

# Um Modelo de Contrato para a Biodiversidade

*Patrícia Dias Fernandes* \*

## RESUMO

A biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, e fonte de imenso potencial de uso econômico, nitidamente para a indústria de biotecnologia. No atual contexto de ameaça à biodiversidade, métodos que estimulem a sua conservação devem ser encontrados e implementados.

No presente trabalho discutiremos a bioprospecção como incentivo para a conservação da biodiversidade. Partiremos da hipótese de que muitos dos países ricos em biodiversidade não detêm a tecnologia necessária para a bioprospecção e para o posterior desenvolvimento de novos produtos, e que uma possível solução seria o estabelecimento de um acordo bilateral entre este país e uma firma farmacêutica interessada no uso comercial de seus recursos genéticos.

Para analisar este contrato aplicaremos um modelo de *moral hazard* usando as variáveis características da problemática da bioprospecção. Concluimos que devido à assimetria de informação e a aversão ao risco, esses contratos representam na maioria das vezes soluções de *second-best*.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, bioprospecção, teoria dos contratos, *moral hazard*.

## ABSTRACT

The biodiversity is one of the fundamental properties of nature. It is responsible for the equilibrium and stability of ecosystems and source of a great potential of economical use. However, nowadays, biodiversity is being threatened, so, we must find and perform methods that stimulate its conservation.

In this paper we will discuss the biodiversity prospecting as an incentive to the conservation of biodiversity. We suppose that many of the countries containing large amount of biodiversity do not have the technology necessary to prospect and to develop new products, and that a possible solution would be a bilateral agreement between this country and a pharmaceutical firm interested in the commercial use of the country's genetic resources.

In order to analyse this contract we will apply a moral hazard model using variable characteristics of the bioprospecting problem. It is found that due to asymmetric information and risk aversion, the contracts are often second-best.

**Key words:** Biodiversity, prospecting, contracts, moral hazard.

---

\* mestrandia do IE/UFRJ

A autora agradece aos Profs. Carlos Eduardo F. Young e Luís Otávio Façanha pelos valiosos comentários.

Os eventuais erros e omissões são de exclusiva responsabilidade da autora.

## **I - Introdução**

Biodiversidade refere-se à variedade de vida encontrada em uma região (ou no mundo), incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de espécies da flora, da fauna e de microorganismos, a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos. A biodiversidade inclui, assim, a totalidade dos recursos vivos, ou biológicos, e dos recursos genéticos e seus componentes. (Ministério do Meio Ambiente, 2001)

O Brasil na extensão de sua área de 8,5 milhões km<sup>2</sup> possui uma ampla variedade climática e geomorfológica. Essa variedade é responsável pela presença de importantes biomas e ecossistemas, o que reflete a riqueza da flora e fauna brasileiras, tornando-as as mais diversas do mundo. O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo, contando com um número estimado de mais de 20%<sup>1</sup> do número total de espécies do planeta. Entre elas, uma grande quantidade é única do país (conhecidas como endêmicas), e muitas provavelmente ainda não foram descobertas.

A biodiversidade se apresenta hoje ameaçada no mundo todo devido, em grande parte, ao crescimento explosivo da população e pela distribuição desigual de renda. Segundo Seroa da Motta (1996), no Brasil as maiores causas desta perda são as atividades agrícolas e de extração de madeira que se expandem em áreas de acesso aberto apesar das restrições legais e ações de coerção.

Sendo assim, atividades sustentáveis que proporcionem benefícios econômicos para a sociedade ao mesmo tempo que gerem incentivos para a conservação da biodiversidade devem ser identificadas e implantadas.

Uma atividade que muitos autores argumentam que se encaixaria neste perfil é a bioprospecção. A bioprospecção (prospecção da biodiversidade) é a pesquisa entre organismos (plantas e animais) naturais com o objetivo de encontrar recursos genéticos e químicos de valor comercial.

A matéria-prima da bioprospecção é a biodiversidade, quanto mais rica a biodiversidade maiores as chances de se encontrar alguma espécie depositária de informação genética de valor para a humanidade. Desta maneira, a perda da biodiversidade é vista por biólogos e conservacionistas como de grande ameaça. Os recursos biológicos estão diminuindo a taxas mais rápidas do que se consegue

---

<sup>1</sup> Fonte: Site do Ministério do Meio Ambiente - <http://www.mma.gov.br/> em 23/07/2001

identificar as novas espécies (Merck-Inbio Plant Agreement, 2001), e isso não impacta somente a diversidade como também impede a realização de qualquer potencial benefício que esses recursos possam representar.

