:

$$EP = \frac{\sigma}{\sqrt{t}}$$

onde

EP : erro padrão associado ao prêmio de risco;

$\sigma$  : desvio padrão dos retornos de ação entre determinado período (entre 1926 e 2008, temos 20%)

t : tempo para o prêmio pelo risco de mercado.

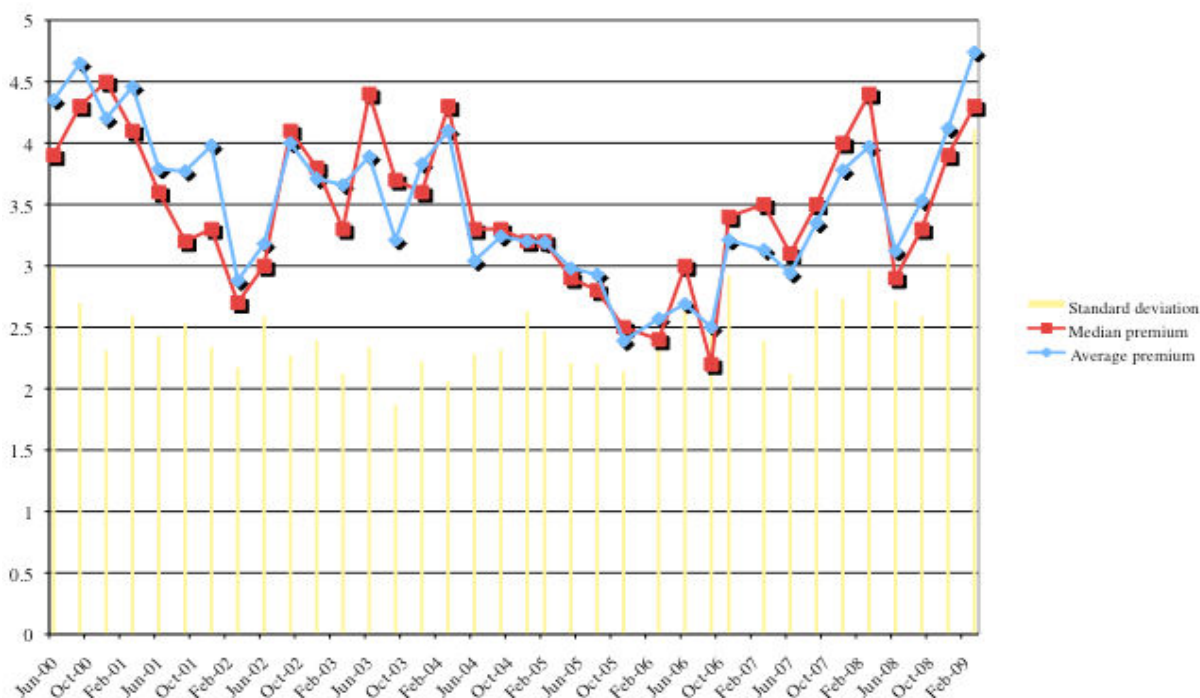


A tabela a seguir ilustra o erro padrão para diversos períodos de tempo, considerando o desvio padrão de 20% das ações entre 1926 e 2008.

Período	Erro padrão
5	8,94%
10	6,32%
25	4,00%
50	2,83%
80	2,24%

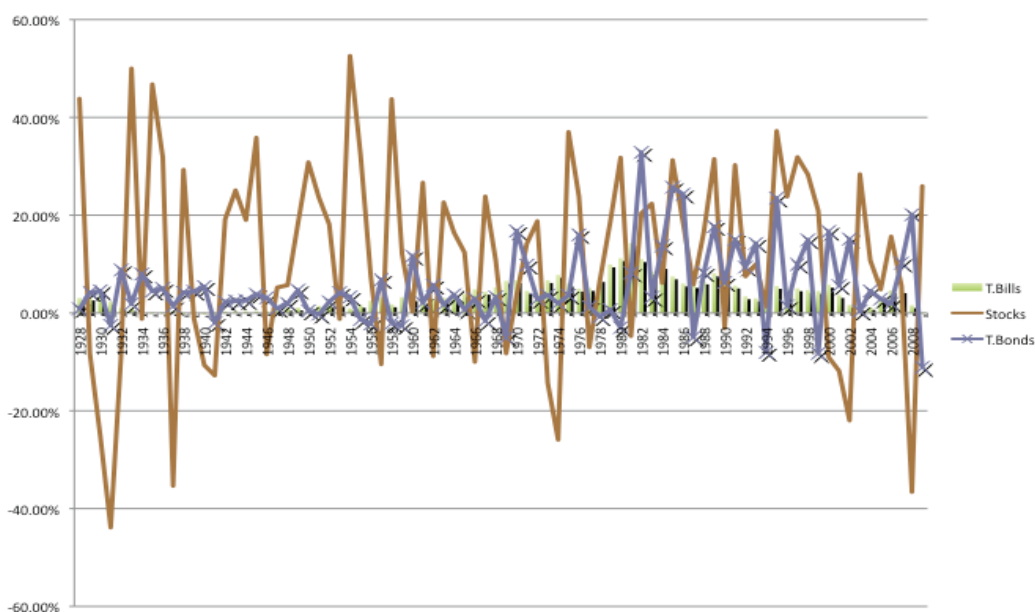
**Tabela 3:** Erro padrão por período de tempo considerando um desvio padrão no retorno das ações de 20% (DAMODARAN, 2010)

