

TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 904

UM ESTUDO SOBRE VALORAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Mário Jorge Cardoso de Mendonça*

Rio de Janeiro, setembro de 2002

* Da Diretoria de Estudos Macroeconômicos do IPEA e da UFF.
mjorge@ipea.gov.br

Governo Federal

**Ministério do Planejamento,
Orçamento e Gestão**

Ministro – Guilherme Gomes Dias

Secretário Executivo – Simão Ciríneu Dias

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o IPEA fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais, possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro, e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Roberto Borges Martins

Chefe de Gabinete

Luis Fernando de Lara Resende

Diretor de Estudos Macroeconômicos

Eustáquio José Reis

Diretor de Estudos Regionais e Urbanos

Gustavo Maia Gomes

Diretor de Administração e Finanças

Hubimaier Cantuária Santiago

Diretor de Estudos Setoriais

Luis Fernando Tironi

Diretor de Cooperação e Desenvolvimento

Murilo Lôbo

Diretor de Estudos Sociais

Ricardo Paes de Barros

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Uma publicação que tem o objetivo de divulgar resultados de estudos desenvolvidos, direta ou indiretamente, pelo IPEA e trabalhos que, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 1

2 MODELO TEÓRICO PARA VALORAÇÃO DA PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE 2

3 ABORDAGEM EMPÍRICA DA BIODIVERSIDADE 4

4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO A TRÊS ESPÉCIES NO BRASIL AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO 6

5 OBSERVAÇÕES FINAIS 9

BIBLIOGRAFIA 10

SINOPSE

A conservação da biodiversidade aparece entre as principais questões ligadas à economia do meio ambiente. No entanto, por vezes, não está claro o que se supõe estar sendo conservado ou qual o *trade-off* relevante em questão. A falta de um arcabouço que contemple os aspectos teóricos e operacionais é um dos fatores mais comuns que surgem quando o assunto vem à tona. Se a biodiversidade não pode ser medida, não há como formar decisões racionais no que se refere à preservação das espécies, pois a análise de medidas que visem à conservação ecológica fica prejudicada na medida em que cada qual carrega consigo ganhos esperados e perdas imediatas de bem-estar para a sociedade.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia que permite impor preço à proteção da biodiversidade a partir da análise desenvolvida por Montgomery *et alii* (1999). Basicamente, este estudo tenta estabelecer um intervalo de confiança para o valor que a sociedade estaria disposta a pagar, por meio de um imposto do tipo *lump sum*, para execução de um programa de preservação de algumas espécies. A viabilidade, ou probabilidade de que a espécie não seja extinta no futuro, o grau de diversidade genética e o seu valor de uso são alguns dos fatores que intervêm na formação do preço da preservação da espécie.

ABSTRACT

The preservation of biodiversity is one of the most important matters in environmental economics. But, in general, the relevant trade-offs associated with the preservation option are not well known. The absence of a framework capable of relating theoretical and operational aspects is a restriction for understanding the subject of biodiversity. If we cannot measure it, there is no way to take rational actions to get preservation because each one (preservation and non preservation) brings expected gains and current losses of welfare for the society.

The aim of this paper is to present a methodology that gives a value to the price for the preservation of biodiversity, by the adaptation of the approach developed by Montgomery *et alii* (1999). Summing up, this study tries to find the confidence interval for the value of willingness to pay for lump sum tax paid by society to take the preservation program for some endangered species. The viability or probability that the species remain alive in the future, the degree of genetic diversity and the use value are the elements, among others, involved in this process.

1 INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade aparece, com frequência, entre as principais questões ligadas à economia do meio ambiente. No entanto, por vezes, não está claro o que se supõe estar sendo conservado ou qual o *trade-off* relevante em questão. A falta de um arcabouço consistente que contemple os aspectos teóricos e operacionais é um dos fatores mais comuns que surgem invariavelmente quando o assunto vem à tona. Se a biodiversidade não pode ser medida, não há como formar decisões racionais no sentido de estabelecer o que deve ser preservado. Embora a valoração da biodiversidade se configure como uma etapa posterior a sua mensuração, existe a necessidade premente de valorar esse recurso, na medida em que, sem que isso ocorra, a análise de medidas que visem à conservação ecológica fica prejudicada, tendo em mente que cada qual carrega consigo ganhos esperados e perdas imediatas de bem-estar para a sociedade.

Em relação à utilidade, que é advinda da biodiversidade, os ganhos decorrentes derivam de diversos tipos de benefícios. Existem aqueles associados ao uso direto, que são gerados apenas pelo prazer de poder desfrutar do visual de determinada espécie. Por vezes, afirma-se que uma determinada espécie deve ser preservada por ser bela, majestosa ou mesmo por apresentar alguma característica física que a diferencia das outras num hábitat.

Existem também os benefícios associados aos futuros potenciais (valores de opção) advindos do provável uso que a informação genética possa ter na indústria farmacêutica para o desenvolvimento de novos produtos. De fato, por diversas vezes a indústria farmacêutica conseguiu sintetizar substâncias químicas importantes para a medicina a partir do estudo de componentes ligados à genética de determinadas espécies.

