

Custo de oportunidade do capital em condições de risco *

CLAUDIO R. CONTADOR **

1 — Introdução

A literatura sobre finanças públicas e de empresas vem despertando crescente interesse prático nestas últimas décadas. Em particular, a avaliação de projetos de investimento tem sido favorecida pelo desenvolvimento do instrumental metodológico, baseado em critérios objetivos de alocação eficiente de recursos. O cálculo da rentabilidade de projetos passou a assumir, assim, um papel importante no processo decisório de indivíduos, empresas e governo.

Uma das conseqüências do desenvolvimento da literatura foi apontar alguns conflitos e a fragilidade de conceitos anteriormente aceitos sem muita discussão. Por exemplo, foi reconhecida a divergência entre preços relativos, de fatores e produtos, visualizados por indivíduos e empresas, e preços relativos encarados pela sociedade como um todo. Uma vez que as decisões privadas são baseadas em indicações do mercado, a alocação de fatores e a decisão de "o quê" e "quanto" produzir não correspondem, necessariamente, ao que seria desejado sob o ponto de vista social.

A existência de distorções nos mercados de fatores, de concorrência imperfeita, controle de preços, impostos e subsídios, externalidades etc., induziu alguns economistas a aceitar como fracassado o sis-

* Versão modificada e mais completa de "Medidas Estatísticas para Avaliação Privada e Social de Investimentos: Uma Nota" (IPEA/INPES, junho de 1974), mimeo. A atual versão foi apresentada no Programa de Seminários do Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo, em maio de 1975. Agradeço os comentários recebidos. Naturalmente a responsabilidade permanece exclusiva ao autor.

** Do Instituto de Pesquisas do IPEA.

tema de preços de mercado nas economias subdesenvolvidas.¹ No entanto, é possível tornar mais eficiente, em termos sociais, o mecanismo de mercado mediante medidas corretivas nas origens das distorções.

A Seção 2 discute as divergências entre a taxa de desconto privada e a social e aponta a magnitude de algumas das distorções.

A Seção 3 mostra que parte das diferenças entre taxas privadas de retorno em atividades e projetos distintos pode ser explicada pelas diferenças de risco. Atividades com risco mais elevado tendem a receber um retorno adicional – o chamado prêmio para o risco.

De um modo geral, a literatura especializada em finanças públicas tem-se concentrado no conceito e mensuração da taxa de desconto, quer social, quer privada, a ser aplicada ao fluxo de benefícios e custos. Infelizmente, a diferença de risco entre projetos não tem despertado igual interesse. Será mostrado que a taxa de desconto não é uma medida única e universal, pois um dos seus componentes – o prêmio para o risco – varia consideravelmente entre projetos e setores. Com este objetivo a Seção 3 aponta a magnitude do prêmio para o risco em diversos ramos de atividade no Brasil.

O outro objetivo deste artigo é discutir as implicações das divergências dos preços relativos nas combinações de retorno e risco ao alcance dos indivíduos e empresas e aquelas assumidas pela sociedade como um todo. Já existe alguma literatura que procura qualificar as diferenças entre retornos privado e social. As dificuldades que permanecem decorrem de alguns problemas operacionais nos cálculos. Entretanto, a divergência entre risco privado e risco social não tem sido convenientemente discutida na literatura e salientada pelos que lidam com projetos macroeconômicos. Esta negligência talvez seja explicada pela dificuldade em definir adequadamente o que seja “risco social”.

¹ Ver Francis Bator, “The Anatomy of Market Failure”, in *Quarterly Journal of Economics* (agosto de 1958), pp. 351-379; A. Fishlow e P. A. David, “Optimal Resource Allocation in an Imperfect Market Setting”, in *Journal of Political Economy*, vol. 69 (dezembro de 1961), pp. 529-546; J. M. Buchanan e W. C. Stubblebine, “Externality”, in *Economica* (novembro de 1962), pp. 371-384.

2 — Taxas de desconto em projetos públicos e privados

Em condições de concorrência perfeita, com ausência de impostos, subsídios e externalidades, e com indivíduos (racionais) e empresas dotadas de informações acuradas e imediatas, o mecanismo de mercado seria suficiente para que a alocação de recursos fosse eficiente em termos privados e sociais. Por se tratar de uma economia sem distorções, existiria perfeita identidade entre custos privados e sociais, e entre benefícios privados e sociais. Assim, as decisões privadas de quanto empregar de fatores, o que e quanto produzir, conduziriam a uma situação em que a produção total seria a máxima possível, isto é, a economia estaria ao longo da sua curva de possibilidades de produção. Ademais, na posição final de equilíbrio paretiano, os consumidores estariam ao longo de curvas de contrato.

Entretanto, a visão acima é irreal. A existência de impostos e subsídios, externalidades, imperfeições no nível de competição, proteção e controle de preços etc., são fatores atuantes numa economia moderna. As decisões alocativas tomadas pelos indivíduos e empresas são, então, baseadas em preços relativos que não espelham com fidelidade a escassez e abundância de fatores, as externalidades etc. Custos e benefícios privados divergem de custos e benefícios sociais, e, conseqüentemente, a alocação mais eficiente sob o ponto de vista privado difere daquela alocação que seria socialmente desejada. Com base neste raciocínio costuma-se então diagnosticar o fracasso ou inadequação do sistema de mercado para conduzir a economia ao pleno emprego e à máxima produção.

Nos países em desenvolvimento, em particular, o funcionamento do sistema de mercado necessita de ajustes e reparos para que os objetivos alocativos e outras metas sociais sejam atingidas. Não é preconizada aqui a substituição do sistema de mercado, mas sim o amortecimento das suas distorções, ou pelo menos o emprego de indicadores de preços sociais para a tomada de decisões por parte do Governo e agências oficiais.

Com este intuito, o conhecimento da magnitude das divergências entre o custo marginal privado e o social, e entre a produtividade

marginal privada e a social, possui interesse normativo, por dois motivos. Primeiro, porque permite que as decisões de investimento por parte do Governo sejam baseadas em critérios pragmáticos de eficiência social e, em segundo lugar, porque pode ser útil para medidas políticas corretivas. Quando necessário mencionaremos as evidências empíricas sobre as distorções encontradas nos mercados de capital, de trabalho e de divisas estrangeiras.²

É fácil perceber que o cálculo da taxa de retorno figura como um elemento vital de racionalidade no processo de decisão de empresários e Governo, apesar das ambigüidades e paradoxos associados com este critério.³ A taxa interna de retorno oferece a grande vantagem de poder ser calculada com base apenas nos dados do projeto, e por isto diz-se que prescinde de informações sobre o custo de oportunidade do capital, ainda sujeito a uma longa discussão. Por outro lado, o uso da taxa interna de retorno como critério de comparação entre projetos é plenamente justificável apenas em um número restrito de casos; quando projetos apresentam dois "períodos" de duração, são mutuamente independentes, possuem a mesma escala e nível idêntico ou comparável de risco. Nestas condições, deverá ser escolhido aquele que apresentar a maior taxa de retorno interna, desde que seja superior ao custo de oportunidade do capital.

Define-se a taxa interna de retorno como aquela que iguala o valor presente dos custos de inversão com o valor presente do fluxo

² A descrição mais detalhada de conceitos e metodologia pode ser encontrada em Ralph Turvey, "On Divergences between Social Cost and Private Cost", in *Economica* (agosto de 1963), pp. 309-313.

³ Ver, por exemplo, J. Hirshleifer, "On the Theory of Optimal Investment Decision", in *Journal of Political Economy* (agosto de 1958), pp. 329-352; M. J. Bailey, "Formal Criteria for Investment Decisions", in *Journal of Political Economy* (dezembro de 1959), pp. 476-488. J. B. Ramsey, "The Marginal Efficiency of Capital, The Internal Rate of Return and Net Present Value: An Analysis of Investment Criteria", in *Journal of Political Economy* (setembro de 1970), pp. 1017-1027. O critério convencionalmente recomendado é a maximização do valor presente do projeto, descontado ao custo de oportunidade do capital. Entretanto, este critério pode conduzir a imprecisões em condições de risco. Para descrição de um algoritmo para aplicação formal, consultar Clovis de Faro, "On the Internal Rate of Return Criterion" in *The Engineering Economist*, vol. 19, n.º 3, pp. 165-194.

de rendimentos líquidos.⁴ No caso de um projeto de dois períodos apenas, corresponde à simples divisão do fluxo líquido de rendimento pelo capital investido, subtraído da unidade.⁵

Contudo, os projetos de investimentos perduram, na sua esmagadora maioria, por mais de dois “períodos”, e portanto não é impossível que existam duas ou mais soluções para a taxa interna de retorno.⁶ O critério seria, assim, inconclusivo, mas com frequência o problema é contornado supondo-se que os rendimentos formam uma perpetuidade, e a taxa de retorno emerge pela simples divisão da renda (ou lucro) pelo capital investido.

As decisões de ampliação, implantação de novos projetos e realocação de fatores entre atividades são baseadas em expectativas de retorno, e uma vez que o futuro é incerto as expectativas tendem a basear-se no passado próximo. A taxa de retorno da “perpetuidade” assumida figura, em muitas ocasiões, como um único indicador para as decisões. Ainda que o tal raciocínio seja aceito na prática, é fácil apontar falhas grosseiras decorrentes das simplificações impostas e das próprias limitações implícitas no conceito de taxa interna de retorno.

Entretanto, apesar de todas as discórdias acadêmicas, o economista sente-se mais confiante neste tipo de discussão do que quando é sugerido o tópico “risco” de um investimento. Os problemas que daí decorrem abrangem desde problemas conceituais até o cálculo e implicações do que seja “risco”. É claro que a definição do que seja “retorno” pode implicar problemas de mensuração, mas dificilmente surgem dificuldades conceituais mais sérias. Risco, por outro lado, não é tão facilmente compreendido, e sua definição e mensuração envolvem maiores dificuldades. Condições de risco apare-

$$4 \text{ Rigorosamente } \sum_{t=0}^{N'} \frac{I_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=N''}^N \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

onde I_t é o investimento no período t ; F_t , o rendimento líquido; i , a taxa interna de retorno; N' , o prazo de duração do investimento; N'' , o período em que começam os rendimentos; e N , o fim da vida útil ($N' < N'' < N$). Por simplicidade, o valor de sucata está incorporada em F_N .

$$5 \text{ Ou seja } I = \frac{F}{1+i} \text{ ou } i = \frac{F}{I} - 1.$$

⁶ Para um projeto com diversos períodos, a igualdade na nota acima corresponde a um polinômio e, portanto, sujeito a soluções múltiplas para i .

cem quando existe a probabilidade de um resultado diferente daquele que é esperado.⁷ Risco é, então, caracterizado por uma distribuição de eventos possíveis, ao invés de um resultado único e certo.

Rigorosamente, o critério de maximização não corresponde à maximização do valor esperado (ou seja, os retornos são ponderados pela distribuição de sua ocorrência), mas sim à maximização da utilidade obtida com a ponderação da utilidade dos retornos possíveis pelas respectivas probabilidades. Ou melhor, em condições de risco, indivíduos procuram maximizar a utilidade do retorno ao invés de, simplesmente, o retorno esperado.⁸ Tal raciocínio provoca problemas operacionais, pois é impossível quantificar a "satisfação" associada aos níveis de renda para indivíduos, empresas etc. Se a distribuição de probabilidade de eventos por si só já suscita dúvidas e debates inconclusivos,⁹ a questão é mais turbulenta ainda quanto à utilidade da renda. É necessário, portanto, restringir a atenção a apenas uma das questões, e a escolhida é a distribuição de retornos.

Se a distribuição de retorno não for simétrica, ou, ainda que simétrica, tiver formato mais complexo, a caracterização da sua dispersão pode exigir mais de um parâmetro, com conseqüente impossibilidade de exprimir "risco" por uma medida única. Mesmo assim, para evitar complicar o raciocínio, costuma-se identificar "risco" da atividade por uma medida única.

⁷ P. H. Cootner e D. M. Holland, "Rate of Return and Business Risk", in *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 1 (outubro de 1970), pp. 211-226.

⁸ M. Friedman e L. J. Savage, "The Utility Analysis of Choices Involving Risk", in *Journal of Political Economy*, vol. 56 (agosto de 1948), pp. 279-304; e A. Alchian, "The Meaning of Utility Measurement", in *American Economic Review*, vol. 42 (março de 1953), pp. 26-50.

⁹ Como, por exemplo, as incômodas implicações de uma distribuição com expoente característico menor que dois, cujo segundo momento centrado é indefinido. Para um debate, consulte Eugene Fama e R. Roll, "Some Properties of Symmetric Stable Distributions", in *Journal of American Statistical Association*, vol. 63 (1968), pp. 817-836; Paul A. Samuelson, "The Fundamental Approximation Theorem of Portfólio Analysis in Terms of Means, Variance and Higher Moments", in *Review of Economic Studies*, vol. 37 (outubro de 1970), pp. 537-542; S. C. Tsiang, "The Rationale of the Mean-Standard Deviation Analysis, Skewness Preference and the Demand for Money", in *American Economic Review*, vol. 62 (junho de 1972), pp. 354-371.

Domar e Musgrave,¹⁰ na década de 40, definiam risco como simplesmente o valor esperado das perdas de um determinado ato. A literatura recente reconheceu os problemas operacionais com tal conceito, e os trabalhos de Markowitz,¹¹ Tobin¹² e outros passaram a identificar risco simplesmente como a variância (ou desvio-padrão) dos retornos. Apesar das limitações impostas à classe de distribuição para que este conceito seja válido,¹³ risco será também identificado neste artigo pela variância ou desvio-padrão dos retornos. Ademais, a correspondência entre risco e variância não resulta apenas de uma conveniência estatística. Na realidade, essa correspondência impôs-se às críticas porque além de conveniente operacionalmente conforma-se a uma fundamentação teórica com a função quadrática não-temporal de Newman-Morgenstern.¹⁴ O primeiro momento é o retorno, o segundo, a variância, e todos os demais são nulos. Retorno e risco podem assim identificar totalmente o mapa de indiferença com propriedades aceitáveis na maioria dos casos.

Por tradição acadêmica, ou mesmo conveniência estatística, os estudos empíricos focalizam em sua maioria meras quantificações do conceito de taxa de retorno. Em finanças públicas o interesse é mais amplo, com uma certa preocupação quanto às divergências entre os conceitos privado e social da taxa de retorno e das distorções envolvidas. Os trabalhos mais conhecidos que procuram estimar a magnitude das distorções no Brasil são os de Langoni e Bacha.

¹⁰ E. D. Domar e R. A. Musgrave, "Proportional Income Taxation and Risk-Taking", in *Quarterly Journal of Economics*, vol. 58 (março de 1944).

¹¹ Harry M. Markowitz, "Portfolio Selection", in *Journal of Finance* (março de 1952), pp. 77-91; e *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* (New Haven: Yale University Press, 1959).

¹² James Tobin, "Liquidity Preference Behavior Towards Risk", in *Review of Economic Studies* (fevereiro de 1958), pp. 77-91.

¹³ É conveniente lembrar que a variância não é definida para certas classes de distribuição, como por exemplo a paretiana simétrica, com coeficiente característico menor que dois. Neste caso a variância é infinita e, portanto, seria injustificável identificar risco por uma medida *a priori* inexistente.