Veja-se a seguir, o gráfico representando o prêmio pelo risco no mercado americano entre 2000 e 2009, onde pode ser valores entre 2,5% e 5%, em picos. Isto demonstra que o uso de períodos curtos pode causar erros severos, como já explicado, pela incapacidade de captar a tendência de aversão ao risco ao longo do tempo.



**Figura 7:** Prêmio pelo risco de mercado americano entre 2000 e 2009 (DAMODARAN, 2010)

Ainda nesta trilha, períodos curtos podem captar tendências incorretas de mercado. O gráfico a seguir mostra o retorno médio de ações, títulos e bônus americanos, no período entre 1928 e 2008.



**Figura 8:** Retorno médio de ações, títulos e bônus americanos entre 1928 e 2008 (DAMODARAN, 2010)

Outro ponto controverso na determinação do prêmio pelo risco trata-se da adoção da média aritmética ou geométrica. Em casos de descontos para períodos simples, a média aritmética é o melhor estimador. Todavia, em fluxos de caixa de empreendimentos, descontados por múltiplos períodos, a média aritmética apresenta viés. Consideremos um estimador para o retorno a média aritmética

$$R_A = \mu + e$$

sendo  $\mu$  a média verdadeira e  $e$  um termo de erro estocástico cuja esperança matemática  $E(e) = 0$ . No desconto para o período simples, teremos que  $R_A = \mu$ , o melhor estimador.

No entanto, se considerarmos um período múltiplo, dois anos, teríamos o seguinte termo:

$$(R_A)^2 = (\mu + e)^2 = \mu^2 + 2\mu e + e^2.$$

Neste caso, como  $E(e) = 0$ , temos que o termo  $2\mu e = 0$ . No entanto,  $E(e^2) \neq 0$ , o que resultaria num desconto de  $\mu^2 + e^2$ , viesado.

Este ponto também é defendido por RITTER (2002), que argumenta a existência de correlações negativas entre os retornos das ações, bem como a tendência de reversão a média. Por fim, ele compara os retornos médios aritméticos e geométricos, através da expressão

$$r_{\text{ARITMÉTICO}} = r_{\text{GEOMÉTRICO}} + 1/\sigma^2,$$

onde  $r_{\text{ARITMÉTICO}}$  é a média aritmética dos retornos,  $r_{\text{GEOMÉTRICO}}$  é a média geométrica dos retornos e  $\sigma^2$  é a variância dos retornos, o que mostra que a média aritmética será sempre maior que a geométrica.

### 7.3 BETA

Na utilização do CAPM, o cálculo do beta, que é interpretado em como o ativo se comporta perante o mercado, é o que apresenta maiores discussões. No caso deste artigo, onde estaremos analisando um ativo que não é publicamente negociado (empreendimento de base imobiliária), ainda há uma série de considerações adicionais.

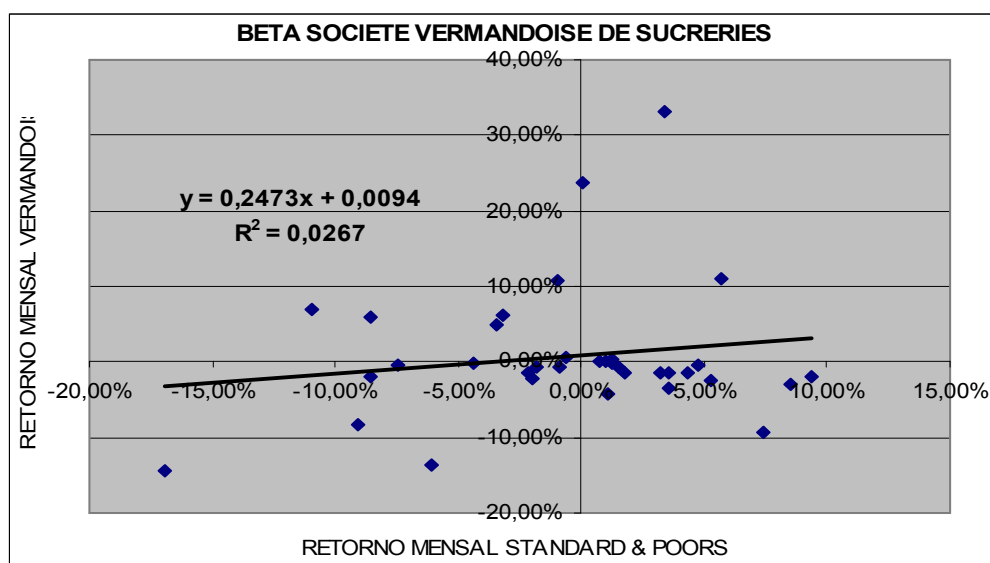
Segundo KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005), o beta de uma ação não pode ser observado diretamente, devendo ser estimado. A estimativa é feita através da regressão linear simples, através do método dos mínimos quadrados ordinários entre os retornos da ação e do mercado, de acordo com a seguinte expressão:

$$R_i = \alpha + \beta R_m + \varepsilon$$

A primeira questão que emerge da abordagem acima é o índice de mercado a ser utilizado. De acordo com a definição, a carteira de mercado é um portfólio de investimentos que engloba todos os ativos negociados, publicamente ou não.

No entanto, a determinação de tal portfólio é impossível, devido ao grande número de ativos a analisar, bem como seus pesos relativos. A solução utilizada é efetuar a regressão contra um índice de ações de mercado. É muito utilizado nos Estados Unidos, o índice Standard & Poor's 500. Na determinação do beta de um ativo brasileiro, poderia ser utilizado, como *proxy* para o índice de mercado, o IBOVESPA.

A seguir, apresentamos um exemplo, utilizado neste artigo, do cálculo do beta para a empresa Soci te Vermandoise de Sucreries, utilizando os retornos de suas a es, em periodicidade mensal, regredidos contra os retornos do S&P 500, também mensal.



**Gráfico 1:** Cálculo do Beta para a Soci te Vermandoise de Sucreries

Pelo gráfico e equação de regressão acima apresentados, inferimos o beta da Société Vermandoise de Sucreries, considerando o índice S & P 500, como sendo de 1,3861.

O próximo ponto de discussão nas estimativas do beta é relativo a questão da estrutura de capital da empresa analisada. O beta mede o risco da empresa em relação ao mercado. Neste risco, estão envolvidos os componentes operacional e financeiro. O operacional advém de como a empresa se comporta em relação às variações do mercado. O financeiro é relativo a como as variabilidades do mercado afetam a percepção do risco de financiamento (ou endividamento) da empresa. No âmbito deste trabalho, não nos interessa o risco financeiro da empresa, que é atrelado a sua estrutura de capital, mas apenas o seu risco operacional, ligado ao setor. Assim, é necessário remover tal efeito, num processo chamado desalavancagem.

De acordo com DAMODARAN (2007), a desalavancagem do beta é feita através da consideração da estrutura de capital e do benefício fiscal da dívida, através da seguinte expressão.

$$\beta = \frac{\beta_{\text{ALAVANCADO}}}{\left[1 + (1 - t) \times \frac{D}{E}\right]^{-1}}$$

Onde  $\beta$  é o beta desalavancado,  $\beta_{\text{ALAVANCADO}}$  é o beta calculado pela regressão,  $t$  é a alíquota do imposto (também conhecida como taxa marginal),  $D$  é a parcela de financiamento da empresa através de dívidas e obrigações e  $E$  é a parcela de financiamento da empresa por capital próprio.

Considerando a Société Vermandoise de Sucreries, onde temos uma estrutura de capital  $D = \text{U\$ } 270.000,00$  e  $E = \text{U\$ } 317.900.000,00$ , e a alíquota marginal da França  $t = 33,33\%$ , chegamos a um beta desalavancado  $\beta = 0,2341$ .

KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) informam que a estimativa do beta é um processo que envolve incertezas. Problemas de medidas, séries históricas, riscos específicos podem distorcer as estimativas. É recomendado o uso de betas setoriais. Busca-se no mercado empresas do mesmo setor, estimando seus betas de regressão e desalavancando de acordo com a estrutura de capital. O beta setorial é a média dos betas calculados.

Como buscamos determinar a taxa de desconto para um empreendimento industrial genérico, a utilização de um beta setorial é a alternativa mais lógica.

Antes de se determinar um beta setorial para utilização em empreendimentos industriais, é necessário voltar à discussão sobre a exposição de riscos deste tipo de ativo. O beta calculado mede o risco do ativo em relação ao mercado, considerando um investidor diversificado. Entretanto, a hipótese da diversificação é questionável mesmo para carteiras de muitos ativos. Para um investidor pouco diversificado, devem ser considerados os riscos específicos do ativo, e não apenas os riscos de mercado.