Por último, existe o valor de existência que está relacionado à satisfação derivada apenas do conhecimento de que a preservação da espécie estará assegurada de modo sustentável. Estimativas para o valor de existência para várias espécies aparecem em Loomis e White (1996).

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia que permite impor um determinado preço à proteção da biodiversidade associada a sua existência. Deve-se ter em mente que o escopo deste estudo é limitado, no sentido que o que está se propondo aqui é o apreçamento de uma atitude que tenciona a preservação limitada circunscrita a determinadas condições, como restrição quanto às variáveis do hábitat e incerteza quanto ao alcance dos resultados.

Numa economia de mercado, a imposição de preço, para qualquer bem, tem como meta principal incorporar informação econômica relevante sobre ele. A partir da análise desenvolvida por Montgomery *et alii* (1999), será mostrado como os preços podem ser usados para sumariar a informação em relação à biodiversidade, por meio de uma cadeia de relações que se conectam mutuamente. Elas envolvem relações entre as características dos hábitats e as populações das espécies individuais, as espécies e a probabilidade de sobrevivência, a probabilidade e os benefícios associados à diversidade biológica e, por fim, os benefícios e o valor que eles possuem para a sociedade.

Basicamente, este estudo tenta estabelecer um intervalo de confiança para o valor que a sociedade estaria disposta a pagar, por meio de um imposto do tipo *lump sum*, para levar a cabo um programa de preservação de determinadas espécies. Deve-se notar que muitas são as questões envolvidas nesse processo. A viabilidade, ou grau de sucesso do programa, o grau de diversidade e o valor de uso de cada espécie são alguns dos fatores que intervêm na formação de preço das espécies.

Esta pesquisa está dividida em cinco seções, incluindo esta introdução. Na Seção 2, desenvolve-se, em termos gerais, um modelo de apreçamento para a biodiversidade. A seção ainda apresenta, ao final, o conjunto de informações requeridas para que essa metodologia possa ser aplicada empiricamente. A Seção 3 aprofunda a análise desenvolvida na seção anterior, tendo como objeto encontrar a maneira pela qual os diversos conceitos que compõem o modelo teórico possam ser tratados empiricamente. A Seção 4 toma como base a metodologia desenvolvida nas seções anteriores e apresenta um estudo de caso para três espécies brasileiras ameaçadas de extinção. A razão pela qual essas espécies foram incluídas no estudo se tornará transparente no decorrer da pesquisa. Por fim, a Seção 5 apresenta as principais conclusões do trabalho.

2 MODELO TEÓRICO PARA VALORAÇÃO DA PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

A eficiência no consumo para dois bens requer que a taxa marginal de substituição, definida como razão entre as utilidades marginais desses bens, seja igual à razão entre os seus preços. Vejamos, então, como é possível estabelecer a condição de equilíbrio para determinar o preço para a proteção de certas espécies num hábitat. De acordo com o modelo de Montgomery *et alii* (1999), a utilidade do agente para esse hábitat deriva de dois bens, $E(D)$ e Y , onde $E(D)$ é o valor esperado da biodiversidade e Y é o agregado para os outros diferentes serviços que podem ser usufruídos desse hábitat, que possui diversas espécies cujo tamanho, ou quantidade corrente de indivíduos, para cada uma, é definido por X_s . O motivo para se tomar o valor esperado para diversidade diz respeito ao fato de que existe uma incerteza quanto ao estado desse hábitat no futuro, em virtude da ação de fatores exógenos que podem levar à extinção de certas espécies. Vamos admitir ainda que a proteção está relacionada ao incremento no tamanho corrente das espécies.

Assim, temos que a função de utilidade do agente é definida por $U = U(E(D), Y)$. Tomando $P_{D'}$ e P_Y , os preços da proteção da biodiversidade e do bem agregado, respectivamente, pode-se definir $P_{D'}$ para um incremento no hábitat como o benefício marginal que decorre do aumento do tamanho da população, $X_{s'}$, para cada espécie, s , que iguala a taxa marginal de substituição entre o hábitat e os outros usos, Y , para esse hábitat. Assim, tem-se que:

$$P_{D'} = P_Y \frac{\partial U / \partial E(D)}{\partial U / \partial Y} \frac{\partial E(D)}{\partial X_{s'}} \quad (1)$$

onde D representa um índice de diversidade biológica. O segundo termo do lado direito de (1) representa a taxa de substituição entre o valor esperado da biodiversidade e outros usos do hábitat, enquanto o terceiro termo diz respeito à

variação desse valor esperado dado um aumento marginal no tamanho da população da espécie s . Pode-se afirmar que um alto valor para P_D assinala um alto retorno em conservação.