A bioprospecção tem sido vista como um mecanismo de incentivo para a conservação da biodiversidade, principalmente devido ao interesse que a indústria farmacêutica tem demonstrado. Desde o final da década de 80, o interesse desta na pesquisa dos recursos biogenéticos vem crescendo rapidamente. Segundo Martina Gebhardt (1998), isso pode ser atribuído a três fatores: as receitas marginais decrescentes das drogas desenvolvidas sinteticamente; o aperfeiçoamento dos métodos de análise, isto é, teste de materiais biogenéticos para determinados usos e doenças; e a crescente demanda por drogas de base natural (*natural derived drugs*)

A indústria farmacêutica está interessada em espécies que estarão disponíveis hoje e no futuro para pesquisas adicionais. Logo, seu interesse de longo prazo poderia ser um incentivo para o uso sustentável da biodiversidade, porque, desta maneira, seria criada uma renda alternativa que aumentaria o custo de oportunidade do desmatamento.

Historicamente, os recursos genéticos foram comercializados sem qualquer pagamento aos países ou outras partes que originalmente os forneceram. Mas, se aqueles que tem o poder de destruir os ecossistemas ricos em biodiversidade não são pagos pelos produtos derivados desta, eles não terão incentivo a preservá-la.

Esta percepção foi um dos motivos que levou 157 países<sup>2</sup> a assinarem, na Rio-92, uma convenção (CDB) que entre outras declarações institui os direitos de soberania dos países sobre seus próprios recursos.

Entretanto, países que desejem comercializar seus recursos genéticos devem desenvolver maneira de transferi-los para firmas estrangeiras com maior experiência em pesquisa, desenvolvimento e *marketing*, ou devem adquirir tal conhecimento por si mesmos. No caso de acordo bilateral de bioprospecção, o contrato é a maneira pela qual se estabelece esta relação entre o país detentor da biodiversidade e a firma com conhecimento para o desenvolvimento de novos produtos. (Simpson e Sedjo, 1992)

A Convenção da Biodiversidade facilitou a negociação direta entre o poder público e as empresas privadas de biotecnologia. Desde o anúncio do acordo Merck/Inbio em setembro de 1991, outros contratos entre instituições/corporações de

---

<sup>2</sup> Hoje são 174 países com exceção dos EUA que não assinou devido a divergências quanto a questões de direito de propriedade intelectual.

países desenvolvidos e institutos de pesquisa/agências do governo de países ricos em biodiversidade se seguiram<sup>3</sup>.

No presente trabalho, discutiremos a questão destes contratos à luz da economia da informação. Logo, seguindo a esta introdução teremos mais três seções. A seção II apresenta a Teoria dos Contratos como a base teórica do problema que estamos discutindo. A seção III insere a bioprospecção no modelo teórico proposto. E a seção IV conclui o trabalho, apresentando comentários finais.

## **II - A Teoria dos Contratos**

O campo da economia que vamos usar como base de análise para este estudo sobre a biodiversidade é a economia da informação (*information economics*). A economia da informação é centrada em um aspecto fundamental da relação contratual: o efeito sobre o formato contratual quando uma parte tem, ou terá, uma vantagem informacional sobre a outra.

Diferentes tipos de modelos surgem com a assimetria de informação. O modelo que usaremos é o de *Moral Hazard*. Em problemas de *moral hazard* os participantes tem a mesma informação quando estabelecem a relação, e a assimetria de informação surge do fato que, uma vez assinado o contrato, o principal não pode observar a ação/esforço do agente, ou ao menos, o principal não pode controlar perfeitamente a ação.

### **II.1 - Elementos do Problema**

#### **II.1.1 - Modelo Básico**

Consideremos uma relação bilateral onde os participantes podem ser indivíduos, instituições ou firmas. A relação é estabelecida através de um contrato, onde uma das partes, conhecida como principal, requer os serviços de outra, o agente. O principal é responsável por desenhar e propor o contrato, enquanto que o agente decide se está interessado ou não. Desta relação se deriva um resultado, e seu valor monetário será referido como  $x$ . Seja  $X$  o conjunto de resultados possíveis. O resultado final depende

---

<sup>3</sup> “Unfortunately, there is no mechanism to monitor the number of contractual agreements that currently exist, or the countries/corporations/institutions that are involved. While it is possible to obtain some information about “high-profile” bioprospecting agreements such as the Merck/INBio agreement mentioned above, there may be hundreds of bilateral agreements that are shrouded in relative secrecy and receive no public scrutiny.” (Bioprospecting/Biopiracy And Indigenous Peoples)

do esforço ( $e$ ) que o agente dedica na realização da tarefa, e do valor de uma variável aleatória.

Uma vez que o resultado não depende somente do esforço, mas também de um componente aleatório, o resultado também é uma variável aleatória. Se o conjunto de resultados possíveis é finito, então podemos escrever a probabilidade do resultado  $x_i$  condicionada ao esforço  $e$  como:  $\text{Prob}[x = x_i/e] = p_i(e)$ , para  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $\sum p_i(e) = 1$

Devido à incerteza quanto ao resultado final, devemos considerar como os participantes reagem ao risco. As preferências de risco são expressas por suas funções de utilidade. Usaremos o conceito de utilidade esperada, ou seja, as funções de utilidade são do tipo von Neumann-Morgenstern. (Macho-Stadler, I.; Pérez-Castrillo, D., 1997, p.17)

O principal como contratador, recebe a produção (o resultado  $x$ ) e deve pagar ao agente por sua parte no acordo. Usando  $V(\cdot)$  como a função de utilidade que representa as preferências do principal, seu objetivo é obter o maior lucro possível:

$V(x - w)$ , onde  $w$  representa o pagamento feito ao agente.