Seguindo em nosso exemplo da Société Vermandoise de Sucreries, considere um investidor não diversificado. O mesmo está exposto aos riscos de

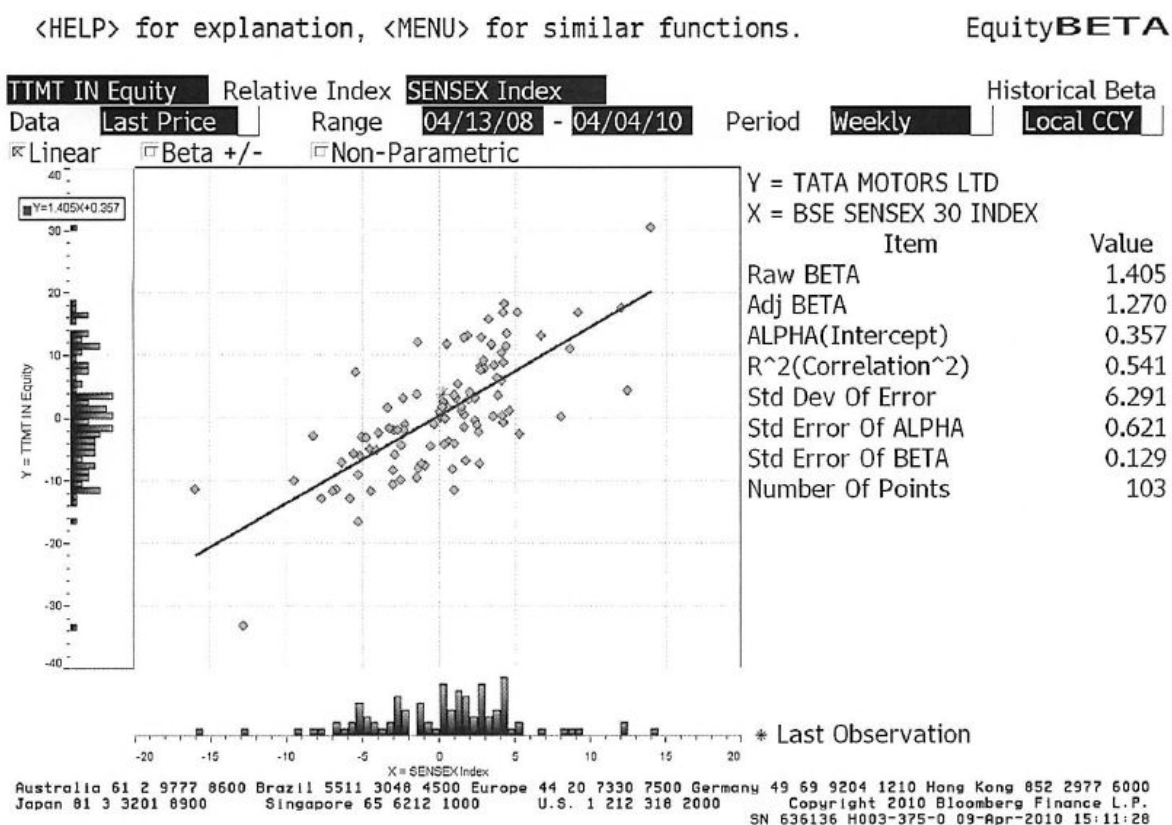
mercado e específicos da empresa. Neste caso, o beta correto para este investidor é o beta total, que assim pode ser calculado.

$$\beta_{\text{TOTAL}} = \frac{\beta}{\sqrt{R^2}} = \frac{0,2341}{\sqrt{0,0267}} = 1,4325$$

Podemos calcular um beta total para o setor sucroalcooleiro, considerando uma amostra específica de empresas. Também discutimos outro ponto da aplicação do CAPM, que trata-se do índice de mercado para cálculo do beta.

A tendência seria utilizar os betas das empresas estimados em relação ao índice de mercado onde tais ações são negociadas, por exemplo, para empresas brasileiras, seria utilizado o IBOVSPA, para indianas, o SENSEX, para alemãs, o DAX-XETRA, e assim por diante.

Na verdade, uma série de analistas utiliza esta abordagem, a qual chamam de beta local. Agências de informações financeiras também calculam o beta em relação a um índice de mercado local, como mostra este gráfico da Bloomberg.



**Figura 9:** Cálculo do beta da Tata Motors Ltd em relação ao índice Sensex (Índia)

Entretanto, esta abordagem tem restrições significativas. KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005) alegam que esta prática é inconsistente, primeiro sob o ponto de vista de um investidor global e segundo, considerando que um índice para mercado emergente raramente representa uma economia diversificada.