Quanto à biodiversidade, a aplicação dessa regra se complica na medida em que existe uma grande disparidade entre os benefícios associados à biodiversidade e aqueles oriundos de outros fins. A utilidade decorrente da diversidade biológica deriva de diversos fatores, como manutenção da integridade de um sistema ecológico, distinção estética, opção para uma descoberta futura de um produto etc. Portanto, a biodiversidade, quando vista sob a ótica econômica, deve ser definida com relação a esses benefícios. Assim, o preço para a conservação deve representar o valor da contribuição para os benefícios advindos da biodiversidade que decorre de uma alteração no habitat para uma unidade individual da terra.

O índice de biodiversidade, D , é uma função agregada de um vetor de variáveis binárias, Z , onde cada elemento, z_{is} , é igual a 1 quando a espécie s está presente ou 0 quando ela está extinta. No que refere a $E(D)$, esse depende da probabilidade de sobrevivência das espécies, que pode ser obtida a partir de um conceito conhecido por viabilidade [Shaffer (1983)]. A viabilidade, V , para uma espécie, s , é a probabilidade de que o tamanho de sua população, N , ao final de algum período futuro T , exceda um nível crítico N_T denominado “população mínima viável” [Soulé (1987)]. Isso representa a probabilidade de sobrevivência da espécie. Assim, tem-se que:

$$V_s(X_{s,t=0}) = \text{Pr ob}(z_s = 1) = \text{Pr ob}(N_{s,t=T} > N_T) \quad (2)$$

Usando o conceito de viabilidade, o valor esperado do índice de diversidade pode ser obtido da seguinte forma:

$$E(D) = \sum_{i=1}^{2^s} D(Z_i) \prod_{s=1}^s \left[z_{is} V_s(X_s) + (1 - z_{is}) (1 - V_s(X_s)) \right] \quad (3)$$

onde i é o indexador para as possíveis combinações para os vetores de Z . O termo dentro do produtório é igual a $V_s(X_s)$ quando $z_{is} = 1$ e $1 - V_s(X_s)$ quando $z_{is} = 0$. Com alguns “algebrismos” de praxe [Montgomery *et alii* (1999)] é possível mostrar que:

$$P_{D'} = P_D E(\Delta D_s) \frac{\partial V_s(X_s)}{\partial X_s} \quad (4)$$

onde P_D representa o valor da espécie expresso pelo produto entre P_y e a taxa marginal de substituição entre a diversidade esperada pelo bem y . Pode-se denotar P_D também como o valor da biodiversidade. Assim, a equação (4) sugere que existe quatro tipos de informação que são requeridos para montar o preço da proteção da diversidade biológica: o conjunto de espécies endêmicas e o estado corrente de cada membro, a função de viabilidade para cada espécie, um índice de biodiversidade que mede a contribuição de cada espécie do conjunto Z nesse índice e, por fim, o valor para a diversidade P_D . Na seção seguinte será mostrado como é possível explicitar cada um desses elementos.

3 ABORDAGEM EMPÍRICA DA BIODIVERSIDADE

Esta seção tem como objetivo o tratamento operacional de cada um dos termos que compõem a equação (4). Nesse sentido, a proposta aqui é analisá-los separadamente, o que será feito a seguir. Contudo, antes de levar a cabo a questão é necessário que se estabeleçam as definições apropriadas acerca do conjunto de espécies, S , alvo da análise, bem como se faz o julgamento sobre o seu estado corrente, X_S .

De acordo com os critérios internacionalmente consagrados para o diagnóstico de sobrevivência das espécies (DSE), o grau de perigo de extinção é enumerado da seguinte nomenclatura: 1 = espécie criticamente ameaçada; 2 = espécie ameaçada; 3 = espécie vulnerável; 4 = espécie abundante, porém ameaçada no longo prazo; e 5 = espécie segura nas condições presentes. O modo como se chega a esses valores depende de vários fatores, tais como número estimado de elementos, ameaça, fragilidade, tendência de crescimento populacional, qualidade do habitat etc. Por exemplo, num estudo que aparece em Montgomery *et alii* (1999) feito para um conjunto de 147 espécies de pássaros, uma população abaixo de 50 apresenta DSE igual a 1; entre 50 e 250, o DSE é 2; entre 250 e 1.000, o DSE é 3; para uma população acima de 1.000, o DSE pode ser 4 ou 5.

Com relação à viabilidade, costuma-se empregar uma técnica em biologia da conservação denominada Análise de Viabilidade de Populações (AVP) [Lamberson *et alii* (1992)], que é bastante sofisticada e permite obter estimativas quantitativas sobre probabilidade de extinção em um horizonte de tempo futuro, por exemplo, nos próximos 100 anos. Essas estimativas são baseadas em modelagem e, sendo a extinção um fenômeno muito complexo e probabilístico, para serem fidedignas, necessitam de uma imensa quantidade de dados demográficos e genéticos detalhados sobre a espécie (ou população em questão). Por isso mesmo, são disponíveis para poucas espécies, pelo menos no Brasil. Nos Estados Unidos e na Austrália existem estimativas disponíveis para centenas de espécies. No Brasil, no entanto, os estudos que empregam a AVP estão feitos apenas para três espécies, o mico-leão-dourado, o mico-leão-preto e uma categoria de cuíca, denominada *Micoureus demerarae*. Alguns estudos fazem uso de uma estimativa aproximada com base na função de viabilidade logística. A justificativa para isso recai no fato de que a forma logística tende a captar razoavelmente a evolução de muitos fenômenos biológicos [Bevers *et alii* (1995)].