Assumimos que essa função é côncava e crescente:  $V' > 0$ ,  $V'' \leq 0$ . A concavidade da função  $V(\cdot)$  indica que o principal é neutro ou avesso ao risco.

De outro lado está o agente que recebe um pagamento ( $w$ ) por sua participação no acordo e oferta seu esforço ( $e$ ) o qual implica um custo para este. A função de utilidade do agente é  $U(w, e) = u(w) - v(e)$ .

O agente obtém utilidade do seu pagamento, podendo ser também neutro ou avesso ao risco, mas por outro lado, maior esforço significa maior desutilidade.

Das funções objetivo do principal e do agente é fácil ver que um dos ingredientes básicos deste modelo é o conflito de interesses entre eles. Primeiro porque enquanto o principal está interessado no resultado, o agente não está diretamente preocupado com este aspecto<sup>4</sup>. Segundo, o principal não está diretamente interessado no esforço, mas o agente está, uma vez que lhe é custoso. Finalmente, existe a idéia de que quanto maior o esforço maior a probabilidade de termos melhores resultados. Sendo assim, existe um conflito entre os objetivos dos participantes, e o contrato é o meio pelo qual os faremos compatíveis. Desta maneira, o pagamento  $w$  que o principal fornece ao agente o compensa pelo esforço que o principal demanda, logo, uma parte do que o principal ganha através do acordo é direcionado para o agente.

Como os termos do contrato desenhado pelo principal não estão sujeitos a barganha, as únicas alternativas do agente são aceitar ou rejeitar. E o fará baseado nas outras oportunidades que lhe são oferecidas pelo mercado. A comparação com essas outras oportunidades, e as utilidades esperadas que representam, determina o limite de participação no contrato. A utilidade esperada que as oportunidades externas oferecem ao agente é chamada de utilidade de reserva e é denotada como  $\underline{U}$ .

É muito importante que o contrato, e seus termos, estejam baseados somente em variáveis verificáveis. Isto porque um contrato é um documento que especifica obrigações dos participantes e transferências feitas sob diferentes contingências. Logo, para o contrato ser válido, seus termos devem poder ser verificados por um árbitro independente (ou corte judicial), para assim garantir seu cumprimento. (Macho-Stadler e Pérez-Castrillo, 1997, pp. 19 e 20)

### **II.1.2 – Modelo de *Moral Hazard***

No modelo de *moral hazard*, o comportamento do agente não é uma variável verificável. Na análise deste modelo existem duas implicações. A primeira refere-se ao fato de que quando um contrato é oferecido, é necessário levar em consideração as decisões (o esforço) que a outra parte vai tomar se aceita o acordo. Como consequência dessas decisões não poderem ser controladas, haverá uma importante perda de eficiência e, o tipo de contrato que será assinado e as decisões que serão tomadas também serão afetados. A segunda implicação refere-se ao fato de que através do exame do modelo conclui-se que o contrato ótimo é determinado pelo *trade-off* entre dois objetivos conflitantes: eficiência (na distribuição ótima de risco entre os participantes) e os incentivos do agente (risco adicional).

Apesar do esforço do agente não ser uma variável verificável, e portanto não poder ser incluída nos termos do contrato, nós assumimos que o resultado de seu esforço pode ser observado ao final do período. Por conseguinte, no modelo de *moral hazard*, o resultado final obtido será incluído no contrato que determina o pagamento do agente.

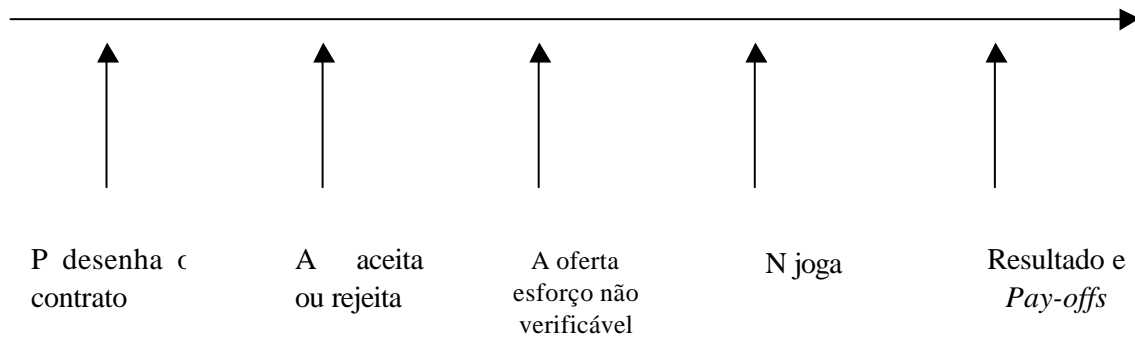
O esboço geral do jogo que estaremos analisando na próxima seção está na figura abaixo. Cronologicamente: em primeiro lugar o principal decide que contrato oferecer ao agente. Então o agente decide se aceita ou não o acordo, de acordo com os