PENTEADO e FAMÁ (2002) chamam a atenção para o fato da constituição do Ibovespa ser inconsistente com o padrão teórico formulado por Sharpe (1964) na derivação do CAPM. Estes autores informam que a estruturação do índice distorce os resultados, resultando em uma subavaliação do risco.

Outro ponto detectado em nossas análises é de que o IBOVESPA apresenta uma correlação significativa com o índice STANDARD & POOR'S 500, ou seja, existe risco sistemático do primeiro em relação ao segundo, onde calculamos uma regressão:

$$\text{IBOVESPA} = 1,1027 \times \text{S\&P} + 0,0172$$

$$R^2 = 0,5945$$

A existência de tal componente sistemático causaria uma subestimativa do risco para os betas locais.

Logo, o uso do índice S & P 500 é o mais representativo para a estimativa do beta, da correlação com o mercado e do beta total.

A tabela a seguir mostra as principais empresas ligadas ao Real Estate brasileiro, com seus respectivos betas, coeficientes de determinação e betas totais.

EMPRESA	PAIS	BETA	R	BETA TOTAL
Agrana Beteiligungs AG	Áustria	0,118	11,12%	1,062
Suedzucker AG	Alemanha	0,537	39,24%	1,368
Illovo Sugar Ltd.	África do Sul	0,203	10,00%	2,029
Société Vermandoise de Sucrieries	França	0,247	16,34%	1,512
Cosan S. A. Indústria e Comércio	Brasil	1,294	54,04%	2,395
Sao Martinho AS	Brasil	1,116	52,15%	2,139
Rogers Sugar Income Fund	Canadá	0,476	39,75%	1,197
CSR Limited	Austrália	1,203	56,57%	2,126
Maryborough Sugar Factory Ltd.	Austrália	0,496	16,43%	3,019
Imperial Sugar Co.	EUA	1,130	41,81%	2,703
Pacific Ethanol	EUA	1,500	39,51%	3,796
Mumias Sugar Company Ltd.	Quênia	0,088	6,32%	1,398
Dangote Sugar Refinery Plc	Nigéria	0,387	11,83%	3,272
Zambia Sugar plc	Zâmbia	0,342	9,49%	3,601
Xiwang Sugar Holdings Co. Ltd	China	1,708	46,69%	3,658
Shree Renuka Sugars Limited	Índia	1,676	54,86%	3,054
Bannari Amman Sugars Limited	Índia	0,977	48,17%	2,027
Dhampur Sugar Mills Ltd	Índia	1,576	46,26%	3,407
Andhra Sugars Ltd.	Índia	0,905	40,99%	2,208
Bajaj Hindusthan Sugar & Industries Ltd.	Índia	1,526	41,23%	3,701
KCP Sugar & Industries Corp Ltd.	Índia	1,126	38,86%	2,897
Ugar Sugar Works Ltd.	Índia	1,424	46,15%	3,084
Sakthi Sugars Limited	Índia	1,854	51,96%	3,567
Thiru Arooran Sugars Ltd.	Índia	0,418	15,17%	2,756

Rajshree Sugars & Chemicals Ltd.	Índia	1,237	41,71%	2,965
Dwarikesh Sugar Industries Ltd.	Índia	1,574	47,33%	3,325
Rana Sugars Ltd.	Índia	1,424	48,79%	2,919
Simbhaoli Sugars Limited	Índia	1,450	42,43%	3,417
Ponni Sugars (erode) Ltd	Índia	0,963	31,30%	3,076
Mawana Sugars Ltd.	Índia	1,323	43,82%	3,020
Oudh Sugar Mills	Índia	1,713	53,39%	3,209
Upper Ganges Sugar & Industries Ltd.	Índia	1,529	47,22%	3,238
Ravalgaon Sugar Farm	Índia	1,176	45,83%	2,567
Kakatiya Cement Sugar & Industries	Índia	1,173	48,06%	2,441
J K Sugar Limited	Índia	1,226	33,91%	3,614
Tandlianwala Sugar Mills Ltd.	Paquistão	0,336	8,94%	3,760
Habib Sugar Mills Ltd.	Paquistão	0,069	9,49%	0,730
JDW Sugar Mills Ltd.	Paquistão	0,036	3,16%	1,137
Al-Abbas Sugar Mills Limited.	Paquistão	0,107	4,47%	2,394
Mehran Sugar Mills	Paquistão	0,234	12,65%	1,853
Pelwatte Sugar Industries Ltd.	Sri Lanka	0,353	10,95%	3,223
Khon Kaen Sugar Industry Public Company Ltd	Tailândia	0,494	17,03%	2,900
Thai Sugar Terminal Public Co. Ltd.	Tailândia	0,257	14,14%	1,816
MH Ethanol Co.,Ltd	Coréia do Sul	0,487	22,14%	2,200
<b>MÉDIA</b>		<b>0,897</b>		<b>2,631</b>