¹⁴ John von Newman e Oskar Morgenstern, *The Theory of Games and Economic Behavior* (Princeton: Princeton University Press, 1947).

Langoni¹⁵ estimou taxas médias de retorno, computadas pela relação entre o lucro líquido e o ativo imobilizado de sociedades anônimas. Os dados são agregados por setores e coletados pela Fundação Getúlio Vargas. Segundo os cálculos de Langoni, para o período 1955/67 a taxa média de retorno varia entre 14% e 15% para todas as sociedades anônimas.

Por sua vez, Bacha¹⁶ utiliza o lucro líquido e o patrimônio líquido das 500 maiores sociedades anônimas em 1969, e mostra que a taxa média de rentabilidade é de 15%, variando de um mínimo de 12% nos serviços de utilidade pública a um máximo de 25% na extração mineral. Os trabalhos indicam ainda que o custo médio de oportunidade do capital para todos os setores da economia estaria em torno de 15% ao ano, sob o ponto de vista privado, e de 18%, sob o ponto de vista social. Portanto, a julgar por estes resultados, a produtividade marginal privada é inferior à produtividade marginal social em aproximadamente 20%. Esta seria, então, uma estimativa da distorção existente no mercado brasileiro de capitais.

A discussão acadêmica sobre as estimativas acima do custo de oportunidade do capital no caso brasileiro envolveria três aspectos. O primeiro aspecto é a homogeneidade nos dados; Bacha e Langoni utilizaram informações contábeis, agregadas por ramo de atividade e restritas às sociedades anônimas. É natural que haja, portanto, uma certa similaridade nas taxas encontradas. Os erros previstos nos dados coletados e divulgados pela Fundação Getúlio Vargas podem ser razoáveis, mas infelizmente esses dados constituem uma das escassas informações existentes. Seria possível oferecer novas estimativas de taxas de desconto sociais com base em outras informações (declarações de imposto de renda, coleta direta junto às empresas), mas envolveriam custos sensivelmente maiores, e talvez as conclusões não divergissem significativamente das existentes.

¹⁵ Carlos G. Langoni, *A Study in Economic Growth: The Brazilian Case*, tese de doutoramento (Universidade de Chicago, 1970).

¹⁶ Edmar L. Bacha e outros, *Análise Governamental de Projetos de Investimento no Brasil: Procedimentos e Recomendações*, Coleção Relatórios de Pesquisa (Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1971), n.º 1; e "A Análise da Rentabilidade Macroeconômica de Projetos de Investimentos no Brasil", in *Pesquisa e Planejamento*, vol. 1, n.º 1 (junho de 1971), pp. 35-82.

O segundo aspecto é que a metodologia de cálculo empregada por Langoni e por Bacha não considerou a heterogeneidade dos ramos de atividade quanto ao risco. Setores com elevada variabilidade nas taxas de retorno foram alinhados ao lado de setores com baixo risco, e daí obtido um retorno médio.

Finalmente, o terceiro aspecto refere-se à fundamentação teórica e às hipóteses implícitas na metodologia empregada. Existem, basicamente, quatro critérios para identificar a taxa de desconto em projetos públicos. O primeiro critério, sugerido como norma "oficial" nas agências do Governo americano, é descontar o fluxo de rendimentos (reais) de projetos públicos pela taxa de juros de mercado para títulos governamentais. No caso brasileiro, este critério implicaria uma taxa de desconto anual entre 4% a 6%. Uma vez que esta taxa representa uma alternativa livre de risco, o critério sugere implicitamente que o risco do projeto público é nulo sob o ponto de vista social (devido, talvez, à "diversificação perfeita" sob a ótica social, segundo imaginam os proponentes do critério).

O segundo critério, recomendado por Hirshleifer e outros, aponta a produtividade marginal do capital no setor privado como a taxa de desconto mesmo em projetos públicos. O raciocínio implícito é de que, em condições de pleno emprego, um projeto público absorve recursos e capital empregados ou com possibilidades de emprego no setor privado, e conseqüentemente o custo alternativo do projeto público é o valor da produção marginal privada sacrificada. Posteriormente demonstraremos que Bacha e Langoni utilizaram-se deste critério nas suas estimativas.

Um terceiro grupo de economistas, como Marglin, por exemplo, encara o sacrifício do consumo presente com a realização do projeto público como o custo de oportunidade do investimento. A definição utilizada neste último critério é a taxa marginal social de preferência temporal. Finalmente, Harberger¹⁷ lidera uma corrente de economistas que reconhece os três critérios anteriores como meras simplificações num modelo analítico mais geral. O custo de oportu-

¹⁷ A. C. Harberger, "On Measuring the Social Opportunity Cost of Public Funds"; e também "Professor Arrow on the Social Discount Rate", ambos reimpressos in Harberger (ed.), *Project Evaluation: Collected Papers* (Chicago: Markham Pub. Co., 1972).

nidade social de capital seria então uma média ponderada entre a produtividade marginal social de capital e da taxa marginal de preferência temporal, ou ainda a taxa de juros de mercado de títulos governamentais acrescida de medidas apropriadas das distorções. Embora não considerado explicitamente, o modelo de Harberger permite a inclusão de inúmeras condições importantes, como o risco,¹⁸ como veremos a seguir.

Imaginemos, inicialmente, que não exista risco nos projetos de investimento (posteriormente esta hipótese será modificada) e que o critério de maximização de lucro reine entre empresários e indivíduos. Haverá, portanto, uma tendência automática para que as taxas de retorno privadas igualem a taxa de juros nos títulos governamentais. Por conveniência, os participantes do mercado de capitais são divididos em duas classes gerais: “investidores”, ou seja, aqueles indivíduos, empresas e agências governamentais que são devedores líquidos na Conta de Capital; e “poupadores”, ou os credores líquidos. Unidades Familiares, Empresas, Governo e Exterior são distribuídos pelas classes acima.

Não é necessário admitir concorrência perfeita no mercado, embora facilite o raciocínio. Contudo, se não existe concorrência perfeita, imaginemos que é possível identificar o grau de imperfeição, por exemplo, através da medida de Lerner.¹⁹ O afastamento da hipótese de concorrência perfeita funciona no modelo de forma idêntica a um “imposto”, neste caso arrecadado pelo monopsonista ou monopolista.

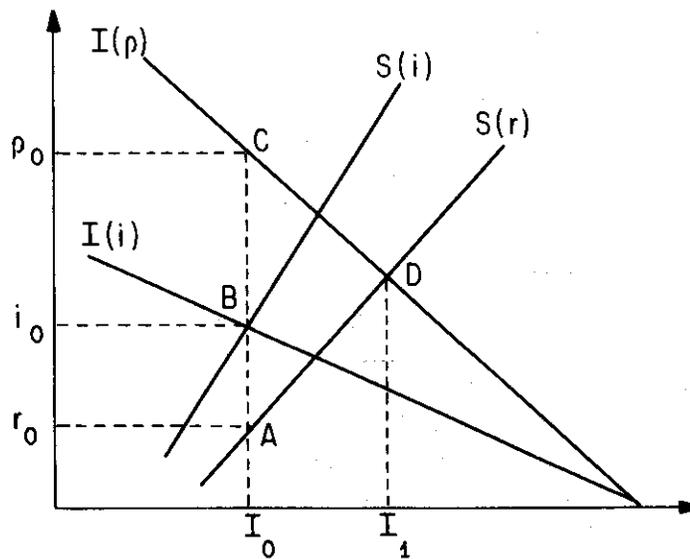
A hipótese de maximização do lucro assegura que indivíduos e empresas procurarão realizar novos investimentos até que a expectativa da produtividade marginal iguale-se aos custos alternativos marginais de obter os recursos necessários. Observe-se que, não obstante a possível existência de concorrência, o raciocínio acima não implica que os retornos privados, internalizados por indivíduos e empresas, sejam idênticos aos retornos sociais, obtidos pela economia como um

¹⁸ Conforme discutido por Martin Bailey e M. Jensen, “Risk and the Discount Rate for Public Investment”, in Jensen (ed.), *Studies in the Theory of Capital Markets* (New York: Praeger Pub., 1972).

¹⁹ A. P. Lerner, “The Concept of Monopoly and the Measurement of Monopoly Power”, in *Review of Economic Studies*, vol. 1 (junho de 1934), pp. 157-175.

todo. É certo, porém, que haverá uma tendência a que as taxas de retorno privadas, líquidas de impostos, subsídios, incentivos etc., igualem-se à taxa de juros nos títulos governamentais.²⁰ A Figura 1 resume a formalização sugerida por Harberger. A curva $I(\rho)$ representa a eficiência marginal do investimento agregada para toda a economia, ou seja, corresponde à curva de demanda por investimentos. A eficiência marginal bruta do investimento é indicada por ρ , e a curva $I(\rho)$ mostra a inclinação negativa convencional. Impostos, subsídios, externalidades etc., são aplicados ao retorno bruto ρ , obtendo-se o retorno de mercado i . A curva $I(i)$ mostra o resultado das distorções a cada nível de investimento, onde se supõe que o efeito de impostos é superior ao de subsídios e distorções similares. Portanto, a curva $I(i)$ é posicionada abaixo de $I(\rho)$.

FIGURA 1 EQUILÍBRIO NO MERCADO DE CAPITAIS EM DIVERSAS SITUAÇÕES



²⁰ Note-se que esta conclusão deriva da hipótese de ausência de risco privado. Rigorosamente, em condições de risco entenda-se que a taxa de juros nos títulos governamentais deve ser acrescido um componente adequado de prêmio para risco.

Por outro lado, as decisões de poupança dependem, a ser confirmado empiricamente, da taxa marginal de preferência temporal do consumo atual *versus* o maior consumo futuro. Poupadores procurarão realizar poupanças até que os custos alternativos do consumo renunciado no presente igualem o valor presente dos benefícios esperados com o maior consumo no futuro. Quanto maior a taxa de juros, maior é o desejo de adiar o consumo e, portanto, maior é o nível de poupança. A agregação das curvas de preferência temporal resulta na curva $S(r)$, crescente, da Figura 1.

A existência de imposto de renda nos rendimentos de poupanças implica que, para que indivíduos se abstenham do consumo presente, é necessário que o retorno bruto das poupanças supere a taxa de preferência temporal. Assim, a curva $S(i)$, acima de $S(r)$, mostra os retornos brutos i necessários para que os poupadores recebam, em termos líquidos, a taxa r .

Nas condições assinaladas acima, o equilíbrio ocorre com a formação (bruta) de capital I_0 ; com a taxa de mercado i_0 ; a preferência temporal r_0 ; e produtividade marginal do investimento ρ_0 . As distâncias verticais BC ($= \rho_0 - i_0$) e AB ($= i_0 - r_0$) correspondem às divergências distorcivas no mercado de capitais. Na ausência destas distorções, $\rho = i = r$, e o equilíbrio ocorreria no ponto D , correspondente a um nível mais elevado de investimento. Portanto, para que a formação de capital atingisse o nível fisheriano I_1 seria necessário que não existissem distorções, ou que as distorções se auto-compensassem, condições impraticáveis na realidade.

O custo de oportunidade do capital, segundo a formalização de Harberger, é obtido com os elementos da Figura 1, reproduzidos com mais detalhes na Figura 2. Imaginemos um projeto que requiera ΔI_2 de investimentos, que inevitavelmente provocará uma pressão adicional no equilíbrio do mercado de capitais. Se a poupança não é infinitamente elástica em relação ao seu retorno, a taxa de juros de mercado i se eleva para novo nível. Então, os recursos necessários ao projeto são obtidos de duas fontes simultâneas. Ao elevar a taxa de juros do mercado, projetos marginais à taxa i_0 são agora abandonados em favor do projeto em pauta. Por outro lado, ao elevar a taxa de juros, o volume desejado de poupança

de oportunidade do investimento para o projeto em questão é a soma das áreas I_2ECI_o e I_oBDI_I . Por aproximação, podemos escrever:

$$i^* = \frac{r_o \Delta S - \rho_o \Delta I}{\Delta S - \Delta I} \quad (1)$$

onde i^* é o custo social de oportunidade do capital. Por simplicidade, imaginemos que os triângulos ECJ e DKB são relativamente pouco importantes. A expressão (1) sob a forma de elasticidade assume o formato:

$$i^* = \frac{r_o \epsilon_s - \rho_o \eta_I}{\epsilon_s - \eta_I} \quad (2)$$

onde ϵ_s e η_I são as elasticidades de oferta (poupança) e de demanda (investimento) com respeito à taxa de juros. Subtraindo e adicionando a taxa de juros i_o das expressões (1) ou (2) obtemos:

$$i^* = i_o + \frac{(r_o - i_o) \Delta S - (\rho_o - i_o) \Delta I}{\Delta S - \Delta I}$$

ou

$$i^* = i_o + \frac{(r_o - i_o) \epsilon_s - (\rho_o - i_o) \eta_I}{\epsilon_s - \eta_I} \quad (3)$$

Por definição, as distâncias $r_o - i_o$ e $\rho_o - i_o$ representam as distorções (médias) no mercado de capitais.²¹ Sejam:

$$\delta = r - i = -l_s i$$

$$\phi = \rho - i = l_I \rho$$

²¹ Por conveniência, a descrição do modelo até este ponto não distingue entre tipos de investimentos e classes de rendimentos de poupança. Não é entretanto, difícil incorporar estes elementos. Para a descrição detalhada, ver o artigo de Harberger. "On Measuring The Social...", *op. cit.*

as distorções existentes, onde t_S e t_I são as alíquotas (médias) de imposto sobre renda de capital de pessoas físicas e jurídicas, respectivamente. No caso de subsídios, incentivos e distorções similares, t_S e t_I são negativos. Para impostos, t_S e t_I são positivos. Daí, o custo social de oportunidade do capital pode ser escrito como:

$$i^* = i + \frac{\delta \epsilon_s - \phi \eta_I}{\epsilon_s - \eta_I} \quad (4)$$

As curvas de demanda de investimento e oferta de poupança estão agregadas, nas Figuras 1 e 2, para a economia como um todo. Naturalmente, o mercado de capitais é formado de inúmeros segmentos, com diferentes distorções. Portanto, a expressão (4) pode ser reescrita como:

$$i^* = i + \frac{\sum_h \delta_h \epsilon_h S_h - \sum_j \phi_j \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \quad (5)$$

onde δ_h refere-se à distorção no segmento H da oferta de poupança; S_h à proporção da poupança global gerada no segmento H ; ϕ_j à distorção no setor j ; e I_j à proporção do investimento global efetuado no setor j .