---

<sup>4</sup> A princípio não se preocupa com o resultado dado que no modelo básico seu pagamento não depende deste.

termos do contrato estabelecido pelo principal. Se o contrato é aceito o agente deve decidir que nível de esforço que ele deseja dedicar, dado o contrato assinado. Esta é uma decisão do agente uma vez que o esforço não é uma variável contratada. Logo, quando o principal desenha o contrato que define o acordo, ele deve ter em consideração que, depois de assinado o contrato, o agente escolherá o nível de esforço que é melhor para si. (Macho-Stadler e Pérez-Castrillo, 1997, pp. 38 e 39)

**Figura 1**



Onde P é o principal, A o agente e N a natureza (a aleatoriedade).

## II.2 – A Formalização do Jogo no modelo de *Moral Hazard*

No modelo de *moral hazard*, antecipando-se ao desenvolvimento das assimetrias de informação, a parte contratante procura desenhar um contrato que atenuie as dificuldades causadas por estas assimetrias.

Atentos a esta questão, nesta seção vamos formalizar o problema de *moral hazard*. Neste modelo a assimetria decorre do esforço do agente não ser verificável e, desta maneira, o principal não pode incluí-lo nos termos do contrato. O principal pode “propor” um certo esforço, mas deve ter certeza que este é precisamente o nível que o agente quer exercer.

A intenção é resolver o jogo da figura 1. O conceito natural de solução é o equilíbrio perfeito de sub-jogo. O estágio final do jogo, e esse é o ponto fundamental do problema de *moral hazard*, é aquele em que o agente escolhe o esforço que ele vai exercer. Essa escolha pode ser escrita como:

$$(a) \quad e \in \arg \text{Max}_e \left\{ \sum_{i=1}^n p_i(\hat{e}) u(w(x_i)) - v(\hat{e}) \right\}$$

Essa condição é chamada de restrição de incentivo (*incentive restriction* ou *incentive compatibility constraint*). Essa restrição reflete o problema de *moral hazard*: uma vez que o contrato é aceito e sendo o esforço não verificável, o agente escolherá o nível que maximiza a sua função objetivo.

No segundo estágio do jogo, dado o esforço que ele vai exercer e os termos do contrato, o agente decide se vai aceitar ou não o acordo que o principal está propondo.

Assim,

$$(b) \sum_{i=1}^n p_i(e)u(w(x_i)) - v(e) \geq \underline{U}$$

Referimo-nos a essa restrição como condição de participação (*participation constraint*), ou de racionalidade individual, e está presente mesmo em jogos de informação simétrica. A equação (b) representa a opção que o agente tem de rejeitar o contrato, não assiná-lo, caso o que ele ganha assinando não é ao menos igual ao que ele obtém com outras alternativas no mercado.

No primeiro estágio do jogo, o principal desenha o contrato, antecipando o comportamento do agente. Formalmente, o contrato que o principal propõe é a solução para o seguinte problema:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\left[ e, \{w(x_i)\}_{i=1, \dots, n} \right]} \sum_{i=1}^n p_i(e)V(x_i - w(x_i)) \\ \text{s.a. } & \sum_{i=1}^n p_i(e)u(w(x_i)) - v(e) \geq \underline{U} \quad (b) \\ & e \in \arg \text{Max}_e \left\{ \sum_{i=1}^n p_i(\hat{e})u(w(x_i)) - v(\hat{e}) \right\} \quad (a) \end{aligned}$$

onde a primeira restrição é a condição de participação (b) e a segunda é a restrição de incentivo (a). (Macho-Stadler e Pérez-Castrillo, 1997, p. 40)

A solução para o problema de maximização sujeita às restrições é o mecanismo ótimo de incentivo que o principal deve oferecer ao agente. Ou seja, é o custo mínimo esperado de induzir o agente a assinar o contrato e ofertar o nível de esforço desejado pelo principal.

### III - Contrato para Bioprospecção



Nesta seção faremos uma aplicação da teoria dos contratos para o caso da biodiversidade. Ao princípio do artigo, apresentamos a bioprospecção como uma alternativa sustentável para o uso da biodiversidade e capaz de trazer uma nova fonte de financiamento para aqueles que vivem dela.

Entretanto, os países ricos em biodiversidade às vezes esbarram em problemas de *know-how*. Segundo Seroa da Mota (1996), o potencial brasileiro para a biodiversidade se mantém basicamente não aproveitado devido à falta de pesquisa básica e do sistema de produção atual que atrasa usos alternativos para as espécies. Logo, uma opção é o estabelecimento de um contrato entre estes países e uma firma ou instituição especializada neste tipo de trabalho de P&D e comercialização.