Vejamos agora como a literatura trata a questão relativa à elaboração de uma medida de biodiversidade. Quando uma espécie é extinta existe uma perda de diversidade. Essa perda pode ser total, no caso em que a família da espécie possua apenas um elemento, ou parcial, quando a família dessa espécie tem também outras espécies, o que ocorre muito com pássaros. Intuitivamente é fácil perceber que existe uma perda maior de diversidade quando a espécie extinta apresenta pouca relação de parentesco com as sobreviventes, no caso onde a espécie mostre um elevado grau de parentesco com outras. O problema reside em utilizar esse raciocínio de modo prático.

Uma medida plausível de diversidade biológica aparece em Krajewsky (1989), que é elaborada a partir da mensuração da distância genética entre qualquer par de espécies para um mesmo conjunto. Com base nessa metodologia, Weitzman (1993) constrói índices de diversidade que apresentam propriedades econômicas desejáveis.

Contudo, deve-se ter em mente que as informações para a obtenção desses índices são de elevado custo e quase não estão disponíveis.

Alguns trabalhos utilizam medidas de biodiversidade mais simples, que podem ser obtidas em informações facilmente disponíveis, como é o caso de Montgomery *et alii* (1999). Esse estudo mostra uma medida de diversidade que tem por base o índice proposto por Vane-Wright, Humphries e Williams (1991) que calcula os pesos para diversidade tomando por base a árvore taxonômica. O sistema taxonômico é construído tendo como referência as similaridades percebidas entre as espécies e, embora esteja longe ser perfeito, pode ser considerado de algum modo um indicador de substituição entre as espécies. De modo a construir os pesos para cada espécie é necessário apenas computar o número de espécies que estão juntas em cada nível de classificação (ordem, família, gênero e espécie) e promover a soma ao longo da árvore taxonômica para espécie. O peso para espécie, w_s , é o inverso dessa soma normalizado para aquele que apresentou o maior valor. Assim, temos que o valor esperado da biodiversidade pode ser expresso de modo simples, tal como:

$$E(D) = \sum_{s=1}^S w_s V_s(X_s) \quad (5)$$

Um modo aproximado de obter valores para a viabilidade das espécies pode ser obtido a partir daqueles que estão classificados para o DSE. Nesse caso, arbitram-se as probabilidades de extinção de acordo com o grau do DSE. Por exemplo, caso uma espécie tenha DSE = 1, então sua viabilidade é $V_s(X_s) = 0,1$ ou $V_s(DSE_s = 1) = 0,1$. Se DSE = 2, então $V_s(X_s) = 0,3$ ou $V_s(DSE_s = 2) = 0,3$; e assim por diante. O incremento na viabilidade pode ser obtido por meio da diferença dos valores respectivos dessa função. Por exemplo, se determinado programa para preservação tem como objeto fazer com que uma espécie fique fora de perigo, temos que $\Delta V_s = V_s(DSE_s = 4) - V_s(DSE_s = 1)$.

Uma vez tendo elucidado como tratar empiricamente os conceitos de diversidade biológica e viabilidade, a tarefa nessa altura diz respeito a encontrar um modo de traduzir em número o valor da diversidade expresso na equação (1) como o produto entre o preço do uso alternativo para o hábitat e a taxa de substituição marginal entre a diversidade esperada por preservar a espécie e tal uso alternativo. Vejamos então como é possível obter um intervalo de confiança para essa medida.

No que se refere a encontrar um modo que sirva para traduzir em termos monetários o valor da diversidade, pode-se utilizar os valores obtidos para a disposição a pagar (DAP) que, de acordo com Just, Hulth e Schmitz (1982), é conceitualmente o modo mais correto de mensurar os benefícios da proteção da biodiversidade. De acordo com Loomis e White (1996), os limites para o menor e o maior valor para DAP por família se situam entre US\$ 6,91 a.a. e US\$ 109,45 a.a., tomando por base os estudos sobre a DAP feitos para 18 espécies ameaçadas de extinção. Tomando como base a taxa de desconto de 10% a.a., esses valores tomados em termos de um único desembolso, tipo *lump sum*, são, respectivamente, US\$ 69 e US\$ 1.090.

A rigor, para valorar as espécies que serão tratadas nesta pesquisa, a DAP deveria estar disponível para a espécie em questão, o que no caso brasileiro não ocorre. Isso é

devido ao fato de que a obtenção dessa quantidade é de custo elevado, pois existe a necessidade de levar a cabo uma pesquisa de campo que teria como suporte o uso do método de valoração contingente para calcular a DAP. Esse trabalho, em virtude da sua dimensão e seu alto custo, deve ser objeto de uma pesquisa própria e, portanto, está fora do escopo desta pesquisa.