Harberger, ao descrever a metodologia acima, negligencia ou mostra-se reticente sobre o papel do risco no custo de oportunidade do capital e taxa de desconto em projetos públicos. Inicialmente, Harberger supõe que não existe prêmio para risco, para em seguida mencionar risco em breves passagens, sem deter-se, entretanto, nas suas implicações na taxa de desconto.²²

Aparentemente, Harberger defende a idéia de que a taxa de desconto a ser empregada em projetos públicos é uma só, independente do projeto e atividade específica. A unicidade das taxas de desconto, ou do custo de oportunidade do capital, passa, entretanto, a ser uma hipótese suspeita e exageradamente simplista em condições de

²² Harberger, *op. cit.*, pp. 104 e 114.

risco. Vickrey,²³ Samuelson,²⁴ Arrow²⁵ e outros economistas consideram que o risco é, indubitavelmente, uma componente da taxa de desconto privado, uma vez que, segundo eles, a diversificação não é perfeita para o setor privado. Entretanto, dada a grande quantidade de projetos públicos nas mais variadas atividades, alguns economistas argumentam que a diversificação é perfeita, e esta corrente de opinião sugere que o risco pode então ser abstraído dos cálculos de projetos públicos. Uma consequência deste raciocínio é a de que projetos com taxas privadas de retorno elevadas, mas ainda insuficientes pelo risco envolvido, tornam-se atraentes ao setor público quando descontados a uma taxa livre de risco. Portanto, no raciocínio de Samuelson e outros, o governo deveria assumir a seu encargo estes projetos.

É fácil demonstrar que, mesmo que fosse perfeita, a diversificação não conduziria ao risco nulo.²⁶ Para que o risco fosse nulo através da diversificação seria necessário que os retornos de todos os projetos tivessem correlação nula, isto é, fossem mutuamente independentes. Entretanto, uma vez que projetos tendem a causar externalidades uns aos outros, a hipótese da diversificação é invalidada. Conseqüentemente, a transferência de um projeto do setor privado para o setor público não afeta o risco assumido pela economia.

Bailey e Jensen²⁷ mostram que, ao contrário do que sugere Harberger, a taxa de desconto social pode e deve variar com o risco envolvido pelo projeto. Para tanto basta elaborar um pouco mais o modelo de Harberger.

A existência de prêmio para risco implica a não existência de apenas uma taxa de equilíbrio i no mercado, mas sim uma estrutura

²³ William Vickrey, "Principles of Efficiency: Discussion", in *American Economic Review*, vol. 54 (maio de 1964), pp. 88-92, em resposta ao artigo de J. Hirshleifer, "Efficient Allocation of Capital in an Uncertain World", in *American Economic Review*, vol. 54 (maio de 1964), pp. 77-85.

²⁴ Paul A. Samuelson, "Principles of Efficiency: Discussion", in *American Economic Review*, vol. 54 (maio de 1964), pp. 93-96 (*idem*).

²⁵ Kenneth J. Arrow, "Discounting and Public Investment Criteria", in A. V. Kneese e S. C. Smith (eds.), *Water Research* (Baltimore, Ma., 1966).

²⁶ Esta conclusão será demonstrada mais adiante.

²⁷ Martin J. Bailey e M. C. Jensen, *op. cit.*

de taxas variáveis com o risco. Assim, podemos escrever que, para um determinado nível de risco V_j , existirá uma relação *ex-ante* na forma:

$$i_k = i_f + \lambda V_k \quad (6)$$

onde i_k é a taxa de juros de equilíbrio no segmento k do mercado; i_f , a taxa de juros livre do risco e λ ($\lambda > 0$), o parâmetro (estável) que indica o prêmio para risco marginal. Para incorporar este raciocínio à formulação de Harberger é necessário aceitar a existência da relação (6) de equilíbrio, ou seja, projetos e atividades com risco mais elevado do que o normal necessitam de um retorno esperado (e geralmente o obtêm) também mais elevado para atrair interesse e recursos privados.

O tratamento mais recente do papel do risco, devido a Sharpe, Lintner, Fama e outros, decompõe o risco total, ou variância (ou estatística similar) de um projeto, em dois componentes: o sistemático, ou risco não-diversificável, e o risco diversificável. O risco do projeto é, então, restrito à sua contribuição ao risco total da carteira, neste caso a riqueza da economia. Para uma economia formada de N projetos ou atividades, o risco agregado corresponde a:

$$\sigma^2 (i_p) = \sum_k^N \sum_j^N \gamma_k \gamma_j \text{cov} (i_k, i_j) \quad (7)$$

onde $\sigma^2 (i_p)$ é a variância do retorno da riqueza da economia; γ_k , a proporção da riqueza alocada ao projeto ou atividade K ; e $\text{cov} (i_k, i_j)$, a covariância dos retornos de projetos ou atividades K e J . Observe-se que a expressão (7) pode ser reescrita como:

$$\sigma^2 (i_p) = \sum_{k=1}^N \gamma_k \sum_{j=1}^N \gamma_j \text{cov} (i_k, i_j) \quad (8)$$

ou ainda:

$$\begin{aligned} \sigma (i_p) &= \sum_{k=1}^N \gamma_k \frac{\sum_{j=1}^N \gamma_j \text{cov} (i_k, i_j)}{\sigma (i_p)} \\ &= \sum_k^N \gamma_k \frac{\text{cov} (i_k, i_p)}{\sigma (i_p)} \end{aligned} \quad (9)$$

A alocação eficiente de recursos entre os N projetos e atividades garante que os pesos γ_k serão tais que:

$$E(i_k) - E(i_p) = M \left\{ \sum_j \frac{\gamma_j \text{cov}(i_k, i_j)}{\sigma(i_p)} - \sigma(i_p) \right\} \quad (10)$$

onde M é a variação de $E(i_p)$ para uma mudança em $\sigma(i_p)$ num ponto ao longo da fronteira eficiente de combinações de retorno e risco, disponíveis à economia.

Dai, escrevemos também:

$$E(i_k) = [E(i_p) - M \sigma(i_p)] + M \sigma(i_p) \beta_k \quad (11)$$

onde

$$\beta_k = \frac{\text{cov}(i_k, i_p)}{\sigma^2(i_p)} \quad (12)$$

corresponde ao risco sistemático ou não-diversificável do projeto k , no conjunto de projetos P da economia.

O primeiro termo da expressão (11),

$$E(i_p) - M \sigma(i_p) \quad (13)$$

corresponde a uma constante que independe do risco sistemático. Portanto, este intercepto (13) é equivalente à taxa de retorno livre de risco, uma vez que $\beta_s = 0$ mostra que o projeto S tem uma contribuição nula para o risco da economia. Observe-se que este raciocínio é menos restritivo que a conceituação convencional — de certa forma também sugerida na expressão (6) — de projeto ou atividade livre de risco apenas quando a variância dos seus retornos é nula. É claro que, quando $\sigma^2(i_s) = 0$, a covariância de i_s com qualquer outro é nula, mas a recíproca não é verdadeira; ou seja, se $\text{cov}(i_s, i_p) = 0$, não implica necessariamente que $\sigma^2(i_s) = 0$.

Por definição, seja, portanto,

$$E(i_j) = E(i_p) - M \sigma(i_p) \quad (14)$$

ou

$$M = - \frac{E(i_j) - E(i_p)}{\sigma(i_p)} = \frac{E(i_p) - E(i_i)}{\sigma(i_p)} \quad (15)$$

Uma vez que o fator M é idêntico para todos os projetos na economia, pode ser identificado, a partir da expressão (15), como o “preço de mercado por unidade de risco”. É importante notar que o parâmetro M não deve ser confundido com o parâmetro λ da função (6). Substituindo (15) em (11), obtemos:

$$E(i_k) = E(i_f) + \{E(i_p) - E(i_f)\} \beta_k \quad (16)$$

ou seja, o retorno total esperado de um projeto pode ser decomposto em duas partes:

- a) o retorno do projeto “livre de risco”, definido por $\text{cov}(i_f, i_p) = 0$; e
- b) o prêmio para o risco: $\{E(i_p) - E(i_f)\} \beta_k$.

O modelo (16) é definido para variáveis observáveis e, portanto, pode ser objeto de estimação empírica, conforme mostraremos mais adiante.

Para incorporar o risco no modelo de Harberger, necessitamos redefinir as “distorções” δ e ϕ . Consideremos a taxa de juros de equilíbrio de mercado i_f , livre de risco, e sejam as “distorções” definidas em relação a esta taxa.

Assim:

$$\begin{aligned} \delta_h &= r_h - i_f = (1 - t_h) i_h - i_f \\ &= (1 - t_h) [i_f + (i_p - i_f) \beta_h] - i_f \\ &= (1 - t_h) (i_p - i_f) \beta_h - t_h i_f \end{aligned} \quad (17)$$

e

$$\begin{aligned} \phi_K &= \rho_k - i_f = \frac{i_K}{1 - t_k} - i_f \\ &= \frac{(i_p - i_f) \beta_k}{1 - t_k} + i_f \left(\frac{t_k}{1 - t_k} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

onde β_h e β_k correspondem ao risco sistemático associado às taxas de equilíbrio do mercado i_h e i_k , respectivamente.

Ou seja, em ambas as distorções existe um componente de prêmio para risco que varia com o risco sistemático β_k . Substituindo os resultados (16), (17) e (18) na expressão (5) obtemos:

$$i_k^* = i_o + i_f \left[\frac{\sum_h (-t_h) \epsilon_h S_h - \sum_j (t_j/1-t_j) \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \right] + \\ + (i_p - i_f) \left[\beta_k + \frac{\sum_h (1-t_h) \beta_h \epsilon_h S_h - \sum_j \frac{\beta_j}{1-t_j} \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_h \eta_j I_j} \right] \quad (19)$$

Antes de discutir com mais detalhes a expressão (19), é conveniente esclarecer alguns aspectos do conceito da "taxa de juros isenta de risco" i_f , quando encarada sob a ótica social. Na ausência de perfeita mobilidade de capitais entre países, é natural que a taxa de juros isenta de risco i_f seja determinada basicamente com a oferta e demanda interna de capital. Esta taxa de juros i_f corresponde então ao equilíbrio no mercado, sob o ponto de vista privado.

Na literatura de finanças, a taxa de juros em títulos governamentais é freqüentemente apresentada como o retorno livre de risco. Tal raciocínio é sem dúvida correto quando considerado sob a ótica privada. Afinal, excluídos os casos extremos de conflagrações, alterações políticas no país etc., indivíduos e empresas consideram a inversão em títulos governamentais de renda (real) fixa como segura quanto ao recebimento de juros, até a sua maturidade. Assim, é correto o procedimento de indivíduos e empresas considerarem as taxas de juros em títulos governamentais como a alternativa de inversão com risco nulo.

Contudo, a mesma taxa de juros em títulos governamentais pode não ser a mais indicada como representativa de risco nulo sob o ponto de vista social. É fácil demonstrar que a taxa de juros paga pelo governo pode estar distorcida quando, por exemplo, para drenar recursos do setor privado para projetos públicos, a taxa real oferecida em títulos governamentais é superior ao retorno social esperado dos mesmos projetos. Como o Governo Federal pode recorrer a financiamentos quase indefinidamente, via taxaço e emissão de moeda, instrumentos geralmente fora do alcance de empresas,

não existem maiores problemas no pagamento dos juros prometidos. A implicação maior deste processo é entretanto uma gradual drenagem de recursos do setor privado, em condições competitivas adversas, para o setor público.²⁸

É difícil identificar o nível de distorção, se existente, na taxa de juros paga em títulos governamentais. A alternativa existente para contornar este problema seria considerar como um "projeto" livre (ou quase) de risco a aplicação em títulos governamentais estrangeiros, como Letras do Tesouro Americano, com retorno real inferior aos disponíveis em *LTN e ORTN*. Mesmo assim não estaríamos livres de distorções, pois seria necessário corrigir o montante investido e o fluxo de juros a ser recebido, pela evolução temporal da divergência entre a taxa de câmbio social e a oficial. Bacha²⁹ estimou que a razão entre o custo social e a taxa de mercado estava em torno de 1,24 em 1970. Ou seja, o custo social das divisas estrangeiras era 24% superior ao de mercado. Desde 1970, o sistema de impostos e subsídios às exportações e importações vem sofrendo contínuas modificações. É provável mesmo que as estimativas de Bacha já estejam ultrapassadas, mas é difícil apontar, sem um estudo rigoroso, em que direção. É fato sabido que as tarifas de importação vêm decrescendo. Por outro lado, as exportações brasileiras aparentam ser muito mais elásticas em relação à taxa de câmbio que as importações. Conseqüentemente, há razões para acreditar que o nível de distorção, ou seja, a divergência entre a taxa social e a taxa de mercado, esteja decrescendo no mercado de divisas. A estimativa de Bacha figura, no entanto, como um limite inferior ao custo da divisa.

O critério para quantificação da taxa de juros social isenta de risco seria baseado nas observações acima. Imaginemos que para

²⁸ Seria interessante avaliar se a taxa de juros real paga em Letras do Tesouro e *ORTN* não seria demasiadamente elevada perante as alternativas de investimentos produtivos disponíveis ao setor privado no Brasil. Se esta suspeita for válida, o Governo estaria ocasionando um agravamento na alocação de recursos, retirando das opções privadas de investimento aqueles projetos e atividades com baixo retorno e risco, mas com retorno privado inferior àquele oferecido em títulos públicos.

²⁹ Edmar L. Bacha e outros, *op. cit.*, e também L. Taylor, "Foreign Exchange Shadow Prices: A Critical Review of Current Theories", in *Quarterly Journal of Economics*, vol. 85 (maio de 1971), pp. 197-224.

cada dólar investido, no presente, em um título estrangeiro será paga uma taxa i'_j , constante até a maturidade do título ou durante o horizonte desejado pelas agências públicas. Uma vez que existem distorções no mercado de divisas, os dólares investidos no presente e recebidos no futuro devem ser valorizados segundo a taxa de câmbio social E^* . Daí, um dos métodos para determinação da taxa de juros social isenta de risco requer que seja resolvido o polinômio em i_t^* :

$$e_t^* = i'_j \left[\frac{e_{t+1}^*}{1 + i_j^*} + \frac{e_{t+2}^*}{(1 + i_j^*)^2} + \dots + \frac{e_{t+n}^*}{(1 + i_j^*)^n} \right] + \frac{e_{t+n+1}^*}{(1 + i_j^*)^{n+1}} \quad (20)$$

onde $e_t^* = E_t^*/E_t$; E_t^* é a taxa social de câmbio; E_t , a taxa oficial ou de mercado, i'_j , a taxa de juros em títulos governamentais estrangeiros; e i_j^* , a taxa interna de retorno, que corresponde à taxa social de desconto isenta de risco. Observe-se que, quando

$$e_t^* = e_{t+1}^* = \dots = e_{t+n}^* \quad (21)$$

e o horizonte é infinito (n infinito), a expressão (20) implica que $i_j^* = i'_j$, ou seja, a taxa social livre de risco corresponde à própria taxa de juros nos títulos estrangeiros. Portanto, a conclusão $i_j^* = i'_j$ corresponde a uma particularização do modelo mais completo (20).

Por outro lado, quando o horizonte (n) é finito e mantida a hipótese (21), a relação entre i_t^* e i'_j é dada por:

$$\frac{[i'_j (1 + i_j^*)^n - 1] (1 + i_j^*) + 1}{i_j^* (1 + i_j^*)^{n+1}} = 1 \quad (22)$$

e $i_j^* > i'_j$.