**Tabela 3:** Beta de mercado, coeficiente de determinação e beta total para empresas sucroalcooleiras mundiais

## 7.4 RISCO PAÍS

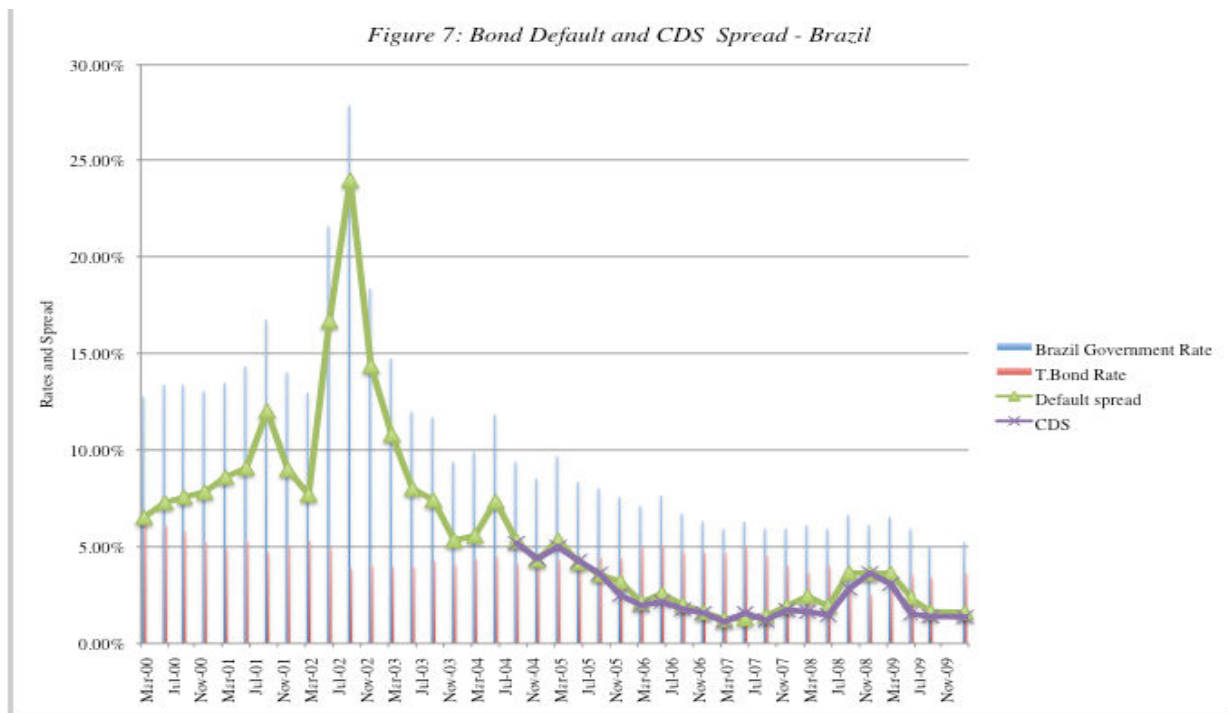
Além dos riscos de mercado e específicos, um empreendimento também tem sua exposição ao risco país, ou seja, o risco de problemas na economia ou política.

A quantificação do risco país e seu emprego no cálculo da taxa de desconto são controversos. Para o Brasil, DAMODARAN (2010) utiliza um risco soberano para o Brasil, baseado no *rating* da Moody's de 2% (classificação Baa3). Já para KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005), o risco Brasil deve ser quantificado no fluxo de caixa descontado, ao invés de ser utilizado diretamente na taxa de desconto.

DAMODARAN (2010) discorda, salientando que deve ser aplicado um prêmio pelo risco país, sobre o prêmio pelo risco de mercado ou sobre o custo de capital.

Ainda segundo KOLLER, GOEDHART e WESSELS (2005), muitas vezes os analistas superestimam o risco país, sobretudo porque os papéis que representam o risco soberano estão em parte lastreados por títulos do tesouro americano. Diante disso, parte do risco país é *default free* e a simples soma do mesmo acarretaria em dupla contagem do risco.

O gráfico a seguir mostra a variação do risco Brasil, quando comparado aos títulos da dívida pública americana dentro de um período de 9 anos.