Sabemos pela seção anterior que o problema deste tipo de contrato reside na assimetria de informação, ou seja, na impossibilidade de verificação pelo principal do esforço ofertado pelo agente.

O objetivo desta aplicação é usar este tipo de análise em um modelo que reflete algumas das características básicas do desenho de contrato ótimo para o problema da bioprospecção.

### **III.1 - Formalização do modelo de *moral hazard* para a Bioprospecção**

Vamos analisar a relação entre o país rico em biodiversidade<sup>5</sup> (que nos referiremos como PB a partir de agora) e a Firma Farmacêutica (FF).

A situação suposta (simplificada) será ilustrada a seguir:

(i) A FF, geralmente, em seu país sede<sup>6</sup> não detém tanto recurso genético a ser bioprospectado quanto existe em países tropicais. Entretanto, pela Convenção da Biodiversidade de 1992 através do artigo 15, foram reconhecidos os direitos soberanos dos Estados sobre seus recursos naturais. Para a FF realizar um trabalho de bioprospecção na área é necessária, então, a autorização do governo nacional.

Por outro lado, o PB, apesar de deter os recursos genéticos, não detém a tecnologia suficiente para o desenvolvimento comercial de produtos farmacêuticos que utilizam este recurso.

Sendo assim, pode surgir o interesse por parte de ambas em confeccionar um contrato. O PB aproveitaria o seu recurso de maneira sustentável e a FF teria a chance de

---

<sup>5</sup> Uma agência ou instituto nacional será encarregado pelo trabalho.

<sup>6</sup> Normalmente país desenvolvido do hemisfério norte.

desenvolver novos produtos a partir de uma matéria-prima que até então não tinha acesso.

Tendo como exemplo o contrato Inbio/Merck<sup>7</sup>, o PB oferta amostras de plantas, insetos e microorganismos coletados em suas florestas, os identifica, classifica em um banco de dados e extrai seus extratos químicos visto que a maioria dos organismos começa a se deteriorar em 24 horas. A FF analisa os extratos químicos dos organismos coletados e os testa para determinadas doenças, em seguida, para aqueles testados positivos, cria os novos produtos farmacêuticos a partir destes recursos.

(ii) A FF não pode observar diretamente o esforço que o PB exerce nas suas atividades sobre os recursos genéticos, o que implica que o contrato deve ser desenhado levando em consideração a informação assimétrica da FF sobre a ação do PB.

Para formalizar este contrato e proceder com sua análise vamos primeiro reconhecer as variáveis.

Seja  $e$  o esforço dedicado pelo PB em suas atividades de coleta e identificação. O esforço é um indicativo do capital e do trabalho usado na atividade, medindo alguns fatores tais como o número de viagens feitas às reservas florestais, o material usado, o número de pessoas trabalhando, etc.

Esse esforço não é observável pela FF, mas o resultado – número de amostras coletadas e identificadas – pode ser.

Defina  $\{e^1, e^2, \dots, e^m\}$  como o conjunto de esforços possíveis, onde  $e^i$  é um nível de esforço particular. O conjunto de resultados possíveis  $X$  é  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , onde  $x_j$  é um nível particular de resultado. Dado que diferentes condições ambientais (clima, localização da reserva, etc.) também influenciam o resultado, a incerteza será modelada assumindo que a natureza aleatoriamente modifica o resultado que pode ser obtido por um nível determinado de esforço. Seja  $P_j(e) = \text{Prob}[x_j/e]$  a probabilidade do resultado  $x_j$  condicionado ao esforço  $e$ , onde assumimos que  $P_j(e) > 0$  para todo  $j, e$ , e  $\sum P_j(e) = 1$

---

<sup>7</sup> “The first major bilateral contract for bioprospecting was made public in September, 1991 (prior to the Convention on Biological Diversity) when Merck & Co. (a U.S.-based pharmaceutical corporation) announced a 2-year, \$1.135 million deal with the Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) of Costa Rica, a private, non-governmental research institute. INBio agreed to provide Merck's drug-screening programs with chemical extracts from wild plants, insects and microorganisms. In return, Merck agreed to give INBio a two-year research budget of \$1.135 million, an undisclosed share of royalties on any resulting commercial products, and technical assistance and training to establish in-country capacity for drug research. INBio also agreed to contribute 10% of its up-front payment from Merck and 50% of any royalties it may eventually receive to Costa Rica's National Park Fund.” (Bioprospecting/Biopiracy And Indigenous Peoples <http://www.latinsynergy.org/bioprospecting.htm> em julho de 2001)

Consideremos que a FF (a principal) é neutra ao risco e sua função objetivo pode ser representada como  $V[x(e) - w(x)]$ , onde  $x(e)$  é o resultado em valores monetários da bioprospecção.