Qualquer que seja o critério adotado, entretanto, é necessário uma análise prévia de estimativas razoáveis para i_j^* . Em princípio, a diferença entre i^* e i'_j depende do horizonte considerado (n) e

de expectativas da evolução temporal das distorções no mercado de divisas (e_t^* , e_{t+1}^* , ...). Seja este argumento representado simbolicamente:

$$i_j^* - i_j' = g [(e_t^*, e_{t+1}^*, \dots), n]$$

ou

$$i_j^* = i_j' + g [(e_t^*, e_{t+1}^*, \dots), n] \quad (23)$$

Incorporando a expressão (23) ao modelo podemos reescrever a equação (19), generalizada para projetos com classe β_k de risco, para uma economia com acesso ao mercado internacional de capital, como:

$$\begin{aligned} i_k^* &= i_j' + g [(e_t^*, e_{t+1}^*, \dots), n] + \\ &+ i_j' \left[\frac{\sum_h (-t_h) \epsilon_h S_h - \sum_j (t_j/1 - t_j) \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \right] + \\ &+ (i_p - i_j) \left[\beta_k + \frac{\sum_h (1 - t_h) \beta_h \epsilon_h S_h - \sum_j \frac{\beta_j}{1 - t_j} \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \right] \quad (24) \end{aligned}$$

Portanto, a expressão (24), que mede a taxa social de desconto em projetos com um dado risco β_k é composta de quatro termos:

- i) a taxa de juros livre de risco no mercado internacional i_t^*
- ii) a componente resultante das distorções no mercado doméstico de divisas, através da qual são transacionados os fundos necessários para a aplicação nos títulos estrangeiros e recebimento de seus rendimentos

$$g [(e_t^*, e_{t+1}^*, \dots), n], \text{ sendo } \frac{\partial i_k^*}{\partial e_t^*} \geq 0 \text{ para } e_{t+1}^* \geq e_t^*$$

iii) o efeito distorcivo harbergeriano líquido de impostos, subsídios e incentivos ao investimento e poupança agregada

$$i_j \left[\frac{\sum_h (-t_h) \epsilon_h S_h - \sum_j (t_j/1 - t_j) \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \right]; \quad (25)$$

iv) o "prêmio para risco social", ou seja, o efeito líquido do risco assumido pela economia com a realização do projeto k em questão

$$(i_p - i_j) \left[\beta_k + \frac{\sum_h (1 - t_h) \beta_h \epsilon_h S_h - \sum_j \frac{\beta_j}{1 - t_j} \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \right] \quad (26)$$

Enquanto os três primeiros termos têm uma contribuição constante e independente das características próprias do projeto onde serão aplicados os recursos, ou seja, são comuns a todos os projetos, o quarto termo varia com o nível de risco V_k do projeto e com a magnitude das distorções associadas ao setor e ao projeto específico.

O prêmio para risco social seria, assim, formado por dois elementos: o prêmio para risco $(i_p - i_j)\beta_k$ idêntico ao que seria necessário para que o projeto fosse realizado pelo setor privado; e uma componente adicional que incorpora as inúmeras distorções com o risco sistemático em cada segmento do mercado. A diferença $i_p - i_j$ é provavelmente positiva, e o parâmetro β_k do risco sistemático é certamente positivo. Portanto, o termo $(i_p - i_j) \beta_k$ deve mostrar uma contribuição positiva para a taxa de desconto social. Por outro lado, o segundo termo, que envolve as distorções e riscos sistemáticos nos diversos segmentos do mercado, não permite sugestões seguras sobre o seu efeito líquido na taxa social de desconto, pois envolve a combinação do risco sistemático, a magnitude da distorção, a elasticidade de resposta, e pesos, combinados e agregados para cada atividade e projeto da economia e para cada classe de renda de onde se originam as poupanças.

Uma vez reunidos os argumentos na expressão (24), é relativamente fácil demonstrar que o modelo é uma generalização das prin-

capais correntes de opinião sobre “a” taxa social de desconto. Havíamos apresentado anteriormente quatro dos critérios mais importantes, cujas hipóteses restritivas serão discutidas agora.

Assim, o critério adotado e sugerido pelas agências oficiais americanas supõe, implicitamente, o seguinte conjunto de hipóteses:

- a) $e_t^* = e_{t+1}^* = \dots e_{t+n}^*$, ou seja, as distorções no mercado de divisas ou inexistem, ou são perpetuadas;
- b) $t_h = t_j = 0$ ($i, j = 1, 2, \dots$), não existem distorções no mercado de capitais;
- c) $\beta_k = 0$, não existe prêmio para risco;
- d) $i_f = i_{us}$, a taxa de juros isenta de risco corresponde àquela dos títulos do Tesouro Americano, e conseqüentemente $i_k^* = i_f$, ou seja, a taxa social de desconto é igual à taxa de juros nos títulos governamentais.

Hirshleifer e outros sugerem a produtividade marginal do capital no setor privado como a taxa de desconto em projetos públicos. Existem duas interpretações para este argumento. A primeira diz que, se existe concorrência perfeita e ausência de distorções nos mercados doméstico e internacional, o critério implica nas hipóteses:

- a) $e_t^* = e_{t+1}^* = \dots$, idêntica ao caso anterior;
- b) $t_h = t_j = 0$ ($i, j = 1, 2, \dots$), não existem distorções no mercado de capitais, e conseqüentemente $i_k^* = i_k = i_f + (i_p - i_f) \beta_k$, um resultado bastante conhecido dos modelos de Sharpe-Lintner-Fama. A segunda interpretação envolve as hipóteses:

- a') $e_t^* = e_{t+1}^* = \dots$
- b') $\epsilon_h = 0$ ($h = 1, 2, \dots$)
- c') $\beta_k = 0$ ($h = 1, 2, \dots$)

c) conseqüentemente

$$i_k^* = i_f \left[1 - \frac{\sum (t_j/1 - t_j) \eta_j I_j}{\sum \eta_j I_j} \right] = \frac{\sum \rho_j \eta_j I_j}{\sum \eta_j I_j} \quad (27)$$

ou seja, a taxa social de desconto corresponde à média ponderada das produtividades marginais dos projetos e atividades na economia. É interessante salientar que as evidências empíricas fortalecem a hipótese de que a poupança é relativamente inelástica à taxa de juros. Este fato tem levado um número crescente de economistas a sugerirem este critério para desconto em projetos públicos. As demais hipóteses, a') e principalmente c'), sugerem, entretanto, que este argumento é incompleto e particular.

O terceiro grupo, onde se encontra Marglin, encara o sacrifício do consumo presente resultante do projeto em questão como o custo de oportunidade do investimento. Este argumento enfatiza a taxa marginal social de preferência temporal para representar a taxa de desconto. Dentro deste raciocínio, as hipóteses implícitas são:

- a) $e_t^* \doteq e_{t+1}^* = \dots$;
- b) $\eta_j = 0$, ou seja, o nível de investimento independe da sua produtividade marginal;
- c) $\beta_k = 0$ ($k = 1, 2, \dots$); não existe prêmio para risco, e conseqüentemente

$$r_k^* = i_f \left[1 - \frac{\sum t_h \epsilon_h S_h}{\sum \epsilon_h S_h} \right] = \frac{\sum r_h \epsilon_h S_h}{\sum \epsilon_h S_h} \quad (28)$$

ou seja, a taxa social de desconto corresponde à média ponderada das taxas marginais de preferência temporal dos indivíduos e empresas da economia.

Finalmente, um quarto grupo de economistas reconhece que as distorções atingem as decisões de poupar e investir e mesmo os demais mercados, e que as elasticidades – cuja “verdadeira” magnitude deve ser objeto de estudos empíricos – das curvas de demanda de investimento e/ou oferta de poupança não são necessariamente nulas. Entretanto, a importância do risco sob o ponto de vista social na determinação da taxa de desconto tem sido relegada por estes técnicos a um plano secundário. Assim, a hipótese restritiva é de que:

- a) $\beta_k = 0$ ($k = 1, 2, \dots$), ou seja, não existe prêmio para risco; portanto, a taxa social de desconto assume um valor único para todo e qualquer projeto e corresponde ao modelo de Harberger (5).

Alguns economistas, como Samuelson e Arrow, reconhecem a existência do prêmio para risco privado, mas a negam sob o ponto de vista social com diversos argumentos. O mais citado é de que a diversificação dos recursos de sociedade por uma infinidade de atividades e projetos elimina o risco social. A falácia deste argumento é facilmente revelada se imaginamos que as proporções γ de recursos aplicados a cada projeto são aproximadamente idênticas, e portanto $\gamma = \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = 1/N$. Tomando o limite da variância (7), para N tendendo ao infinito obtemos:

$$\begin{aligned} \lim_{N \rightarrow \infty} \sigma^2(i_p) &= \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_k^N \sum_j^N \gamma_k \gamma_j \text{cov}(i_k, i_j) \\ &= \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_k^N \gamma_k \sigma^2(i_k) + \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_k^N \sum_{\substack{j \\ k \neq j}}^N \gamma_k \gamma_j \text{cov}(i_k, i_j) \\ &= \text{zero} + \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_k^N \sum_{\substack{j \\ k \neq j}}^N \gamma_k \gamma_j \text{cov}(i_k, i_j) \end{aligned} \quad (29)$$

O limite (29) será nulo se, e apenas se, todas as atividades e projetos tiverem covariância nula, isto é, se forem mutuamente independentes. Entretanto, mesmo nesta hipótese extrema não seria válido concluir que a taxa social de desconto deveria ser única e constante para todos os projetos. Tal recomendação tornaria extremamente atraentes aqueles projetos com taxa interna de retorno mais elevada, devido exatamente ao maior risco, e prejudicaria aqueles projetos com menor risco, e conseqüentemente menor taxa interna de retorno.

O prêmio para risco social poderia ser nulo se o risco sistemático privado do projeto K igualasse a média ponderada dos riscos sistemáticos ao longo dos setores e atividades distorcidas:

$$\beta_k = \frac{\sum_h (1 - t_h) \beta_h \epsilon_h S_h - \sum_j \frac{\beta_j}{1 - t_j} \eta_j I_j}{\sum_h \epsilon_h S_h - \sum_j \eta_j I_j} \quad (30)$$

Não é impossível que esta igualdade ocorra para um projeto particular — que, neste caso, teria um prêmio para risco positivo sob o ponto de vista privado e nulo, sob o ponto de vista social — mas

seria impossível que ocorresse para todos os projetos ao mesmo tempo, uma vez que a média à direita do sinal de igualdade é constante para a economia. Por definição, a média dos coeficientes β tem que ser unitária $\sum \gamma_k \beta_k = 1$, e portanto, se, e somente se, o parâmetro β fosse unitário para todos os projetos e atividades -- uma hipótese absurda -- a identidade (30) teria validade universal.

O prêmio para risco social seria também nulo quando a taxa de retorno da riqueza global da economia i_p fosse idêntica à taxa de juros isenta de risco. Neste caso, $(i_p - i_f) = 0$, e a expressão (26) desapareceria. Novamente, esta hipótese seria bastante irrealista, pois implicaria a não existência de prêmio para risco, quer privado, quer social.

As evidências que se acumulam nos Estados Unidos e outros países revelam, entretanto, que o prêmio para o risco existe, é relativamente estável e é um elemento crucial na explicação da maneira como se distribuem e são alocados eficientemente os recursos entre projetos e atividades. A seção a seguir abordará esta questão para o caso brasileiro.

3 — Medidas empíricas do prêmio para risco e risco sistemático

A seção anterior mostrou que o critério de valor presente do fluxo de aplicações e rendimentos envolve o emprego de uma taxa social de desconto. Esta taxa, ao contrário do que opina a maioria dos especialistas, deve variar conforme o risco esperado do projeto.

A taxa social de desconto teria, assim, uma componente comum a todos os projetos e uma segunda componente aditiva, dependente do nível de risco social envolvido em um projeto específico. Esta segunda componente -- o "prêmio para risco social" -- tem o formato especificado na expressão (26), onde o termo $(i_p - i_f) \beta_k$ corresponde ao prêmio para risco privado, e o termo restante compreende o efeito iterativo das distorções e o risco sistemático para cada atividade e projeto da economia. Esta seção concentra-se na quantificação empírica do prêmio para risco privado, para a economia como um todo, e para diversas atividades.

A hipótese importante a ser testada é a associação entre retorno esperado e risco, sob a ótica privada. Num mundo caracterizado pela aversão ao risco e mercado de capital “relativamente” competitivo, taxas esperadas mais altas de retorno estariam associadas a níveis crescentes de risco. Ou seja, aquelas atividades com risco acima do normal exigiriam taxas esperadas de retorno igualmente acima da média para que recursos e interesses privados fossem convenientemente distribuídos entre as diversas atividades e setores econômicos.

3.1 — O prêmio para risco como componente de retorno

Assim, a hipótese central a ser testada nesta seção é a de que existe uma relação estável e empiricamente comprovável para o caso brasileiro entre retorno esperado e risco. Dois modelos serão testados. O primeiro destina-se a quantificar o prêmio para risco agregado para a economia, e o modelo sugerido assume um formato semelhante ao da expressão (6):

$$i_k = \alpha_0 + \alpha_1 V_k + u_k \quad (31)$$

onde i é o retorno; V , a medida de risco (variância ou desvio-padrão); e u , os distúrbios independentemente distribuídos. Para uma atividade com risco nulo $E(i_k) = \alpha_0$, e portanto α_0 é a estimativa para o retorno livre de risco. O produto $\alpha_1 V_k$ é a medida do prêmio para risco, e α_1 é o prêmio *ex-ante* por unidade marginal de risco. Posteriormente, discutiremos outra especificação e uma melhor interpretação para a equação (31).

De um modo geral, o cálculo de retorno e risco sob o ponto de vista empresarial utiliza informações contábeis. Em princípio, este critério pode criar embaraços teóricos, uma vez que os registros contábeis são meras convenções nem sempre economicamente corretas. Contudo, como essas convenções são padronizadas e razoavelmente obedecidas, as medidas daí obtidas são válidas para comparações entre empresas e/ou entre atividades.

Por simplicidade, pode-se aceitar que a dispersão de retornos observados em torno do retorno médio da indústria ou ramo de atividade serve como uma indicação aproximada do nível de risco

naquela atividade. Ou seja, imagina-se que uma empresa, numa determinada indústria ou ramo de atividade, possui retornos normal e aleatoriamente distribuídos de forma idêntica às demais empresas do ramo. A magnitude do desvio-padrão serve então para indicar a possibilidade de os retornos distanciarem-se da média da atividade.

Se os empresários são na média avessos ao risco, hipótese razoavelmente aceita, é de se esperar que atividades com desvios-padrão mais elevados necessitem de retornos médios mais elevados para atrair interesse. Além disto, para que as evidências sejam conclusivas, a hipótese de retorno e risco positivamente associados deve ser igualmente válida, quer com informações *cross-section*, quer com dados temporais.

A associação entre retorno e risco será testada com três tipos de dados. Dois conjuntos de informações originaram-se de coletâneas regulares realizadas pela Fundação Getúlio Vargas e resultados publicados na *Conjuntura Econômica*. Esses levantamentos compreendem dados de balanço e demonstração de lucros e perdas das sociedades anônimas no Brasil, e existem séries históricas de lucros, patrimônio líquido e outras contas agregadas por ramos de atividade para o período 1955 a 1968. A partir de 1968, as séries são interrompidas, e a *Conjuntura Econômica* publica informações relativas apenas às 500 maiores sociedades anônimas. Os dados de 1955 a 1968 permitirão uma análise temporal da equação (31), enquanto os dados das 500 maiores empresas em 1971, 1972 e 1973 servirão a um teste *cross-section*.