Como o objetivo aqui é apresentar uma medida que possa ser tomada como base de ilustração, neste trabalho vamos fazer uso de um artifício conhecido na literatura como função de transferência de benefícios [Markandya (2001)]. Essa função tem como argumento o diferencial de renda *per capita* ajustada pela paridade de poder de compra e ponderada pela elasticidade-renda da demanda. Nesse caso, a função de transferência de benefícios assume a seguinte forma:

$$DAP_{br} = DAP_{eua} \times (PPC_{br} / PPC_{eua})^e \quad (6)$$

onde:

PPC_{br} = renda *per capita* do Brasil ajustada pela paridade do poder de compra do real;

PPC_{eua} = renda *per capita* dos Estados Unidos ajustada pela paridade do poder de compra do dólar; e

e = elasticidade-renda da demanda.

4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO A TRÊS ESPÉCIES NO BRASIL AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

Tendo em vista a metodologia desenvolvida ao longo deste trabalho, o objetivo nessa altura consiste em saber qual o preço justo que deve ser cobrado à sociedade para levar a cabo os programas para a preservação de três espécies brasileiras em perigo de extinção, que são o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrisophygus*), o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) e uma espécie de cuíca (*Micoureus demerarae*). A escolha específica dessas espécies se deve ao fato, como já foi mencionado na seção anterior, de que elas são as únicas para as quais os estudos sobre AVP no Brasil já foram elaborados, e dessa forma as estimativas quanto à probabilidade de extinção podem ser empregadas com maior grau de confiabilidade.

A perda de hábitat e a fragmentação são uma ameaça séria para a biodiversidade. Esse processo, que é observado em nível global, é provavelmente o principal motivo de ameaça para a rica fauna da Mata Atlântica, região ao longo do litoral sudeste do Brasil que cobre um milhão de hectares. Atualmente, esse é um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta, com apenas 5% da sua reserva original intacta, na forma de pequenos fragmentos. Nela, diferentes espécies de marsupiais e roedores podem ser encontradas, algumas sobrevivendo de forma isolada enquanto outras espécies se encontram agrupadas em metapopulações. Define-se metapopulação como sendo a população de certa espécie quando restrita a um determinado lugar e não a população como um todo. Embora a maioria das espécies tratadas não sofra ameaça de forma global, freqüentemente a perda de uma população encontrada em algum fragmento pode levar à extinção ecológica, causando uma mudança considerável na estrutura e no funcionamento das comunidades do local [Brito e Fernandez (2000b)].

Entre as espécies mais ameaçadas da Mata Atlântica está o *Micoureus demerarae*, pequeno marsupial encontrado na América do Sul. Essa espécie está espalhada desde a Colômbia até o nordeste da Argentina. Especificamente, os resultados de viabilidade de população apresentados neste trabalho se referem ao estudo elaborado para tratar uma metapopulação numa sub-região da Mata Atlântica [Brito e Fernandez (2000a)]. Para um cenário referencial (base) que tenta reproduzir a evolução futura da espécie com base nos padrões correntes, os resultados mostram que essa é uma espécie altamente ameaçada. Para tal cenário, os dados mostram que a probabilidade de essa espécie estar extinta nos próximos 100 anos é de cerca de 45%. Para um cenário pessimista, é quase certo que a espécie esteja totalmente extinta.

Em relação ao mico-leão-dourado, as pesquisas para AVP foram realizadas tendo como base metapopulações da reserva de Poço das Antas. Quanto ao mico-leão-preto, as pesquisas tiveram como alvo metapopulações da estação ecológica de Caitetus e Morro do Diabo. No que diz respeito à pesquisa realizada na reserva de Poço das Antas para a metapopulação de micos-leões-dourados, os resultados mostram que a probabilidade de que essa metapopulação esteja extinta num período de 100 anos é de 15%, ao passo que a probabilidade de que a metapopulação de micos-leões-pretos se torne extinta nos próximos 10 anos é de 78%, o que significa que essa espécie está altamente ameaçada. Os resultados para as outras regiões não foram conclusivos [Seal, Ballou e Valladares-Pádua (1990)].

No entanto, tendo em vista o objetivo da pesquisa corrente, não basta somente que se conheça a função de viabilidade da espécie. De acordo com a equação (4) é necessário saber o incremento na probabilidade que decorre de uma variação de um ou mais parâmetros dessa função. De modo a contornar esse obstáculo, o que se fará é obter tais variações a partir dos resultados da viabilidade para cenários distintos, já que os valores para a viabilidade foram obtidos para várias simulações, que podem estar relacionadas às situações de menor ou maior grau de pessimismo quanto aos fatores endógenos ou exógenos de hábitat. Como o que está em evidência é dar preço à preservação, a variação da viabilidade será alcançada por meio da diferença entre os valores da viabilidade para um cenário mais otimista e aquele obtido para o cenário tomado como base. A idéia, aqui, é que um cenário mais otimista pode estar associado a algum efeito positivo sobre o tamanho da população. A Tabela 1 apresenta os valores para a viabilidade para três cenários distintos.