O PB obtém as amostras identificadas exercendo um esforço que tem um custo, representado pela função  $v(e)$ , e recebe uma quantia  $w(x)$  que depende do resultado final,  $x$ . A função objetivo de PB é:  $U(w, e) = u(w) - v(e)$ , onde  $u' > 0$ ,  $u'' \leq 0$ ,  $v' > 0$ ,  $v'' \geq 0$ . A utilidade de reserva  $\underline{U}$  indica o uso das florestas para outros fins como o desmatamento para venda de madeira e/ou agricultura, pastagem, etc.

Vamos supor que o principal deseja incentivar através deste contrato um nível de esforço ( $e$ ) que seja compatível com a exploração sustentável da biodiversidade, devido ao seu já mencionado interesse de longo prazo na bioprospecção.

O contrato visa maximizar os lucros da FF sujeito às já conhecidas condições de participação e de incentivo.

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{[e, \{w(x_i)\}_{i=1, \dots, n}]} \sum_{i=1}^n p_i(e) V(x_i - w(x_i)) \\ \text{s.a. } & \sum_{i=1}^n p_i(e) u(w(x_i)) - v(e) \geq \underline{U} \quad (\text{b}) \\ & e \in \arg \text{Max}_e \left\{ \sum_{i=1}^n p_i(\hat{e}) u(w(x_i)) - v(\hat{e}) \right\} \quad (\text{a}) \end{aligned}$$

### III.2 – Modelo Básico x Moral Hazard

Com o objetivo de comparação com a solução do problema de maximização acima, consideremos a solução para o desenho de contrato ótimo para o caso de informação simétrica (esforço observável) ou para o caso de que fosse possível para o agente especificar ou forçar determinado esforço no contrato.

Do resultado encontrado na teoria (ver Kreps, 1990, págs.169 a 174) uma vez que o agente é avesso ao risco e o principal é neutro, o meio mais barato de garantir ao agente um nível de utilidade dado é através de um pagamento fixo. Desta maneira, o principal que é “mais propenso” ao risco do que o agente, ou seja, a sua utilidade esperada sobre a incerteza (o resultado) é maior, arca com o risco do contrato.

Sendo mais formal, este resultado é obtido através da solução do problema:

$$\text{Max}_{[e, \{w(x_i)\}_{i=1, \dots, n}]} \sum_{i=1}^n p_i(e) V(x_i - w(x_i))$$

$$\text{s.a. } \sum_{i=1}^n p_i(e)u(w(x_i)) - v(e) \geq \underline{U}$$

Este é o mesmo problema do *moral hazard* sem a restrição de incentivo. Ela não é necessária porque o contrato, por hipótese, pode especificar o nível de esforço a ser empregado.

Visto que o problema se diferencia do de informação assimétrica por uma restrição a menos, é claro que o pagamento feito ao agente será menor para todo nível de esforço do que o pagamento feito sob assimetria de informação.

Para o principal, o contrato realizado sob simetria de informação é melhor e mais barato, como também é o nível de esforço que se deriva dele (*first best contract and level of effort*).

Assim, sob simetria de informação o PB receberia um pagamento fixo pela bioprospecção em sua área. Entretanto, como dito acima, este é menor do que o pagamento feito ao agente sob assimetria de informação. Neste caso, para incentivá-lo, o contrato o expõe a certo risco recompensando-o no caso de um resultado que é mais provável de ocorrer (não esqueçamos do componente aleatório do resultado) se ele dedica mais de seu esforço.

### III.3 – Contrato ótimo para Bioprospecção com *moral hazard*

Nos voltemos agora para a resolução do contrato ótimo sob informação assimétrica.

Seja  $I$  o multiplicador da condição de participação (b) e  $m$  o multiplicador para a restrição de incentivo (a). Podemos reescrever as condições de primeira ordem como:

$$\frac{1}{u'(w(x_i))} = I + m \left[ 1 - \frac{p_i^L}{p_i^H} \right] \text{ para todo } i=1, \dots, n. \quad (\text{c})$$

onde  $p_i^L$  é a probabilidade de que o resultado seja  $x_i$  quando o agente oferta baixo (*low*) nível de esforço e  $p_i^H$  para alto (*high*) nível de esforço, e  $u'$  é a primeira derivada de  $u$  em relação à  $w(x_i)$ .

(A manipulação algébrica pode ser encontrada em Macho-Stadler, I.; Pérez-Castrillo, D., 1997, pp. 41 a 46).

Esta equação dá uma explicação clara e intuitiva do contrato sob estas restrições ((a) e (b)). Recordemos que os multiplicadores devem ser todos não negativos e que  $m$  deve ser diferente de zero. Se  $m$  é igual a zero, voltamos para o caso onde não há restrição de incentivo e  $w(x_i)$  é constante. Como  $\mu > 0$ , o pagamento do agente varia de

acordo com o resultado obtido. Note que, devido à aversão ao risco do agente,  $u$  é côncava e  $u'$  é decrescente.