A taxa de retorno será calculada pela divisão da renda líquida (soma do lucro retido, dividendos, gratificações, doações e transferências voluntárias) pelo patrimônio líquido (soma do capital nominal, reservas e provisões, reavaliações a capitalizar e capital a realizar) da empresa.

As informações reunidas nas declarações de imposto de renda das pessoas jurídicas compreendem a terceira fonte de dados. Infelizmente, não foi possível obter informações ao nível de empresas, pois os dados divulgados pela Secretaria da Receita Federal são consolidados por ramos de atividades, embora permitam a decomposição por tipo de forma jurídica (sociedades por ações, empresas governamentais, empresas individuais, sociedades por quotas de responsabilidade limitada). Os mapas estatísticos do imposto de renda estão disponi-

vcis para os anos (base) de 1970, 1971 e 1973. Infelizmente, a disposição dos valores não favorece o emprego da medida de taxa de retorno definida anteriormente, e a forma escolhida foi a divisão do lucro real tributável pelo ativo imobilizado.

A Tabela 1 mostra o retorno médio e o desvio-padrão de 30 ramos de atividade para o período 1955/68, e as combinações de retorno e risco estão representadas na Figura 3. De um modo geral, atividades com risco mais elevado revelam retornos igualmente elevados.

TABELA 1
Retorno e risco de diversas atividades no Brasil
análise temporal, período 1955/68

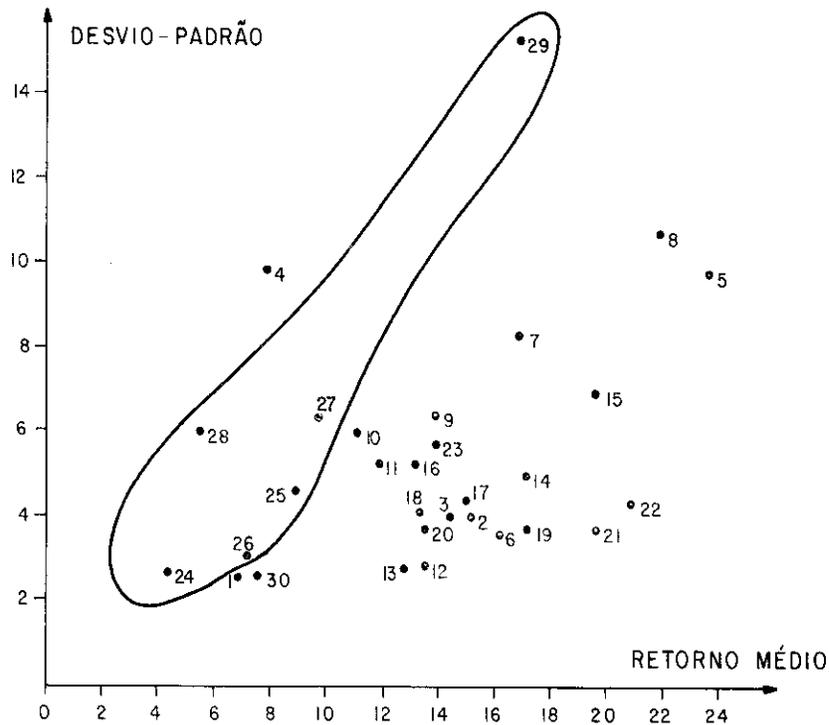
Código	Ramo de Atividade	Retorno Médio	Desvio-Padrão
1	<i>Agricultura</i>	6,86	2,48
2	<i>Indústria</i>	14,80	3,90
3	Material de Construção.....	14,26	3,99
4	Plásticos.....	7,69	9,42
5	Fumo e Fósforo.....	23,10	9,51
6	Madeira.....	16,00	3,41
7	Couros.....	16,64	8,11
8	Borracha.....	21,59	10,47
9	Têxtil.....	13,71	6,26
10	Construção Civil.....	10,95	5,90
11	Metalúrgica e Siderúrgica.....	11,85	5,11
12	Gráfica.....	13,42	2,86
13	Gêneros Alimentícios.....	12,59	2,75
14	Vestuário.....	16,86	4,82
15	Mineração.....	19,36	6,94
16	Vidros e Cerâmica.....	12,90	5,21
17	Química e Farmacêutica.....	14,74	4,31
18	Papel.....	13,04	4,00
19	Móveis e Utensílios.....	16,83	3,61
20	<i>Comércio</i>	13,19	3,69
21	Atacadista.....	19,65	3,56
22	Varejista.....	20,28	4,19
23	Armazenagem.....	13,76	5,60
	<i>Utilidade Pública e Serviços</i>	—	—
24	Energia Elétrica.....	4,28	2,64
25	Ensino e Saúde.....	8,79	4,57
26	Hotéis e Turismo.....	7,06	2,76
27	Transportes.....	9,69	6,42
28	Comunicações.....	5,32	5,97
29	Propaganda.....	16,42	14,72
30	Imobiliário.....	7,30	2,57

Embora o horizonte para recuperação dos investimentos acumulados seja importante na análise, os dados anuais do período 1955/68 não parecem resultar em evidência desconexas.

Assim, o retorno relativamente modesto de aproximadamente 7% nas fazendas agrícolas, em comparação com a rentabilidade elevada de outros setores, como Propaganda, Comércio, Mineração Fumo e Fósforo, é consistente com a menor dispersão e, conseqüentemente, menor risco associado às inversões na agricultura.³⁰ A Figura 3 mos-

FIGURA 3 COMBINAÇÕES DE RETORNO E RISCO
PARA 30 RAMOS DE ATIVIDADE

— PERÍODO : 1955 / 68 —



³⁰ Para uma exploração desta afirmativa, consultar Cláudio R. Contador, *Tecnologia e Rentabilidade na Agricultura Brasileira*, Coleção Relatórios de Pesquisa (Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1975), n.º 28.

tra uma clara associação positiva entre retorno e risco nos diversos setores. Teoricamente, as combinações *ex-ante* de retorno e risco deveriam localizar-se ao longo de uma fronteira curvilínea (eficiente) côncava para cima, e de fato a disposição dos pontos sugere tal formato. As diferenças observadas em relação ao teoricamente sugerido podem ser explicadas por diversos fatores, como realizações *ex-post* diferentes das expectativas *ex-ante*, a diferente maturação dos investimentos em alguns setores, horizontes diferentes de expectativas, erros de medida etc. É interessante observar que os setores de utilidade e serviços públicos (energia elétrica, ensino, saúde, transportes, comunicações e propaganda) estão agregados numa área que se destaca das demais combinações de retorno devido a seu risco mais elevado. A justificativa para este aparente afastamento da média seria o prazo mais longo de maturação dos investimentos, ou seja, parte importante do estoque de capital no numerador da taxa de retorno só será produtivo no futuro.

A estimação do modelo (31) com dados para o período 1955/68 fornece o seguinte resultado:

$$E(i_k) = 10,056 + 0,634 V_k \quad (31-a)$$

$$(1,84) \quad (0,30)$$

$$[0,36]$$

$$R^2 = 0,133$$

$$F = 4,28$$

$$SE = 4,602$$

onde V é o desvio-padrão dos retornos. Os números entre parênteses e entre colchetes abaixo dos parâmetros correspondem ao erro-padrão das estimativas e coeficiente beta³¹ da contribuição do risco para a explicação da variância dos retornos, respectivamente. O coeficiente de determinação é relativamente baixo (0,133), mas significativo ao nível de 5%.

³¹ Formalmente, "beta" corresponde à estimativa de α_1 vezes a relação entre o desvio-padrão de V_k pelo desvio-padrão de i_k . Ver A. S. Goldberger, *Econometric Theory* (New York: John Wiley and Sons, Inc., 1964), pp. 197-200.

É interessante observar que a regressão aponta uma taxa de retorno privado de 10%, como aquela referente a uma atividade ou projeto livre de risco ($V = 0$). Este resultado poderia ser uma confirmação empírica de que a taxa de desconto (*exclusive prêmio para risco*) aplicável a projetos privados seria de 10%, que é a taxa comumente utilizada nos projetos privados.

O valor do parâmetro do risco igual a 0,634, com nível de significância superior a 5%, mostra, que, na média, para cada um ponto de acréscimo do desvio-padrão (risco) dos projetos a taxa de retorno de equilíbrio privado eleva-se em 0,6 pontos.

A amostragem *cross-section* permite investigar a associação entre retorno e risco, segundo a distribuição de retornos entre diversas empresas que compõem cada ramo de atividade. A fonte utilizada é a lista das "500 Maiores Sociedades Anônimas" preparada pela Fundação Getúlio Vargas e publicada anualmente na *Conjuntura Econômica*. Foram escolhidos os anos de 1971, 1972 e 1973.

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram o tamanho da amostra no setor, o retorno médio das empresas que a compõem e seu desvio-padrão. Alguns ramos de atividade, devido geralmente ao pequeno porte das empresas, estão representados por um número insuficiente de observações, como, por exemplo, Agricultura, Fumo, Borracha, Perfumaria e Sabões, Couros e Peles, Madeira, Mobiliário, Editorial e Gráfica, Plásticos, Comércio Atacadista e Transportes. As estimativas de retorno e desvio-padrão desses setores não são fidedignas e, portanto, estão excluídas da análise a seguir. Infelizmente, não foi possível equiparar as informações dos ramos de atividade entre a amostragem *cross-section* e os dados temporais, e assim o código apresentado na Tabela 1 não coincide com aquele apresentado nas Tabelas 2, 3 e 4.

Os Gráficos 4, 5 e 6 reproduzem as combinações de retorno e risco obtidas com as amostras *cross-section*. Em todos os casos foi obtido um padrão semelhante de comportamento: taxas de retorno mais elevadas positivamente associadas a níveis de risco mais altos.

TABELA 2

*Retorno e risco de diversas atividades no Brasil
amostra cross-section para 1971*

Código	Ramo de Atividade	Tamanho da Amostra	Retorno Médio	Desvio-Padrão
1	<i>Agricultura</i>	3	7,87	3,01
<i>Indústria</i>				
2	Fumo	1	30,3	—
3	Construção Civil	37	21,93	14,55
4	Borracha	5	14,70	10,67
5	Bebidas	5	14,90	5,32
6	Produtos Alimentares	30	16,45	10,42
7	Celulose, Papel e Papelão	8	11,77	9,84
8	Vestuário e Calçados	12	21,09	9,17
9	Têxtil	22	15,01	9,44
10	Produtos Farmacêuticos e Veteri- nários	9	13,18	9,22
11	Perfumaria e Sabões	2	23,65	3,68
12	Couros e Peles	2	28,00	5,90
13	Madeira	2	22,30	3,00
14	Mobiliário	2	20,05	5,25
15	Editorial e Gráfica	9	26,04	14,05
16	Mecânica	52	19,76	9,87
17	Material Elétrico e de Comunica- ções	14	17,95	12,26
18	Extrativa Mineral	10	23,33	11,52
19	Metalurgia	40	14,91	9,72
20	Minerais não-Metálicos	29	16,70	9,88
21	Material de Transporte	19	24,48	12,65
22	Plástico	7	23,07	9,07
23	Química	37	16,45	9,95
<i>Comércio</i>				
24	Atacadista	4	12,58	4,35
25	Varejista	34	18,64	15,04
<i>Serviços</i>				
26	Utilidade Pública	46	12,16	7,41
27	Comunicações e Telefone	7	12,26	10,61
28	Transporte Aéreo	3	11,57	10,83
29	Transporte Marítimo	4	17,65	10,33
30	Transporte Rodoviário	3	13,63	5,24

TABELA 3

*Retorno e risco de diversas atividades no Brasil
amostra cross-section para 1972*

Código	Ramo de Atividade	Tamanho da Amostra	Retorno Médio	Desvio- Padrão
1	<i>Agricultura</i>	1	18,9	—
<i>Indústria</i>				
2	Fumo.....	1	38,5	—
3	Construção Civil.....	35	25,41	12,55
4	Borracha.....	2	23,40	2,20
5	Bebidas.....	7	20,80	13,05
6	Produtos Alimentares.....	31	22,78	12,81
7	Celulose, Papel e Papelão.....	10	15,07	6,70
8	Vestuário, Calçados.....	4	11,33	3,99
9	Têxtil.....	25	20,32	12,05
10	Produtos Farmacêuticos e Veteri- nários.....	10	19,87	8,76
11	Perfumaria e Sabões.....	2	35,80	5,20
12	Couros e Peles.....	1	49,50	—
13	Madeiras.....	3	26,83	16,36
14	Mobiliário.....	2	22,75	8,15
15	Editorial e Gráfica.....	5	24,56	9,14
16	Mecânica.....	30	30,94	14,87
17	Material Elétrico e de Comunica- ções.....	15	24,43	13,78
18	Extrativa Mineral.....	3	16,80	10,80
19	Metalurgia.....	47	22,39	17,81
20	Minerais não-Metálicos.....	18	17,13	14,01
21	Material de Transporte.....	24	25,63	10,50
22	Plástico.....	7	21,40	14,61
23	Química.....	44	21,87	12,51
<i>Comércio</i>				
24	Atacadista.....	4	38,38	15,66
25	Varejista.....	39	24,87	13,04
<i>Serviços</i>				
26	Utilidade Pública.....	39	15,32	10,32
27	Comunicação e Telefone.....	8	11,95	10,59
28	Transporte Aéreo.....	3	19,37	9,70
29	Transporte Marítimo.....	1	18,40	—
30	Transporte Rodoviário.....	3	17,77	11,39

TABELA 4

*Retorno e risco de diversas atividades no Brasil
amostra cross-section para 1973*

Código	Ramo de Atividade	Número de Empresas	Retorno Médio	Desvio-Padrão
1	<i>Agricultura</i>	3	24,5	8,70
<i>Indústria</i>				
2	Fumo.....	2	19,90	16,80
3	Construção Civil.....	38	25,41	13,43
4	Borracha.....	4	19,55	9,37
5	Bebidas.....	6	24,25	11,26
6	Produtos Alimentares.....	25	22,69	10,63
7	Celulose, Papel e Papelão.....	9	19,80	8,80
8	Vestuário e Calçados.....	5	61,30	53,72
9	Têxtil.....	25	33,46	17,73
10	Produtos Farmacêuticos e Veteri- nários.....	10	25,60	16,65
11	Perfumaria e Sabões.....	2	37,35	4,35
12	Couros e Peles.....	3	33,90	17,68
13	Madeira.....	4	29,60	3,18
14	Mobiliário.....	1	26,80	—
15	Editorial e Gráfica.....	2	25,90	8,70
16	Mecânica.....	30	34,80	19,89
17	Material Elétrico e de Comunica- ções.....	16	30,32	17,69
18	Extrativa Mineral.....	7	29,16	20,43
19	Metalurgia.....	50	30,28	18,98
20	Minerais não-Metálicos.....	13	14,98	10,96
21	Material de Transporte.....	18	24,74	12,02
22	Plásticos.....	3	35,07	9,79
23	Química.....	32	21,03	10,67
<i>Comércio</i>				
24	Atacadista.....	4	41,00	10,20
25	Varejista.....	41	33,34	19,71
<i>Serviços</i>				
26	Utilidade Pública.....	34	12,22	8,59
27	Comunicações e Telefone.....	9	9,84	7,41
28	Transporte Aéreo.....	3	24,67	10,09
29	Transporte Marítimo.....	6	36,45	28,61
30	Transporte Rodoviário.....	2	22,20	8,10