TABELA 1
Cenários de Viabilidade para as Espécies Ameaçadas

Espécie Nome comum (1)	Cenário Pessimista (2)	Cenários de Referência		Variação da viabilidade ΔV (5)
		Base (3)	Otimista (4)	
Cuíca ^a	0,01	0,55	0,70	0,15
Mico-leão-preto ^b	0,05	0,50	0,70	0,20
Mico-leão-dourado ^c	0,84	0,88	0,96	0,08

Fontes: ^a Brito e Fernandez (2000); ^b Seal, Ballou e Valladares-Pádua (1990); e ^c Kieruff (1993).
Obs.: O horizonte temporal do mico-leão-preto é de 50 anos, para as duas outras espécies, de 100 anos.

Os resultados apresentados revelam que a viabilidade é muito sensível às hipóteses concernentes de cada cenário. Isso pode ser visto a partir da grande diferença existente entre os resultados obtidos, principalmente considerando os

extremos do intervalo. Os cenários são idealizados a partir de hipóteses distintas para os parâmetros do modelo, como tamanho inicial da população, taxa de mortalidade entre os indivíduos adultos, longevidade, probabilidade de catástrofe, migração, razão entre os sexos etc. No que diz respeito ainda à Tabela 1, os resultados para o mico-leão-preto mostram que a probabilidade de extinção para qualquer cenário é quase 100% para daqui a 100 anos. Por fim, a variação da viabilidade é tomada como a diferença entre os valores obtidos a partir dos cenários otimista e os de base.

Uma vez tendo definido como obter os números para a viabilidade, ou sua variação, a tarefa final reside em encontrar os valores para DAP e a medida de diversidade para as espécies. Uma vez alcançados esses valores, estamos aptos a efetuar o preço para as espécies analisadas. Conforme foi salientado na seção anterior, os valores para a DAP que serão empregados neste trabalho derivam da resenha apresentada por Loomis e White (1996). Nela o intervalo de confiança para a DAP se situa entre US\$ 69 e US\$ 1.090, se o desembolso for do tipo *lump sum*.

Na Tabela 2, são apresentados os valores ajustados para o Brasil, de acordo com a expressão que aparece em (6). Os valores da DAP têm por base o maior e o menor valor para diversos estudos encontrados na literatura, calculados para dois valores distintos da elasticidade marginal da renda. O emprego de dois valores para a elasticidade-renda da demanda se deve à alta sensibilidade dos resultados em relação a esse parâmetro. Dessa forma, é necessária a elaboração de um intervalo de confiança para maior credibilidade das estimativas. Assim, decidiu-se adotar também a unidade que seria o valor máximo possível para o parâmetro em questão, como aparece em Seroa da Motta, Ortiz e Ferreira (2000).

TABELA 2
Ajuste da DAP para o Brasil
(em US\$ de 1999)

Parâmetros	PIB <i>per capita</i> pela PPC	
	Brasil	Estados Unidos
	7.037	31.872
DAP		
Elasticidade: 0,50	32,51 514,73	69,19 1.095,45
Elasticidade: 1,00	15,28 241,86	69,19 1.095,45

A tarefa, agora, diz respeito a definir uma medida de diversidade para cada uma das espécies que está sendo valorada. Conforme foi colocado na seção anterior existem diversas maneiras de medir a biodiversidade. No entanto, tendo em vista o escopo desta pesquisa, vamos fazer uso de uma metodologia simples de mensuração da biodiversidade, tal como aparece em Montgomery *et alii* (1999). Essa medida se refere ao peso da diversidade tomado a partir da árvore taxonômica de cada espécie. A maneira exata de como isso pode ser obtido foi descrita na seção anterior. Embora o procedimento operacional para computar esse índice seja bastante simples, o problema reside no fato de que as informações sobre a árvore taxonômica para as espécies não se encontram facilmente disponíveis. Além disso, não é raro encontrar

discordância quanto à taxonomia para as espécies. Felizmente, graças a um projeto denominado *Tree of life* é possível obter, embora com certa limitação, informações acerca da taxonomia para grande parte das espécies. Esse projeto tem como finalidade gerar informação sobre a diversidade dos organismos, sua história e características.

Ainda que as informações disponíveis no *Tree of life* sejam de grande utilidade, em relação à pesquisa corrente perduram certas limitações devido ao fato de o projeto ainda estar em fase de desenvolvimento. No caso do mico-leão-preto e do mico-leão-dourado, a taxonomia que consta no *Tree of life* não se estende além do gênero denominado *Leontopithecus*. Assim, deve-se admitir por hora que essas duas espécies apresentam o mesmo grau de diversidade biológica. Outro ponto de limitação é que em relação ao pequeno marsupial denominado *Micoureus demerarae* nenhuma informação avança além do gênero *Didelphimorphia*, representativo dos marsupiais. Não obstante, os dados obtidos revelam alguma informação acerca da diversidade.