Com a equação (c) acima e estas observações preliminares, chegamos as seguintes conclusões:

(i) O agente recebe um pagamento “base” (medido em utilidade) dado pela equação

$$\frac{1}{u'(w(x_i))} = I \quad \text{ou} \quad u'(w(x_i)) = 1/I. \text{ Esta é a equação da condição de primeira ordem para}$$

quando não há restrição de incentivo. (Kreps, 1990, pg. 592)

(ii) Mas quando  $\mu > 0$ , isto é, existe a condição de restrição, o pagamento varia de acordo com o resultado obtido. A razão  $p_i^L/p_i^H$  é conhecida como razão da probabilidade e indica a precisão que o resultado  $x_i$  sinaliza que o nível de esforço foi alto ( $e^H$ ). Quanto menor o quociente de probabilidade, maior é  $p_i^H$  em relação a  $p_i^L$ , e assim mais forte é o sinal de que o nível de esforço usado foi  $e^H$ .

Desta maneira, o pagamento deve ser maior se queremos que o esforço seja mais alto seja o exercido.

Da equação (c) podemos obter:

$$u'(w(x_i)) = \frac{1}{I + m \left[ 1 - \frac{p_i^L}{p_i^H} \right]}$$

Que pode ser reformulado para encontrarmos:

$$w(x_i) = (u')^{-1} \left( \frac{1}{I + m \left[ 1 - \frac{p_i^L}{p_i^H} \right]} \right)$$

Nesta última equação é fácil ver que para aqueles resultados  $x_i$  tais que  $p_i^L = p_i^H$ , que é semelhante ao caso de informação simétrica,  $w(x_i) = (u')(1/I) = \underline{w}$ . Tomamos esse valor ( $\underline{w}$  fixo) como referência. Para o  $x_i$  tal que  $p_i^L/p_i^H > 1$ , temos que  $w(x_i) < \underline{w}$  (lembre-se que  $u'$  é decrescente). Para esse resultado  $x_i$  é mais provável que o agente tenha exercido pouco esforço ( $p_i^L > p_i^H$ ), logo o salário que ele vai ganhar é menor. E para o resultado  $x_i$  tal que  $p_i^L/p_i^H < 1$  (que indica que é mais provável que o esforço tenha sido alto), temos  $w(x_i) > \underline{w}$ .

É importante perceber que o principal não realiza qualquer tipo de inferência estatística uma vez que é ele quem efetivamente escolhe o esforço do agente quando resolve o problema de maximização sujeito às restrições (a) e (b). Logo, a FF saberá

com certeza como o agente irá se comportar (e escolhe o nível de esforço de bioprospecção ambientalmente sustentável<sup>8</sup>).

Se o pagamento do agente depende do resultado é porque esta é a única maneira de influenciar seu esforço, não porque o esforço escolhido depois da assinatura do contrato é imprevisível.

#### IV - Conclusão

Para que um modelo de um fenômeno tão complexo quanto à prospecção da biodiversidade seja manejável, devemos fazer algumas hipóteses simplificadoras. O modelo que empregamos neste estudo é simples e talvez distante da realidade, mas acreditamos que represente alguns pontos importantes para a análise e capaz de conclusões que daremos a seguir.

A existência de *moral hazard* representa um custo para o principal. O lucro deste é estritamente maior quando a informação sobre o esforço (de bioprospecção por parte do agente) é simétrica do que quando ele lida com uma situação de *moral hazard*.

Deste modo, o principal - a indústria farmacêutica e demais investidores privados interessados na biodiversidade - é confrontado com imperfeições de mercado e assimetria de informação que o desestimula a investir tanto quanto desejaria em projetos que poderiam ajudar a conservar a biodiversidade.

Em situações de assimetria de informação os contratos são necessários para a realização do acordo, apesar de muitas vezes serem meios imperfeitos de comprometer uma parte a agir da maneira como a outra deseja. Os problemas que originam estes complexos contratos (como o *moral hazard*) não surgiriam se o mesmo participante fosse responsável por todos os estágios da comercialização dos recursos genéticos. (Simpson e Sedjo, 1999, p.185)

Uma idéia seria incluir nos termos do contrato uma cláusula de transferência dessa tecnologia como forma de pagamento entre FF e PB. O contrato firmado pela Merck e a Inbio prevê assistência técnica e treinamento para que o país possa estabelecer a sua capacidade para a pesquisa de novas drogas. O artigo 16 da CDB

---

<sup>8</sup> Segundo Simpson e Sedjo (1999), no desenvolvimento de medicamentos, por exemplo, os testes iniciais dos extratos químicos podem exigir alguns quilos de amostras. Se os testes se mostram positivos, centenas de quilos de materiais podem ser exigidos para a nova rodada de testes. Mesmo que as drogas sejam produzidas a partir de organismos cultivados em fazendas fora de seu habitat original, ou sejam

institui acesso e transferência desta tecnologia. De modo geral esse tipo de transferência vem encontrando resistência principalmente dos EUA.