FIGURA 4 COMBINAÇÕES DE RETORNO E RISCO
 PARA DIVERSOS RAMOS DE ATIVIDADE
 — DADOS REFERENTES A 1971 —

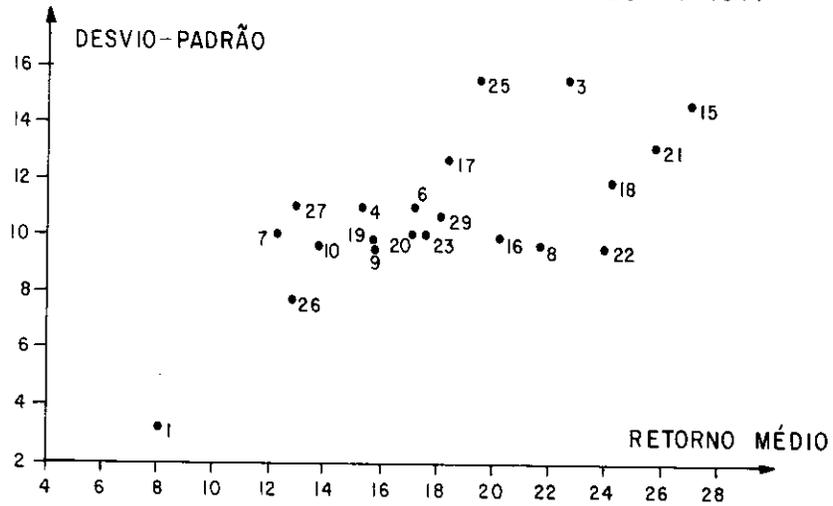


FIGURA 5 COMBINAÇÕES DE RETORNO E RISCO
 PARA DIVERSOS RAMOS DE ATIVIDADE
 — DADOS REFERENTES A 1972 —

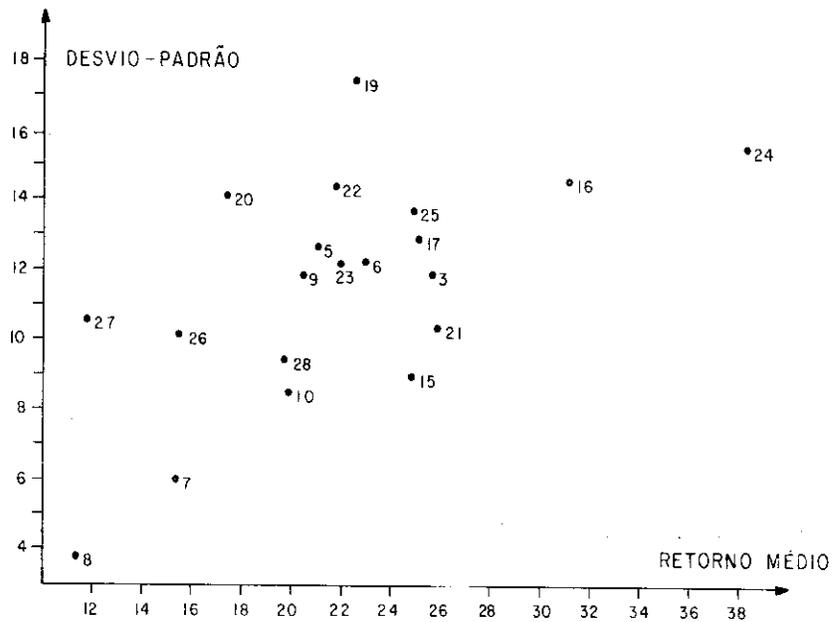
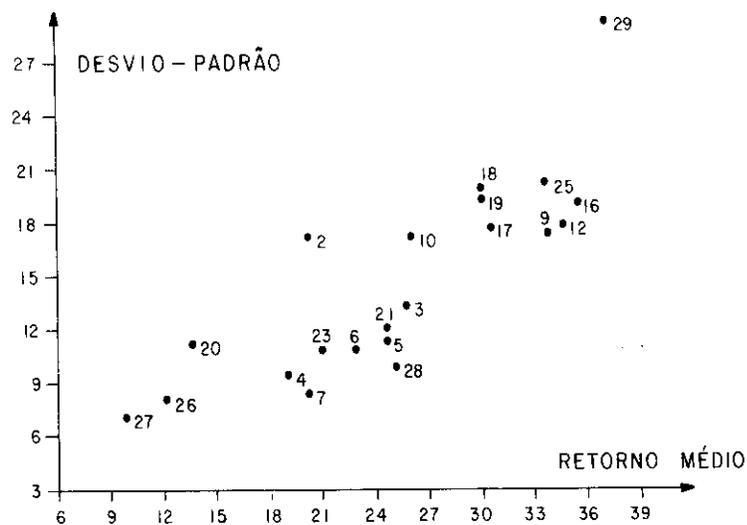


FIGURA 6 COMBINAÇÕES DE RETORNO E RISCO
 PARA DIVERSOS RAMOS DE ATIVIDADE
 — DADOS REFERENTES A 1973 —



As estimativas da equação (31), excluindo as combinações de retorno e risco obtidas com amostras demasiadamente pequenas, são as seguintes:

a) para 1971:

$$E(i_k) = 6,527 + 1,063 V_k \quad (31-b)$$

$$(13,19) \quad (0,25)$$

$$[0,67]$$

$$R^2 = 0,450$$

$$F = 17,21$$

$$SE = 3,53$$

b) para 1972:

$$E(i_k) = 7,683 + 1,184 V_k \quad (31-c)$$

$(4,94) \quad (0,38)$
 $[0,60]$

$$R^2 = 0,366$$

$$F = 9,79$$

$$SE = 5,23$$

c) para 1973:

$$E(i_k) = 15,248 + 0,834 V_k \quad (31-d)$$

$(19,01) \quad (0,15)$
 $[0,78]$

$$R^2 = 0,608$$

$$F = 32,52$$

$$SE = 6,90$$

Nos três períodos, as evidências *cross-section* revelam uma associação positiva e significativamente diferente de zero (a 5%, pelo menos) entre retorno e risco. As estimativas para α_1 , parâmetro que mede o prêmio por unidade marginal de risco, são sempre significantes a um nível superior a 5%, e com valores em torno da unidade. Assim, não é possível rejeitar a hipótese de que o prêmio para risco marginal é idêntico nos três períodos e, até mesmo, comparável com o resultado obtido na análise temporal.

Por outro lado, as estimativas para o intercepto α_0 (retorno livre de risco) apresentam erros mais acentuados, com baixo nível de significância, mas também não é possível rejeitar a hipótese de que sejam semelhantes entre si. Ademais, não existe uma razão teórica para que o retorno livre de risco permaneça constante com o tempo. Os valores crescentes para o retorno livre de risco, de 6,5% em

1971, 7,7% em 1972 e 15,2% em 1973, poderiam simplesmente indicar que a curva de demanda por investimentos, ou de produtividade marginal, está deslocando-se mais rapidamente que a oferta, ou, ainda, os valores crescentes poderiam resultar de recrudescimento das expectativas inflacionárias.

Finalmente, a Tabela 5 reúne os dados de retorno e "desvio-padrão" para diversos setores e diferentes formas jurídicas. Infelizmente, não foi possível obter uma série mais longa, e o conceito de risco é restrito a flutuações dos retornos nos três períodos: 1970, 1971 e 1972. Com tão pequenas amostras seria provável que a variância dos retornos fosse substancial. Entretanto, a Figura 7 mostra uma estabilidade na associação entre retorno e risco muito maior do

FIGURA 7 COMBINAÇÕES DE RETORNO E RISCO PARA DIVERSOS RAMOS DE ATIVIDADE E FORMAS JURÍDICAS — DADOS DE 1971 A 1973 —

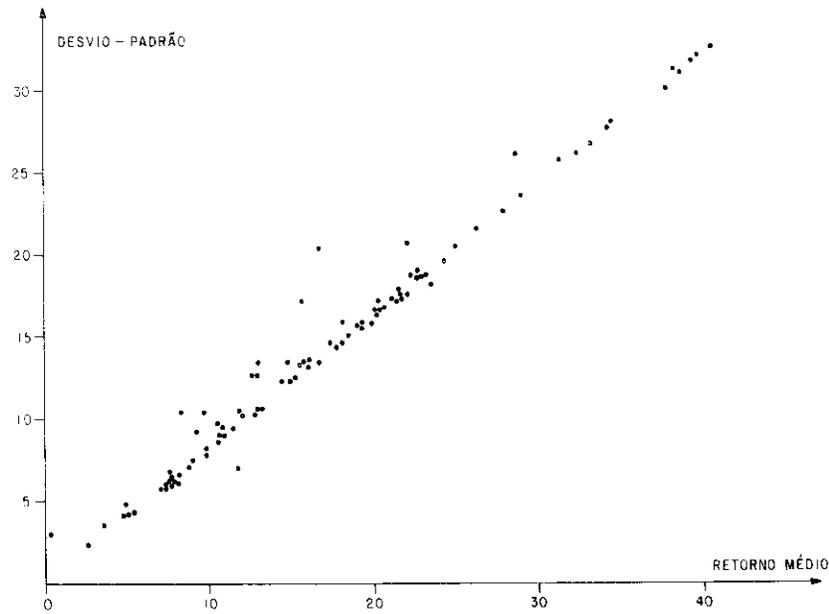


TABELA 5

*Retorno * e risco em diversos ramos de atividade, ** segundo a forma jurídica. Período 1971/73*

Ramo de Atividade	Sociedades por Ações		Empresas Governamentais		Empresas Individuais		Sociedades por Quotas Responsabilidade Limitada	
	Retorno Médio	Desvio-Padrão	Retorno Médio	Desvio-Padrão	Retorno Médio	Desvio-Padrão	Retorno Médio	Desvio-Padrão
Produtos Minerais....	0,1252	0,1039	0,1569	0,1330	0,1964	0,1616	0,1635	0,1338
Minerais não-metálicos.	0,0754	0,0616	0,0949	0,1030	0,1690	0,1432	0,1122	0,0927
Metalurgia.....	0,0862	0,0714	...	...	0,1228	0,1253	0,2705	0,2211
Mecânica.....	0,2234	0,1844	...	...	0,3766	0,3079	0,3355	0,2769
Material Elétrico e de Comunicações.....	0,1562	0,1334	...	...	0,1527	0,1682	0,2160	0,1841
Material de Transporte	0,1154	0,0700	...	...	0,1262	0,1319	0,1956	0,1631
Madeira.....	0,1460	0,1221	...	...	0,2356	0,1926	0,2291	0,1900
Mobiliário.....	0,1730	0,1421	...	...	0,3733	0,3090	0,2829	0,2324
Papel e Papelão.....	0,0741	0,0600	...	...	0,2079	0,1712	0,2200	0,1808
Borracha.....	0,1858	0,1530	...	...	0,3905	0,1597	0,2105	0,1718
Couros, Peles e Produtos Similares.....	0,1778	0,1562	...	...	0,3864	0,5238	0,2215	0,1852
Química.....	0,0747	0,0616	0,1050	0,0949	0,4252	0,3568	0,2096	0,1761
Produtos Farmacêuticos e Medicinais.....	0,1260	0,1049	0,1436	0,1319	0,3608	0,2972	0,1811	0,1497
Produtos de Perfumaria Sabões e Velas.....	0,0916	0,0900	...	...	0,3870	0,3172	0,2576	0,2126
Produtos de Matéria Plástica.....	0,1283	0,1049	...	...	0,2799	0,2590	0,1969	0,1609
Têxtil.....	0,0761	0,0624	0,1617	0,2007	0,2434	0,2012	0,2073	0,1700
Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos	0,1864	0,1523	...	...	0,3906	0,3214	0,3239	0,2646
Produtos Alimentares..	0,0804	0,0663	0,0273	0,0245	...	...	0,1761	0,1446
Bebidas.....	0,0977	0,0812	...	...	0,0744	0,0608	0,1252	0,1241
Fumo.....	0,3346	0,2760	...	...	0,4240	0,3712	0,1542	0,1330
Editorial e Gráfica...	0,1487	0,1241	0,0819	0,1020	0,1973	0,1625	0,1905	0,1559
Indústria de Utilidade Pública.....	0,0723	0,0592	0,0546	0,0447	...	...	0,1184	0,1000
Indústria de Construção	0,1562	0,1300	0,0144	0,0300	0,2249	0,1852	0,2002	0,1640
Agricultura e Criação Animal.....	0,0379	0,0374	...	...	0,1154	0,1030	0,0896	0,0748
Transportes.....	0,0488	0,0400	-0,0090	0,0265	0,0967	0,0787	0,0707	0,0574
Comunicações.....	0,0508	0,0424	0,0491	0,0480	0,3146	0,2598	0,2146	0,2040
Comércio.....	0,2140	0,1752	0,0766	0,0624	0,6916	0,5787	...	...
Comércio, Incorporações e Loteamento de Imóveis.....	0,1058	0,0883	...	...	0,3047	0,2548	0,1412	0,1217
Intermediários Financeiros.....	...	...	...	...	...	...	0,5786	0,5457
Serviços.....	0,1072	0,0894	0,0756	0,0640	0,3830	0,3129	0,2106	0,1729
Indústrias de Transformação.....	0,1037	0,0854	0,1025	0,0906	...	...	0,1896	0,1557

*Retorno Médio medido pela relação entre o Lucro Real Tributável e o Ativo Imobilizado.

**A existência de três pontos indica a impossibilidade de obter informações fidedignas devido a problemas estatísticos nos dados originais.

que as informações anteriores, provavelmente pelo fato de os dados básicos serem consolidados por setor e abrangerem a quase totalidade das empresas.