**Figura 10:** Spread entre os títulos da dívida pública americana e brasileira entre março de 2000 e novembro de 2009 (DAMODARAN, 2010)

Como se pode ver na figura acima, existe uma grande variação no spread entre os títulos do tesouro americano e do brasileiro, que poderiam ser considerados o risco Brasil. Logo, períodos de exarcebado risco costumam ser curtos, com se vê os picos entre março de 2001 e novembro de 2001 (moratória argentina) março de 2002 e março de 2003 (eleição presidencial) e julho de 2008 e julho de 2009 (crise do subprime). Neste âmbito, o uso de um prêmio pelo risco país deve ser muito bem estudado pelo analista, uma vez que passados os momentos de severa aversão ao risco, o spread tende a cair de forma substancial, distorcendo os resultados.

Outro ponto a ser levado em consideração é o já comentado rebaixamento dos títulos americanos, o que poderia gerar, ao menos em tese, um questionamento sobre o cálculo do risco país em relação a títulos do tesouro americano. Entretanto, é uma questão que ainda não está clara, pois os acontecimentos a são recentes e não existem séries de dados que permitam uma análise mais minuciosa.

No caso do uso do beta de mercado, um risco país de 0,5% a 2% seria o mais propício para uso na avaliação. Entretanto, dentro da filosofia do beta total, acreditamos que o uso do mesmo capte o risco país da empresa que se está analisando. Logo, nos parece sensato não somar o risco país no CAPM, para evitar a dupla contagem do risco.

## 7.5 AJUSTE PARA REAIS

A taxa livre de risco e o prêmio pelo risco de mercado utilizados são relativos ao mercado norte americano, ou seja, estimados em dólares. Como estamos



estimando uma taxa de desconto para uso no Brasil, é necessária a conversão das moedas.

DAMODARAN (2007) recomenda que ajuste seja feito via taxas de inflação futuras para os Estados Unidos e para o Brasil, através da seguinte expressão:

$$k_{\text{BRASIL}} = k_i \times \left( \frac{1 + \text{Inflação Projetada Brasil}}{1 + \text{Inflação Projetada EUA}} \right)$$

Sendo  $k_{\text{BRASIL}}$  a taxa de desconto para o Brasil,  $k_i$  a taxa de desconto calculado com base nos dados de mercado dos Estados Unidos e as inflações projetadas (para longo prazo) para Brasil e Estados Unidos. Rearranjando a equação, teremos:

$$k_{\text{BRASIL}} = [r_f + \beta_{\text{TOTAL}} \times (E_m - r_f) + r_{\text{PAIS}}] \times \left( \frac{1 + \text{Inflação Projetada Brasil}}{1 + \text{Inflação Projetada EUA}} \right)$$

Considerando uma inflação projetada, para o Brasil, de 4,5% e para os Estados Unidos, de 2,5%, ao ano, no longo prazo, podemos fazer a correção.

## 7.6 TAXA DE DESCONTO

Utilizando os parâmetros estimados ao longo deste trabalho, podemos calcular a taxa de desconto para utilização na avaliação de um empreendimento sucroalcooleiro. Como já discutido, não foi somado o risco país.

$$k_{\text{BRASIL}} = [4,0\% + 2,631 \times 4,5\%] \times \left( \frac{1 + 0,045}{1 + 0,02} \right)$$

$$k_{\text{BRASIL}} = 16,15\%$$

## 8. CONCLUSÕES

A utilização do CAPM na determinação da taxa de desconto para a avaliação de empreendimentos do setor sucroalcooleiro é perfeitamente possível, desde que sejam observadas as restrições relativas a subdiversificação dos investidores deste tipo de ativo. Entendemos que a melhor forma a lidar com este problema seja a utilização do beta total no modelo, pois é o melhor parâmetro para estimar a exposição ao risco total do empreendimento, além de contar com uma forte base teórica.

Em relação à estimativa dos betas, nossa visão é de que sejam utilizados retornos de ações do setor sucroalcooleiro internacional em relação a índices de mercado internacionais, como no nosso caso o S & P 500, pois estes representam com maior fidelidade as expectativas de um investidor globalizado. Sem contar a existência de correlação detectada entre o referido índice e o IBOVESPA, possível

*proxy* para a carteira de mercados no Brasil, o que, em caso de uso, subestimaria os riscos.