Devido à dificuldade da transferência de tecnologia alguns países podem se interessar pela integração vertical parcial adquirindo a capacidade de realizar domesticamente algumas atividades mais básicas. Se aos poucos crescesse na sociedade nacional a percepção do potencial econômico deste recurso que o país detém, as universidades, centros de pesquisa e agências nacionais poderiam seguir desenvolvendo uma tecnologia própria baseada nos conhecimentos tradicionais.

Existem algumas razões pela qual o país deve se envolver no processo de comercialização, uma delas é diminuir o custo de monitorar a performance da firma. Apesar da FF ter um incentivo para descobrir extratos químicos de valor produzidos pelas amostras do PB, ele não necessariamente tem um incentivo para ser honesto sobre os lucros da venda desses extratos. O PB pode ser forçado a monitorar a FF para assegurar que receba sua participação justa desses lucros. Mas se o PB sabe que aquele recurso que ele vendeu é um antibiótico promissor, ele pode monitorar somente as vendas de antibióticos e não todas as vendas da FF. Assim, conduzindo pesquisas e testes, o PB pode reduzir os custos de se assegurar que não está sendo enganado no pagamento dos *royalties*. (Simpson e Sedjo, 1999, p. 185)

Outra razão para o PB desejar realizar algumas atividades de comercialização por si próprio é para aumentar o seu poder de barganha. Conhecendo melhor o produto que está vendendo e seu valor, o PB poderá oferecê-lo para diferentes FF's e realizar melhores negócios através da concorrência criada.

Seja como for, conservar a biodiversidade deve ser encarado como uma questão maior do que mercados e informação. Devemos ter sempre em mente que conservar a biodiversidade é conservar a vida.

## Bibliografia

Arnt, R.. “O Negócio do Verde”. *Revista Exame*. Ano XXXV, nº9, maio de 2001, pp. 53 a 64.

Biodiversity Prospecting: Using Genetic Resources for Sustainable Development. Disponível em: <http://www.wri.org/biodiv/bp-home.html>. Acesso em: Julho de 2001.

Bioprospecting/Biopiracy And Indigenous Peoples.

Disponível em: <http://www.latinsynergy.org/bioprospecting.htm>. Acesso em: Julho de 2001.

“Convenção da Biodiversidade”. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, *Entendendo o Meio Ambiente*, Vol.2, São Paulo, SMA, 1997.

Kreps, David M.. *A Course in Microeconomic Theory*. New Jersey, Princeton University Press, 1990.

Gebhardt, M.. “Sustainable use of biodiversity by the pharmaceutical industry?”. *Int. J. Sustainable Development*, Vol. 1, No. 1, 1998, pp. 63 a 72.

Homma, A. “Patrimônio Genético da Amazônia, Como Proteger da Biopirataria?”. In: Anais do Seminário Internacional sobre Biodiversidade e Transgênicos.” Senado Federal, Brasília, 1999.

Macho-Stadler, I.; Pérez-Castrillo, D.. *An Introduction to the Economics of Information, Incentives and Contracts*. New York, Oxford University Press, 1997.

Merck-Inbio Plant Agreement. Disponível em: <http://www.american.edu/ted/merck.htm>. Acesso em: Julho de 2001

Pearce, D.; Moran, D. *The Economic Value of Biodiversity*. London, Earthscan Publications Ltd, 1994.

Sedjo, R.. “Preserving Biodiversity as a Resource”. In: The RFF Reader in Environmental and Resource Management. Resources for the Future. Washington D.C., Wallace E. Oates, January 1999.

Disponível em: [http://www.rff.org/books/descriptions/rff\\_reader.htm](http://www.rff.org/books/descriptions/rff_reader.htm). Acesso em: Julho de 2001.

Seroa da Motta, R.. *The Economics of Biodiversity in Brazil: The Case of Forest Conversion*. Texto para discussão nº 433. Rio de Janeiro, IPEA, 1996.

Simpson R..”Biodiversity Prospecting: Shopping the Wilds is not the key to conservation”.

Disponível em: [http://www.rff.org/resources\\_articles/files/biodprospect.htm](http://www.rff.org/resources_articles/files/biodprospect.htm). Acesso em: Julho de 2001.

Simpson, R.; Sedjo, R.. “Contracts for Transferring Rights to Indigenous Genetic Resources” In: The RFF Reader in Environmental and Resource Management. Resources for the Future. Washington D.C., Wallace E. Oates, January 1999.



Disponível em: [http://www.rff.org/books/descriptions/rff\\_reader.htm](http://www.rff.org/books/descriptions/rff_reader.htm). Acesso em: Julho de 2001.

Site do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: Julho de 2001.

Veiga, J.. “Biodiversidade e Dinamismo Econômico”. In: III Encontro da Economia-Economia. Recife, Novembro de 1999.