A regressão linear para a equação (31) com todas as observações disponíveis apresenta o seguinte resultado:

$$E(i_k) = 3,101 + 0,920 V_k \quad (31\ e)$$

(0,07)
[0,97]

$$R^2 = 0,940$$
$$F = 188,77$$
$$SE = 2,10$$

Além disto, a análise por forma jurídica aponta resultados consistentes com a hipótese:

a) para as sociedades por ações:

$$E(i_k) = 0,084 + 1,199 V_k \quad (31-f)$$

(0,04)
[0,99]

$$R^2 = 0,987$$
$$F = 776,31$$
$$SE = 0,74$$

b) para as empresas governamentais:

$$E(i_k) = 0,604 + 0,745 V_k \quad (31-g)$$

(0,33)
[0,58]

$$R^2 = 0,333$$
$$F = 4,98$$
$$SE = 12,30$$

c) para as firmas individuais:

$$E(i_k) = 3,626 + 1,028 V_k \quad (31-h)$$

$$(0,14)$$

$$[0,92]$$

$$R^2 = 0,850$$

$$F = 56,54$$

$$SE = 6,03$$

d) para as sociedades por quotas de responsabilidade limitada:

$$E(i_k) = 1,904 + 1,075 V_k \quad (31-i)$$

$$(0,04)$$

$$[0,99]$$

$$R^2 = 0,984$$

$$F = 609,68$$

$$SE = 1,23$$

O poder de explicação do modelo (31) com os dados das declarações de rendimento é superior ao das regressões anteriores. As novas evidências deixam patente que retorno e risco estão positivamente associados, e os resultados (31-e) a (31-i) confirmam satisfatoriamente as conclusões anteriores. Em primeiro lugar, as estimativas do coeficiente do desvio-padrão dos retornos – a medida de risco escolhida – oscilam em torno da unidade com valores entre 0,74 a 1,2. Por outro lado, o intercepto – cuja estimativa deveria teoricamente corresponder à taxa de retorno isenta de risco – apresenta valores muito baixos. As regressões (31-a) a (31-d) haviam apontado taxas de retorno livre de risco entre 6,5% e 15,2%, enquanto nos resultados mais recentes o parâmetro varia entre 0,08% e 3,6%.

A julgar pelos resultados, o prêmio para risco marginal (o coeficiente α_1 no modelo 31) é menor nas empresas governamentais (0,74), seguido das firmas individuais (1,03), sociedades por quotas de responsabilidade limitada (1,07), e finalmente as sociedades por

ações (1,2). Entretanto, um teste ao nível de 5% não rejeita a hipótese de que o prêmio para risco marginal seja idêntico para todas as formas jurídicas, e com estimativas não significativamente diferentes da unidade.

3.2 — O risco sistemático no modelo diagonal de Markowitz-Sharpe

As evidências apresentadas anteriormente, tanto sob a forma de informações temporais como *cross-section*, confirmam que taxas esperadas de retorno mais elevadas estão associadas a níveis crescentes de risco. Além disto, as evidências reproduzidas nas Figuras 3 a 7 — em particular nesta última — não rejeitam a idéia de uma semelhança entre si e com a Figura 8 a seguir. Se tal for o caso, a equação (31) linear pode não ser a melhor especificação para a fronteira eficiente. Numa conceituação mais ampla, se aceitarmos que um ou mais projetos de inversão em ramos distintos podem ser combinados, obtemos novos “projetos”, ou seja, novos pontos na Figura 8. Considerando todas as combinações lineares de dois ou mais projetos, para cada nível de risco, haverá uma taxa máxima de retorno esperado, ou para cada taxa de retorno haverá um projeto com um nível mínimo de risco. O conjunto destes pontos forma, então, o conceito de “fronteira eficiente”, não necessariamente linear (uma vez que os projetos não são mutuamente independentes)³² e representada por ABC na Figura 8.

Risco foi introduzido no modelo teórico através da expressão (16), que escrita com variáveis observadas assume o formato:

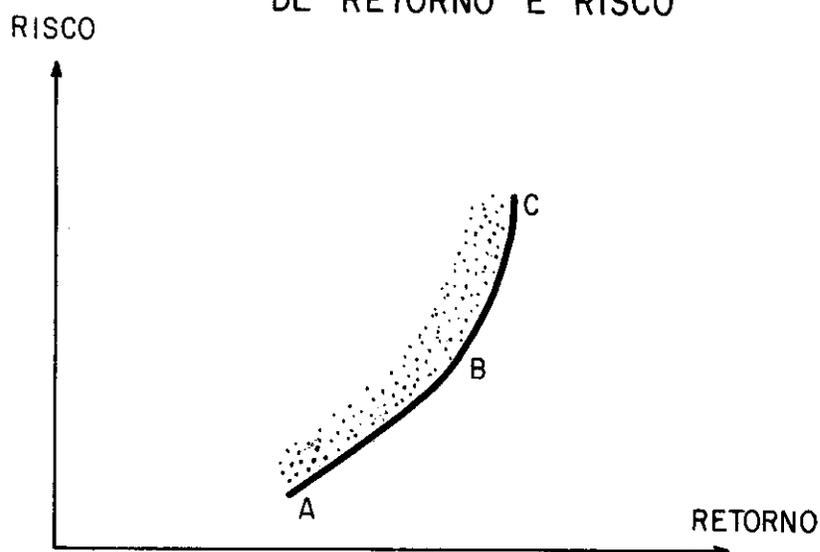
$$i_k = i_f + (i_p - i_f) \beta_k + u_k \quad (32)$$

onde u_k é o residuo aleatório. Aplicando o operador-variância em (32), obtemos:

$$\sigma^2(i_k) = \beta_k^2 \sigma^2(i_p) + \sigma^2(u_k) \quad (33)$$

³² É claro que a diversificação deve ser feita em termos de setores e atividades distintas, e não com a combinação de formas jurídicas, embora este aspecto seja irrelevante sob o ponto de vista da economia como um todo.

FIGURA 8 COMBINAÇÕES TEÓRICAS DE RETORNO E RISCO



para $\sigma^2(i_f) = 0$. Assim, a variância, ou risco total do projeto i , é composta pelo risco sistemático ou não-diversificável $\beta_k^2 \sigma^2(i_p)$ e o risco diversificável $\sigma^2(u_i)$.

Markowitz,³³ e posteriormente Sharpe,³⁴ Lintner,³⁵ Fama,³⁶ e outros, sugerem que a análise entre retorno e risco e a construção de carteiras eficientes de projetos pode ser substancialmente simplificada se o retorno em projetos ou ativos isolados for associado a

³³ H. Markowitz, *Portfolio Selection: Efficient...*, *op. cit.*, em particular pp. 96-101.

³⁴ W. Sharpe, "A Simplified Model for Portfolio Analysis", in *Management Science* (janeiro de 1963), pp. 177-193.

³⁵ J. Lintner, "Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification", in *Journal of Finance* (dezembro de 1965), pp. 587-615.

³⁶ E. F. Fama, "Risk, Return and Equilibrium; Some Clarifying Comments", in *Journal of Finance* (dezembro de 1968), pp. 29-40.

uma variável com impacto importante no mercado ou na economia. Esta metodologia ficou conhecida como o “modelo de mercado”, de “modelo diagonal de Sharpe”, ou, ainda, o “modelo do fator comum”.

Uma segunda vantagem da expressão (32) é a economia que proporciona na montagem de carteiras de projetos altamente diversificadas. Foi visto que o risco de uma carteira de projetos depende da variância e covariância de retornos, conforme mostra a expressão (7). Assim, a determinação de risco de uma carteira com 2 projetos exige o conhecimento de 3 elementos (2 variâncias e uma covariância); uma carteira com 5 projetos implicaria 5 variâncias e 9 covariâncias; com 10 projetos, 10 variâncias e 45 covariâncias; e com N projetos, N variâncias e $\frac{1}{2} (N^2 - N)$ covariâncias. Para dar uma idéia da crescente complexidade operacional do método, a Tabela 6 reproduz a matriz de correlação dos retornos entre os 30 ramos de atividade. Para apenas os 30 setores existem 30 variâncias e 435 covariâncias a serem consideradas. Por outro lado, o modelo (16) exige um número sensivelmente menor de parâmetros, uma vez que todas as covariâncias estão associadas apenas à variância do índice. Ou seja:

$$Cov (i_h, i_j) = B_h B_j Var (i_p) \quad (34)$$

Portanto, agora, para 5 projetos seriam necessários apenas 6 elementos; para 10 projetos 11 elementos; para 30 projetos 31 elementos; para N projetos $N + 1$ elementos. Conseqüentemente, a economia operacional e possibilidade de decidir rapidamente podem ser significativas.

A escolha do índice ou fator comum é de um modo geral crucial para a análise. O critério sugerido é de que o fator comum para uma série de projetos seja aquele que consiga minimizar o risco diversificável dos projetos. Daí, o tratamento usual requer uma pré-avaliação cuidadosa, embora simples, da correlação entre os retornos dos projetos e os índices sugeridos.

Adotando este critério para as informações temporais de retorno dos 30 ramos de atividades, a Tabela 7 compara a correlação dos retornos dos setores com diversas informações: taxa de crescimento

TABELA 6

Matriz de correlação de retornos entre ramos de atividade

Código	Atividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Fazendas Ag.....	1,000														
2	Indústria T.....	0,816*	1,000													
3	Material de Construção.....	0,816*	0,896*	1,000												
4	Plásticos.....	0,722*	0,896*	1,000	0,163											
5	Fumo e Fósforo.....	0,294	0,060	0,194	0,194	1,000										
6	Madeira.....	0,653	0,644	0,553	0,184	1,000	0,294									
7	Couro.....	0,569	0,712	0,620	0,064	0,297	1,000	0,205								
8	Borracha.....	-0,070	-0,270	-0,267	-0,382	-0,134	0,340	1,000	0,000							
9	Têxtil.....	0,811	0,874	0,862	-0,059	0,471	0,734	0,514	1,000	0,032						
10	Construção.....	0,478	0,414	0,314	-0,192	-0,260	0,517	0,197	0,500	1,000	0,437					
11	Metálgica.....	0,326	0,667	0,559	0,422	0,305	0,418	0,531	0,266	0,343	1,000	0,361				
12	Gráfica.....	0,076	0,238	0,273	-0,320	0,203	0,345	-0,024	0,460	0,391	0,413	1,000	0,044			
13	Grupos Alimentícios.....	0,708	0,858	0,746	0,236	0,465	0,245	0,705	-0,451	0,649	0,160	0,670	1,000	0,075		
14	Vestuário.....	0,737	0,795	0,734	-0,042	0,269	0,647	0,655	-0,027	0,705	0,160	0,670	0,075	1,000	0,532	
15	Minegação.....	0,388	0,640	0,713	0,079	0,702	0,376	0,421	-0,308	0,640	-0,322	0,389	0,297	0,532	1,000	0,217
16	Vidros e Cerâmica.....	0,824	0,758	0,537	-0,094	0,335	0,488	0,568	-0,048	0,758	0,276	0,385	0,168	0,703	0,637	1,000
17	Química e Farmacêutica	0,810	0,771	0,627	-0,196	0,228	0,569	0,482	-0,053	0,771	0,467	0,301	0,202	0,570	0,521	0,336
18	Papel.....	0,461	0,546	0,420	-0,114	0,085	0,404	0,201	0,317	0,546	0,586	0,473	0,400	0,457	0,640	0,122
19	Utensílios.....	0,797	0,667	0,519	-0,001	0,020	0,427	0,028	-0,009	0,967	0,409	0,318	0,400	0,440	0,440	0,438
20	Comércio Geral.....	-0,040	-0,227	-0,355	0,406	-0,495	-0,237	-0,068	-0,104	-0,388	-0,055	0,304	-0,606	-0,045	-0,199	0,350
21	Comércio Atacadista.....	0,581	0,743	0,690	-0,281	0,198	0,648	0,300	0,117	0,826	0,565	0,304	0,316	0,440	0,779	0,330
22	Armazenagem.....	0,794	0,869	0,775	-0,088	0,424	0,566	0,490	-0,074	0,869	0,480	0,471	0,351	0,440	0,784	0,452
23	Energia Elétrica.....	-0,363	0,532	0,246	0,738	-0,065	0,042	0,275	0,351	0,189	-0,059	0,610	-0,369	0,413	-0,022	0,131
24	Ensino e Saúde.....	-0,312	0,302	-0,202	-0,058	-0,285	-0,130	-0,477	0,437	-0,275	0,177	-0,438	0,131	-0,640	-0,558	0,200
25	Hóteis e Turismo.....	0,218	0,253	-0,075	-0,368	0,025	0,025	-0,286	0,483	0,008	0,166	-0,535	0,208	0,443	-0,556	0,139
26	Transportes.....	0,122	0,514	0,511	-0,354	0,394	0,147	0,306	0,433	-0,207	0,086	0,053	0,035	0,443	-0,319	0,307
27	Comunicações.....	-0,280	-0,427	-0,343	0,469	-0,243	-0,206	-0,206	-0,073	0,556	0,218	0,007	0,552	-0,429	-0,213	0,340
28	Propaganda.....	0,523	0,518	0,618	-0,135	0,511	0,724	0,227	0,425	0,744	0,503	0,063	0,603	0,189	0,606	0,386
29	Imobiliária.....	0,001	-0,195	-0,352	-0,382	-0,377	0,162	-0,560	0,543	-0,051	0,109	-0,227	-0,255	-0,314	-0,068	-0,525