Quanto aos outros parâmetros do CAPM – taxa livre de risco, prêmio pelo risco de mercado e risco país – há uma grande disponibilidade de dados. No entanto, deve haver cuidado em quais deles usar. Por exemplo, a literatura nos mostra uma ampla gama de prêmios pelo risco de mercado em economias maduras, podendo resultar em taxas de desconto díspares.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14653-1/01. Avaliação de Bens. Parte 1: Procedimentos Gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14653-4/01. Avaliação de Bens. Parte 4: Empreendimentos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001;

BENNETT, James e Richard W. Sias. *How diversifiable is firm-specific risk?* Working Paper. Fevereiro, 2007;

BUTLER, Peter e Keith Pinkerton. *Quantifying company-specific risk: a new, empirical framework with practical applications.* **Business Valuation Update.** Vol. 13, No. 2, Fevereiro, 2007;

CAMPBELL, John, Martin Lettau, Burton Malkiel e Yexiao Xu. *Have individual stocks become more volatile? An empirical exploration of idiosyncratic risk.* **The Journal of Finance.** Vol. LVI, No. 1, Fevereiro, 2001;

CAIRES, Hélio R. R. de. **Técnicas Especiais em Avaliação in Engenharia de Avaliações.** São Paulo: Editora Pini, 2007;

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de Investimentos. Ferramentas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo.** Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de empresas.** São Paulo: Prentice Hall, 2007;

DAMODARAN, Aswath. *Equity risk premiums (ERP): Determinants, estimation and implications – The 2010 Edition.* Damodaran On Line. New York: New York University, 2006, Working Papers Series. Disponível em <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>> Acesso em 14.mar.2010;

DOMIAN, Dale, David Louton e Marie Racine. *Diversification in portfolios of individual stocks: 100 stocks are not enough.* Working Paper, Abril, 2006;

FALCINI, Primo. **Avaliação econômica de empresas. Técnica e prática.** São Paulo: Editora Atlas, 1995;

FAMA, Rubens, Lucas Barros e Héber Silveira. *Conceito da taxa livre de risco e sua aplicação no Capital Asset Pricing Model – Um estudo exploratório para o mercado brasileiro.* 2º Encontro Nacional de Finanças, 2002;

FAMA, Eugene e Keneth French. *The cross-section of expected stock returns.* **The Journal of Finance.** Vol. XLVII, No. 2, Junho, 1992;

GATTO, Osório Accioly. **Engenharia Econômica in Engenharia de Avaliações**. São Paulo: Editora Pini, 2007;

GITMAN, Lawrence. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Editora Harba, 2002;

GOETZMAN, Willian e Alok Kumar. *Equity portfolio diversification*. Working Paper, National Bureau of Economic Research, Dezembro, 2001;

GONÇALVES, Celso José e Nilton Carmo Martin. *Taxa de Desconto para Avaliação de Empresas de Capital Fechado pelo Método do Fluxo de Caixa Descontado*. In XXIV ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRAP, 2006;

GOYAL, Amit e Pedro Santa-Clara. *Idiosyncratic risk matters*. **The Journal of Finance**. Vol. LVIII, No. 3, Junho, 2003;

HUGOT, Emile. **Manual da Engenharia Açucareira**. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1969;

JIN, Li e Stewart C. Myers. *R<sup>2</sup> around the world: new theories and new tests*. Working Paper, Fevereiro, 2005;

KOLLER, Tim, Marc Goedhart e David Vessels. **Valuation. Measuring and managing the value of companies**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005;

LIMA JR., João da Rocha. **Análise de investimentos. Princípios e técnicas para empreendimentos do setor da construção civil**. São Paulo: EPUSP, 1993;

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;

MALKIEL, Burton e Yexiao Xu. *Idiosyncratic risk and security returns*. Working Paper, 2006;

MARAFANTE, Luciano J. **Tecnologia da Fabricação do Açúcar e do Alcool**. São Paulo: Ícone Editora, 1993;

MARKOWITZ, Harry M. *Portfolio selection*. **The Journal of Finance**. Vol. 7, No. 1, Março, 1952;

PENTEADO, Marco e Rubens Fama. *Será que o beta que temos é o beta que queremos?* **Caderno de pesquisas em administração, São Paulo**. Vol. 9, No. 3, julho/setembro, 2002;

PRATT, Shannon e Roger Grabowski. **Cost of capital. Applications and examples**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008;

RITTER, Jay. *The biggest mistakes we teach*. **The Journal of Financial Research**. Vol. 25, No. 2, Agosto, 2002;

ROTTMAN, Eduardo. **A Análise de investimentos e a avaliação das propriedades imobiliárias in Engenharia de avaliações**. São Paulo: Editora Pini, 2007;

SHANKEN, Jay, Richard Sloan e P. S. Kothari. *Another look at the cross-section of expected returns*. **Journal of Finance**. Vol. 50, No. 1, Abril, 1999;

SHARPE, William. *Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk*. **Journal of Finance**. Vol. 19, No. 3, Setembro, 1964;

TEOH, Siew Hong e George Yong. *R-Square and market efficiency*. Working Paper, 2009;

TROMP, L. A. **Machinery and Equipment of the Cane Sugar Factory**. Londres: Norman Lodger, 1936.