Tendo apresentado as etapas intermediárias necessárias à formação do preço da preservação, nosso objetivo agora é apresentar os números para essa variável. Isso é levado a cabo na Tabela 3. Algumas observações devem ser feitas em relação a essa tabela. A coluna 2 representa o ponto mais distante onde foi possível enquadrar a espécie tratada no *Tree of life*. O número de nódulos e o peso da diversidade são conceitos que foram definidos anteriormente. No entanto, é esse último que define o grau de diversidade. Para maiores detalhes, ver Montgomery *et alii* (1999). Por fim, os valores para a conservação são apresentados nas colunas 5 e 6. Eles derivam da aplicação imediata da equação (4). Os valores que aparecem em cada célula foram obtidos para os dois diferentes valores da elasticidade-renda que aparecem na Tabela 2. O maior deles foi calculado para a elasticidade de 0,50. O cálculo dos limites inferior e superior tomou como base o menor e o maior valor que constam no trabalho de Loomis e White (1996), ajustados com base na função transferência de benefícios, tal como aparece na equação (6).

TABELA 3
Grau de Diversidade pela Taxonomia e Preço da Preservação das Espécies
(em US\$ de 1999)

Espécie		Nódulos na árvore taxonômica (3)	Peso da diversidade (4)	Preço	
Nome Comum (1)	Gênero (2)			Limite inferior (5)	Limite superior (6)
Cuica	<i>Didelphimorphia</i>	14	2,64	12,87	203,83
				6,05	95,78
Mico-leão-preto	<i>Leontopithecus</i>	37	1,00	6,50	102,95
				3,06	48,37
Mico-leão-dourado	<i>Leontopithecus</i>	37	1,00	2,60	41,18
				1,22	19,35

5 OBSERVAÇÕES FINAIS

Boa parte das análises elaboradas por aqueles que se opõem às iniciativas para preservação das espécies se alicerça sobre os efeitos de curto prazo que incidem localmente em termos do impacto econômico decorrente disso. Entretanto, tais análises não levam em consideração os benefícios advindos da preservação que repercutem tanto no curto como no longo prazo. Esse trabalho teve como objetivo

apresentar um método de valoração para a preservação da diversidade biológica. Na verdade, quando se fala a respeito da preservação de certa espécie, está implícito algum meio para que isso possa ser levado a cabo. Assim sendo, essa pesquisa apresenta o intervalo de confiança que define quanto a sociedade estaria disposta a desembolsar para, mesmo num contexto de incerteza, preservar o estado corrente de um conjunto de espécies que se encontram em perigo de extinção a partir de um programa de preservação. Deve ser observado que entre os fatores que limitam o alcance dessa proposta está o fato de que os resultados obtidos são muito sensíveis a alguns parâmetros do modelo. Entre eles estão os modos como se definem diversidade biológica e os diversos cenários que podem ser postos para viabilidade futura.

Os valores obtidos servem como parâmetro para análise de políticas para preservação das espécies ameaçadas, pois, caso os gestores de políticas públicas decidam pela imposição de um valor acima do que está sendo proposto, estariam incorrendo acima do preço justo. No entanto, um ponto importante é verificar o nível de dispêndio do governo, no Brasil, em preservação e comparar esse gasto com o quanto as famílias brasileiras estariam dispostas a gastar em preservação somente para as três espécies contempladas neste estudo.

De 1985 a 1996, os governos federal e estaduais investiram em torno de US\$ 33 milhões em projetos de preservação [MMA (1998)], embora o dispêndio total em projetos, caso se incluam principalmente as fontes internacionais, alcance US\$ 135 milhões. Tomando por base o preço total da preservação das três espécies calculado no limite inferior e a elasticidade-renda unitária, tal como aparece na Tabela 3, esse se situa em aproximadamente US\$ 10 por família. Assumindo a hipótese de que o número de domicílios no Brasil, que se situa em 44 milhões, é igual ao número de famílias, temos que o gasto poderia alcançar US\$ 440 milhões apenas com essas três espécies. Este exercício simples serviu para mostrar que os gastos do governo com preservação parecem estar muito abaixo do socialmente desejado.

BIBLIOGRAFIA

- BEVERS, M., HOF, J., KENT, B., RAPHAEL, M. G. Sustainable forest management for optimizing multi-species wildlife habitat. *Natural Resource Modeling*, v. 9, n. 1, p. 1-24, 1995.
- BRITO, D., FERNANDEZ, F. Metapopulation viability of the marsupial *Micoureus demerarae* in small Atlantic forest fragments in South-Eastern Brazil. *Animal Conservation*, v. 3, p. 201-209, 2000a.
- _____. Dealing with extinction is forever: understanding the risks faced by small populations. *Ciência e Cultura*, v. 52, n. 3, p. 161-170, 2000b.
- BROWN, G. M., GOLDSTEIN, J. A model of endangered species. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 11, p. 303-309, 1984.
- DIMASI, J. A., HANSEN, R. W., GRABOWSKY, H. G., LASAGNA, L. Cost of innovation in pharmaceutical industry. *Journal of Health Economy*, v. 10, p. 107-142, 1991.