Código	Atividades	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Fazendas Ag.....	0,824*	0,810*	0,461	0,797*	-0,040	0,581*	0,799*	0,401	-0,363	-0,342	-0,219	0,122	-0,250	0,523*	0,001
2	Indústria T.....	0,758*	0,771*	0,546*	0,667*	-0,227	0,743*	0,869*	0,189	-0,532*	-0,307	-0,253	0,514*	-0,427	0,518*	-0,105
3	Material de Construção.....	0,537*	0,627*	0,430	0,519*	-0,355	0,691*	0,775*	0,134	-0,246	-0,202	-0,075	0,511	-0,343	0,618*	-0,551
4	Plásticos.....	-0,004	-0,196	-0,114	-0,001	0,406	-0,281	-0,088	0,738*	-0,058	-0,368	0,083	-0,351	0,469	-0,135	-0,392
5	Fumo e Fósforo.....	0,335	0,238	0,085	0,020	-0,495	0,198	0,424	-0,095	-0,209	-0,285	0,029	-0,394	-0,243	0,511	-0,377
6	Madeira.....	0,488	0,569*	0,404	0,427	-0,237	0,648*	0,566*	0,042	-0,130	0,025	0,258	0,747	-0,206	0,724*	0,163
7	Carros.....	0,568*	0,482	-0,201	-0,028	-0,068	0,340	0,490	0,275	-0,477	-0,286	-0,425	0,366	-0,226	0,227	-0,560*
8	Borracha.....	-0,048	-0,083	0,317	-0,009	-0,164	0,117	-0,074	-0,351	0,467	0,483	0,443	-0,073	0,063	0,425	0,543*
9	Têxtil.....	0,758*	0,771*	0,546*	0,667*	-0,388	0,607*	0,809*	0,189	-0,275	0,008	-0,207	0,556*	-0,312	0,744*	-0,051
10	Construção.....	0,276	0,467	0,586*	0,460	-0,055	0,565*	0,480	0,059	0,177	0,166	0,086	0,218	-0,112	0,503	0,109
11	Metalúrgica.....	0,385	0,301	0,473	0,318	0,301	0,334	0,471	0,610*	-0,438	-0,535*	0,053	0,007	-0,118	0,303*	-0,227
12	Gráfica.....	0,168	-0,022	0,400	0,247	-0,606*	0,316	0,351	-0,369	0,131	0,208	0,035	0,532*	-0,049	0,303*	-0,255
13	Gêneros Alimentícios.....	0,703*	0,570*	0,457	0,643*	-0,045	0,449	0,753*	0,413	-0,258	-0,056	-0,443	0,429	-0,343	0,199	-0,314
14	Vestuário.....	0,637*	0,737*	0,521*	0,199	-0,199	0,779*	0,781*	-0,022	-0,209	-0,183	-0,319	0,307	-0,240	0,366*	-0,068
15	Mineração.....	0,311	0,336	0,168	0,122	-0,438	0,350	0,452	0,131	-0,358*	-0,063	-0,374	0,345	-0,168	0,386	0,016
16	Vidros e Cerâmica.....	1,000	0,674*	0,489	0,739*	0,040	0,780*	0,827*	0,230	-0,358*	-0,280	-0,371	0,345	-0,106	0,470	0,185
17	Química e Farmacêutica	0,674	1,000	0,143	0,739*	0,040	0,780*	0,827*	0,147	-0,367	-0,063	-0,273	0,345	-0,106	0,470	0,185
18	Papel.....	0,489	0,443	0,000	0,649	0,150	0,707*	0,576*	0,137	-0,027	0,191	0,140	0,217	-0,004	0,386	0,106
19	Utensílios.....	0,780	0,739	0,649	1,000	1,000	-0,135	-0,204	0,623*	-0,405	-0,132	-0,330	0,221	-0,031	0,416	0,098
20	Comércio Geral.....	-0,146	0,040	0,150	0,124	1,000	1,000	0,802*	-0,165	-0,117	-0,119	-0,098	0,639*	0,409	-0,598*	0,284
21	Comércio Atacadista.....	0,446	0,798	0,707	0,576	-0,204	0,802*	1,000	0,036	-0,117	0,230	-0,043	0,518*	-0,361	0,544*	0,107
22	Armazenagem.....	0,667	0,827	0,576	0,780	0,204	0,802*	1,000	0,036	-0,382	-0,300	-0,289	0,526*	-0,491	0,542*	-0,046
23	Comércio Varejista.....	0,018	0,147	0,147	0,277	0,623	-0,165	0,036	-0,334	-0,137	-0,473	0,006	-0,532*	0,321	-0,307	-0,189
24	Energia Elétrica.....	-0,358	-0,357	-0,037	-0,405	-0,137	-0,117	-0,382	-0,334	1,000	0,550*	0,621	-0,268	0,175	0,143	0,142
25	Fusão e Saúde.....	-0,280	-0,063	0,191	-0,132	0,119	0,230	-0,300	0,473	0,550	1,000	0,298	0,094	0,372	0,230	0,209
26	Hóteis e Turismo.....	-0,373	-0,273	0,140	-0,330	0,098	0,043	-0,290	0,005	0,622	0,298	1,000	-0,499	0,175	0,193	0,165
27	Transportes.....	0,245	0,327	0,217	0,221	-0,639	0,518	0,526	-0,532	-0,268	0,095	-0,499	1,000	-0,402	0,414	-0,277
28	Comunicações.....	-0,168	-0,405	-0,094	-0,041	-0,361	-0,491	0,491	0,321	0,175	0,372	0,175	0,402	1,000	-0,070	-0,239
29	Propaganda.....	0,486	0,470	0,386	0,416	-0,398	0,544	0,542	-0,357	0,143	0,230	0,193	0,414	-0,069	1,000	-0,084
30	Imobiliaria.....	0,016	0,185	0,166	0,068	0,284	0,157	-0,046	-0,189	0,142	0,309	0,163	-0,276	-0,239	-0,084	1,000

do Produto Interno Bruto, da Indústria, de Serviços, do Comércio e do Transporte e Comunicações, e taxa de retorno agregada para a Indústria, a Agricultura e o Comércio.

A Tabela 7 mostra que a rentabilidade dos diversos ramos de atividade é de um modo geral pouco dependente da taxa de crescimento do Produto Interno Bruto. Apenas três dos 30 setores apresentaram correlações significativamente diferentes de zero. Além disso, a desagregação do crescimento do Produto Interno em Agricultura, Indústria, Serviços, Comércio, Transportes e Comunicações não melhorou os resultados. Os retornos nos diversos setores, inclusive nas

TABELA 7

*Número de setores com retornos significativamente *
correlacionados a diversos índices*

Fator	Número de Setores	Proporção em Relação ao Total	Média das Correlações
Crescimento do PIB.....	3	10%	0,59
Crescimento da Agricultura.....	0	0	—
Crescimento da Indústria.....	1	3%	0,65
Crescimento de Serviços.....	1	3%	0,67
Crescimento de Comércio.....	1	3%	0,55
Crescimento de Transportes e Comunicações.....	1	3%	0,53
Retorno Agregado na:			
Indústria.....	18	62%	0,75
Agricultura.....	14	48%	0,71
Comércio.....	4	14%	0,62

* Nível de significância a 5%.

Fazendas Agrícolas, demonstram ser independentes do crescimento do Produto Agrícola, e significativamente associados apenas com uma atividade, ao crescimento da Indústria, Serviços, Comércio e Transportes e Comunicações.

No cômputo geral, a taxa de rentabilidade agregada por setores demonstra ser uma variável mais importante do que o crescimento setorial ou do PIB. Assim, 18 das 29 correlações (excluindo-se aquela com o próprio ramo agregado) em relação ao retorno da Indústria em geral são significantemente diferentes de zero, 14 correlações são significantes em relação à rentabilidade na Agricultura e quatro em relação ao retorno no Comércio em Geral.

Na análise empírica, o retorno na Indústria em Geral será utilizado como índice de mercado ou fator comum. Podemos reescrever o modelo (32) da seguinte forma:

$$i_k = (1 - \beta_k) i_f + \beta_k i_p + u_k$$

ou

$$i_k = a_k + b_k i_p + u_k \quad (35)$$

onde os parâmetros do modelo (35) serão estimados por mínimos quadrados. As estimativas de a_k e b_k permitem, então, obter i_f (às vezes não observável diretamente) e β_k .

$$\beta_k = \hat{b}_k$$

$$i_f = \frac{\hat{a}_k}{1 - \hat{b}_k} \quad (36)$$

A Tabela 8 mostra os experimentos que apresentaram resultados satisfatórios. A volatilidade de retornos em 21 dos 29 setores é explicada, parcialmente, pela volatilidade dos retornos na Indústria em Geral. O nível de significância das estimativas de b_k é, de um modo geral, elevado. A contribuição da variância do retorno da Indústria na explicação da variância dos retornos em cada atividade é medida pelo coeficiente "beta", reproduzido entre colchetes.

A maioria das regressões apresenta estimativas para o risco sistemático β inferiores à unidade, isto é, a volatilidade no retorno dos setores em questão é menor do que a do retorno da Indústria em Geral. Portanto, para $b \leq 1$, o risco sistemático é menor/maior que o da Indústria em Geral.

TABELA 8
Estimativas do modelo de mercado

$$i_k = a_k + b_k i_p + u_k$$

i_p : retornos na industria em geral

Ramo de Atividade	a	b	R ²	σ^2_u	F
Agricultura.....	- 0,826	0,519* (0,10) [0,81]	0,666	1,488	25,99
Material de Construção.....	0,681	0,917* (0,12) [0,90]	0,802	1,843	52,85
Fumo e Fósforos.....	5,354	1,199 (0,59) [0,49]	0,243	8,585	4,16
Madeira.....	7,672	0,563* (0,18) [0,64]	0,415	2,706	9,23
Couros.....	- 5,256	1,479* (0,40) [0,71]	0,507	5,911	13,37
Têxtil.....	- 7,031	1,401* (0,22) [0,87]	0,764	3,156	42,07
Construção Civil.....	1,693	0,626* (0,29) [0,41]	0,271	5,578	4,69
Metalurgia e Siderurgia.....	- 1,065	0,873* (0,27) [0,67]	0,445	3,951	10,41
Gêneros Alimentícios.....	3,647	0,604* (0,10) [0,86]	0,736	1,463	36,34
Vestuário.....	2,315	0,983* (0,21) [0,80]	0,633	3,033	22,39
Vidros e Cerâmica.....	- 2,074	1,012* (0,24) [0,76]	0,575	3,524	17,59
Química e Farmacêutica.....	2,145	0,851* (0,19) [0,77]	0,595	2,845	19,08
Papel.....	4,769	0,559* (0,24) [0,55]	0,298	3,477	5,51
Utensílios.....	7,692	0,617* (0,19) [0,67]	0,445	2,791	10,42
Comércio Atacadista.....	9,627	0,677* (0,17) [0,74]	0,552	2,471	16,04
Comércio Varejista.....	6,454	0,934* (0,15) [0,87]	0,756	2,150	49,27
Armazenagem.....	7,600	0,992* (0,45) [0,51]	0,265	4,982	4,69
Energia Elétrica.....	9,611	-0,360* (0,15) [-0,53]	0,283	2,318	5,14
Transportes.....	- 2,827	0,846* (0,39) [0,51]	0,264	5,713	4,67
Comunicações.....	0,039	0,666* (0,21) [0,65]	0,425	4,700	9,60
Propaganda.....	-12,502	1,953* (0,89) [0,52]	0,269	13,061	4,77

*Abaixo do parâmetro b figuram o desvio-padrão da sua estimativa (entre parênteses) e o coeficiente beta (entre colchetes).

A estimativa de b é superior à unidade apenas na explicação de retornos em Fumos e Fósforos (não-significante); Couros, Têxtil; Vidros e Cerâmica; e Propaganda. Finalmente, o modelo estimado para os retornos em Energia Elétrica mostra um valor negativo, com valor maior que -1 , e significativamente diferente de zero. Isto significa que os retornos em Energia Elétrica oscilam em sentido contrário e com menor intensidade ($|b| < 1$) que os retornos na Indústria em Geral.

3.3 — Risco diversificável e não-diversificável

Apesar dos resultados satisfatórios, a Tabela 8 sugere que o modelo de fator único (35) deixa inexplicada parte substancial da variância dos retornos, que corresponderia ao risco diversificável próprio da atividade em questão.

Aplicando o operador variância a equação (35) mostra que a variância dos retornos, ou risco total, pode ser decomposta em risco sistemático e risco diversificável:

$$\sigma^2 (i_k) = b_k^2 \sigma^2 (i_p) + \sigma^2 (u_k)$$

daí

$$\frac{b_k^2 \sigma^2 (i_p)}{\sigma^2 (i_k)} + \frac{\sigma^2 (u_k)}{\sigma^2 (i_k)} = 1 \quad (37)$$

onde a primeira relação, ou seja, a proporção do risco sistemático no risco total, corresponde ao quadrado do coeficiente beta que figurou entre colchetes na Tabela 8. Possivelmente, um modelo mais geral, que abrangesse diversos fatores de impacto,³⁷ aumentaria a contribuição relativa do risco sistemático.

A Tabela 9 mostra a decomposição do risco total (identificado pela variância dos retornos) pelos seus dois elementos. Assim, 66% do risco na atividade agrícola são explicados pelo fator comum, ou seja, o risco na Indústria, e apenas 34% podem ser eliminados via diversificação com outros setores. A diversificação eficiente pode

³⁷ Conforme sugerido por Benjamim F. King, "Market and Industry Factors in Stock Price Behavior", in *Journal of Business*, vol. 39 (janeiro de 1966), pp. 139-190.

reduzir o risco sensivelmente quando são incluídos na carteira projetos dos setores de Fumo e Fósforos, Madeira, Construção Civil, Metalurgia e Siderurgia, Papel, Utensílios, Armazenagem, Energia Elétrica, Transportes, Comunicações e Propaganda. Por outro lado, os ganhos com a diversificação são mais modestos com projetos de Material de Construção, Têxtil, Gêneros Alimentícios e outros.

TABELA 9

Proporção do risco total decomposta entre risco "sistemático" e risco diversificável

Ramo de Atividade	Risco Sistemático*	Risco Diversificável**
Agricultura.....	0,656	0,344
Material de Construção.....	0,810	0,190
Fumo e Fósforos.....	0,240	0,760
Madeira.....	0,410	0,590
Couros.....	0,504	0,496
Têxtil.....	0,757	0,243
Construção Civil.....	0,168	0,832
Metalurgia e Siderurgia.....	0,449	0,551
Gêneros Alimentícios.....	0,740	0,260
Vestuário.....	0,640	0,360
Vidros e Cerâmica.....	0,578	0,422
Química e Farmacêutica.....	0,593	0,407
Papel.....	0,302	0,698
Utensílios.....	0,449	0,551
Comércio Atacadista.....	0,548	0,452
Comércio Varejista.....	0,757	0,243
Armazenagem.....	0,260	0,740
Energia Elétrica.....	0,291	0,709
Transportes.....	0,260	0,740
Comunicações.....	0,423	0,577
Propaganda.....	0,270	0,730
Média.....	0,482	0,518

* Coeficiente "beta" ao quadrado.

** $1 - \beta^2$.

Na média, cerca de 48% da variância dos retornos dos diversos setores é explicada pela variância nos retornos da Indústria, enquanto os restantes 52% são passíveis de redução via diversificação. Sem dúvida, o emprego de um modelo múltiplo (com diversos fatores) reduzirá a importância relativa do componente diversificável do risco total. Esta tarefa poderá ser objeto de futuros estudos.

4 — Conclusões

Este artigo procurou incorporar condições de risco à metodologia convencional sobre o custo social de oportunidade do capital. A partir de um modelo geral foi possível demonstrar que a maioria das correntes de opinião sobre "a" taxa de desconto para projetos públicos pode ser obtida através de hipóteses bastante restritivas. Assim, ficou devidamente esclarecido que é incorreto o emprego da taxa de juros em títulos governamentais, imaginada como livre de risco, para o desconto de custos e benefícios de projetos públicos. Da mesma forma, o custo de oferta de poupanças, representado pela taxa marginal de substituição temporal entre consumo presente *versus* futuro, ou a produtividade marginal do investimento, figuram como conceitos imperfeitos para a taxa de desconto.

A metodologia de Harberger, que deriva a taxa social de desconto por meio de uma média das distorções no mercado de capitais, ponderadas pelas produtividades marginais de investimentos e ofertas de poupanças por classes de renda, compreende os casos particulares acima, mas negligencia a importância do risco na diferenciação de taxas sociais de desconto.

Através do modelo recente de Markowitz-Sharpe-Lintner-Fama, foi possível então incorporar condições de risco ao conceito operacional da taxa social de desconto. Portanto, ao contrário dos critérios formulados pela maioria dos especialistas, a taxa social de desconto é uma magnitude que depende do risco social envolvido no projeto ou atividade em particular. O prêmio para risco social num determinado projeto ou atividade é composto do respectivo prêmio para risco privado, acrescido de um termo que combina os níveis de risco sistemático (privado) e magnitudes das distorções nos mais diferentes setores do mercado de capitais. O modelo, na forma final com

que é apresentado neste artigo, incorpora então os aspectos mais importantes a serem enfatizados no cálculo da taxa social de desconto.

O artigo reúne ainda evidências empíricas sobre a medida do prêmio para risco privado no caso brasileiro. A análise empírica dos dados temporais e *cross-section* conduz a resultados semelhantes com a medida de prêmio para risco marginal em torno da unidade.

Embora os resultados possam ser encarados como preliminares, não resta dúvida de que já é possível incorporar operacionalmente o risco do projeto ou setor à taxa social de desconto, para o caso brasileiro. Com tal tratamento, seria possível aperfeiçoar os critérios de racionalidade governamental, com conseqüente melhoria na eficiência alocativa dos projetos públicos.