- JUST, R., HUETH, D., SCHMITZ, A. *Applied welfare economics and public policy*. Prentice Hall, NJ, 1982.
- KEITH, J. E., FAWSON, C., JOHNSON, V. Preservation or use. A contingent valuation study of wilderness designation in Utah. *Ecological Economics*, v. 18, n. 3, p. 207-214, 1996.
- KIERUFF, M. C. M. *Avaliação das populações selvagens de mico-leão-dourado Leontopithecus rosalia e proposta de estratégia de conservação*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1993 (Tese de M.Sc.).
- KRAJEWSKY, C. Phylogenetic relationships among cranes (Gruiformes: *Gruidae*) based on DNA hybridization. *The Auk*, Cap. VI, p. 603-618, 1989.
- LAMBERSON, R. H., MCKELVEI, R., NOON, B., VOSS, C. A dynamic analysis of spotted owl in a fragment forest. *Conservation Biological*, v. 6, p. 505-512, 1992.
- LOOMIS, J. B., WHITE, D. S. Economic benefits of rare and endangered species: summary and meta-analysis. *Ecological Economics*, v. 18, n. 3, p. 197-206, 1996.
- MARKANDYA, A. The valuation of health impacts in developing countries. In: SEROA DA MOTTA, R. (ed.). *Environmental economics and policy making in developing countries*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2001.
- METRICK, A., WEITZMAN, M. Conflicts and choices in biodiversity preservation. *Journal of Economic Perspectives*, v. 12, n. 3, p. 21-34, 1998.
- _____. Patterns of behavior of endangered species preservation. *Land Economics*, v. 72, p. 1-16, 1994.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Primeiro Relatório Nacional para Convenção sobre Diversidade Biológica*. 1998.
- MONTGOMERY, C. A., BROWN Jr., G., DARIUS, M. A. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 26, p. 111-128, 1994.
- MONTGOMERY, C. A., POLLACK, R. A., FREEMARCK, K., WHITE, D. Pricing biodiversity. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 38, p. 1-19, 1999.
- SEAL, U. S., BALLOU, J. D., VALLADARES-PÁDUA, C. Populations extinction model of *Lion Tamarins* in currently protected areas. *Leontopithecus, Population Viability Analysis*. Belo Horizonte, Brazil: Workshop Report, Captive Breeding Specialist Group, 1990.
- SEROA DA MOTTA, R., ORTIZ, R. A., FERREIRA, S. F. *Health and economic values for mortality cases associated with air pollution in Brazil*. Expert Workshop on Assessing The Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation Strategies, Washington, D.C., 27-29, Mar. 2000.
- SHAFFER, M. L. Minimal population sizes for species conservation. *Bioscience*, v. 31, p. 131-134, 1983.
- SIMPSON, D. R., SEDJO, R. A., REID, J. W. Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research. *Journal of Political Economy*, v. 104, n. 11, p. 163-185, 1996.
- SOLOW, A., POLLACK, R. A. Measuring biological diversity. *Environment and Ecological Statistic*, v. 1, n. 2, p. 95-107, 1994.

- _____. On the value of collection of species. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 29, p. 298-303, 1995.
- SOLOW, A., POLLACK, R. A., BROADUS, J. On the measurement of biological diversity. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 24, p. 60-68, 1993.
- SOULÉ, M. E. (ed.). *Viable populations for conservation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1897.
- VANE-WRIGHT, R. K., HUMPHRIES, C. J., WILLIAMS, P. H. What to protect? Systematic and the agony choice. *Conservation Biological*, v. 55, p. 235-254, 1991.
- WEITZMAN, M. On diversity. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 107, p. 363-406, 1992.
- _____. What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 108, p. 157-183, 1993.
- _____. The Noah's ark problem. *Econometrica*, v. 66, n. 6, p. 1.279-1.298, 1998.
- _____. Economic profitability versus ecological entropy. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 108, p. 237-263, 2000.

EDITORIAL

Coordenação
Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Supervisão
Helena Rodarte Costa Valente

Revisão
André Pinheiro
Elisabete de Carvalho Soares
Lucia Duarte Moreira
Luiz Carlos Palhares
Miriam Nunes da Fonseca
Tatiana da Costa (estagiária)

Editoração
Carlos Henrique Santos Vianna
Joanna Silvestre Friques de Sousa (estagiária)
Rafael Luzente de Lima
Roberto das Chagas Campos

Divulgação
Raul José Cordeiro Lemos

Reprodução Gráfica
Edson Soares

Brasília
SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,
10º andar – 70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 315-5336
Fax: (61) 315-5314
Correio eletrônico: editbsb@ipea.gov.br

Home page: <http://www.ipea.gov.br>

Rio de Janeiro
Av. Presidente Antônio Carlos, 51, 14º andar
20020-010 – Rio de Janeiro – RJ
Fone: (21) 3804-8118
Fax: (21) 2220-5533
Correio eletrônico: editrj@ipea.gov.br

Tiragem: 130 exemplares