

MECANISMO DE INCENTIVOS AO MANEJO FLORESTAL NO SEMI-ÁRIDO: UMA ANÁLISE PELA ABORDAGEM PRINCIPAL-AGENTE

Cassandro Maria da Veiga Mendes
Mestrando em Economia, PPGE/ UFPB
cassandromendes@hotmail.com

Luciano M. B. Sampaio
Professor Adjunto de Economia, Dept. de Economia/PPGE, UFPB
luciano.sampaio@pq.cnpq.br

Paulo Amilton Maia Leite Filho
Professor Adjunto de Economia, Dept. de Economia/PPGE, UFPB
pmaiaf@uol.com.br

Resumo

No Brasil, principalmente no Nordeste, a área constituída pela caatinga é importante pelas extensão e biodiversidade e conseqüentemente como fonte de renda para as famílias. O uso sustentável dos recursos florestais, entre eles, o da madeira extraída da caatinga para a produção de carvão vegetal é uma preocupação mundial. Recentemente, o Ibama passou a questionar a isenção, que havia concedido, de taxa de vistoria aos produtores de carvão que realizam manejo florestal. O modelo principal-agente foi usado para obtenção de um esquema ótimo de incentivo do Ibama para os produtores de forma a garantir a preservação da caatinga. Os resultados mostraram que a probabilidade de um agente cometer o crime (do produtor desmatar além do limite estabelecido no plano de manejo): independe do valor da penalização estipulado pelo principal; é uma função inversa dos incentivos pagos pelo principal (Ibama); é uma função inversa dos custos pagos (taxas) quando se desmata mais que o limite estabelecido; é uma função direta do estado “sorte” da natureza, ou seja, da possibilidade de renda em outras atividades. Assim, constatou-se que o esquema baseado em bônus e penalizações parece ser apropriado para a preservação da caatinga, não se justificando o retorno da cobrança da taxa de vistoria do Ibama aos pequenos produtores de carvão com manejo da região.

Palavras chave: Principal-agente. Preservação ambiental. Ibama. Produtores de carvão.

Abstract

In Brazil, mainly in the Northeast, the area of caatinga is important due to its extension and for its biodiversity and consequently as source of income for the families. There are many projects that analyses the problematic of the use of the extracted wood of caatinga for the production of vegetal coal and it's unanimous the concern of the sustainable use of this forest resource. Recently, the Ibama started to question the exemption, that he had granted, of the tax of inspection to the coal producers that carry through forest handling. The Principal-Agent model was used for attainment an optimal incentive contract of the Ibama for coal producers to guarantee the preservation of caatinga forest. The results had shown that the probability of an agent to commit the crime is independent of the value of the fine stipulated for the Principal; the probability that the agent commit the crime is an inverse function of the paid incentives for the principal; the probability that the agent commit the crime is an inverse function of the paid costs when the agent deforests more than the established limit; the probability that the agent commit the crime is a direct function of the state of "luck" determined by the nature. Thus, there are evidences that the project, based on the bond and fines, seems to be appropriate for the preservation of the caatinga forest. So, the return of the Ibama's tax of inspection to the small producers of coal in the region is not justified.

Key-words: principal-agent. Environment preservation. Ibama. Coal produces.

JEL Classification: Q10, D82, Q23.

Indicação da Área: Economia Agrícola e do Meio Ambiente (Área 10)

Mecanismo de incentivos ao manejo florestal no semi-árido: uma análise pela abordagem principal-agente

1. Introdução

O desmatamento é um problema ambiental de destaque para países com grandes áreas de florestas tropicais como é o caso da Tailândia, Indonésia e Brasil. Dentre os tipos de floresta tropical, a caatinga localiza-se em regiões de baixo índice pluviométrico e distribuição irregular das chuvas o que faz com que a vegetação tenha crescimento também disperso ao longo do ano, com maiores taxas no período chuvoso (ARAUJO ET AL., 1995).

No Brasil, principalmente no Nordeste, a área constituída pela caatinga é muito importante, não somente devido a sua extensão (corresponde a aproximadamente 58% da área da região Nordeste, ou seja, cerca de 900.000 km², segundo, Ferraz et al., 2003), como pela sua biodiversidade e conseqüentemente como fonte de renda para as famílias. No Nordeste, centenas de milhares de hectares são devastadas para a produção de lenha e para a produção agrícola e como o processo de devastação é descontrolado, ainda provoca incêndios e o posterior total abandono das áreas, dificultando assim, o poder de regeneração dos solos (SALCEDO ET AL., 1997).

A agricultura e a pecuária têm sido as maiores responsáveis pela destruição da caatinga no Nordeste. A razão para tal propósito é a dificuldade econômica vivida no semi-árido nordestino, promovendo assim cortes nas zonas proibidas e uso de métodos danificadores do solo. A principal razão para o desmatamento da caatinga é sua baixa produtividade econômica, fator também apontado como um dos principais causadores do desmatamento da floresta Amazônica (CLEMENT, 2006).

O processo de valorização da caatinga exige a demonstração às populações das possibilidades de ganhos econômicos com a mesma e da sua importância para a subsistência das famílias no longo prazo. Assim, a preservação da caatinga na região Nordeste e no semi-árido, em geral, além de sua importância ambiental, garante um estoque energético que pode ser usado pelas gerações futuras para gerar renda familiar, muitas vezes garantindo a subsistência.

A utilização dos recursos florestais da caatinga se acentua ano após ano, com uma significativa redução da cobertura vegetal nativa por causa da abertura de novos campos de cultivo e implantação de pastagens. Por outro lado, a demanda elevada de produtos florestais (madeira para a fabricação de carvão, a venda de lenha, a extração de materiais para cercas) indica a necessidade de se estudar e desenvolver propostas de uso sustentado, com planos de manejo, da vegetação de caatinga.

Em alguns projetos desenvolvidos por Organizações Não Governamentais em parceria com o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (Ibama), trata-se da problemática do uso da madeira extraída da caatinga para a produção de carvão vegetal, sendo uma preocupação unânime o uso sustentável desse recurso florestal. O Ibama e a organização não governamental Associação Plantas Nordeste (APNE) desenvolveram um projeto para avaliar as possibilidades econômicas do uso racional da caatinga, sobretudo a exploração da vegetação com emprego de manejo florestal. Além das possibilidades econômicas, a APNE tem trabalhado na conscientização das populações locais para uma melhor utilização destes recursos e ainda intermediou um acordo com o Ibama para isenção de taxas de vistoria, cobradas por este aos pequenos produtores que se envolvessem no projeto de manejo (SAMPAIO ET AL., 2006).

Contudo após o primeiro ano do projeto, o Ibama questionou a isenção da cobrança da taxa de vistoria aos produtores do projeto de exploração da caatinga com manejo e mostra-se hesitante quanto a sua permanência. As associações não governamentais e os produtores alegam que a volta da cobrança desta taxa compromete a viabilidade da atividade e incentiva o desmatamento ilegal.

Assim, o presente trabalho analisa o esquema ótimo de incentivos aos produtores baseado na concessão de um bônus, o qual pode ser interpretado como uma isenção ou redução na taxa de vistoria. Ou seja, analisa-se neste trabalho o sistema de isenção empregado inicialmente pelo Ibama aos pequenos produtores incluídos em programas manejo florestal, na região de caatinga do semi-árido de Pernambuco. Como objetivo específico, procura-se identificar os comportamentos ótimos do Ibama e dos produtores diante desta situação “contratual”. Por exemplo, para o Ibama, investiga-se qual a melhor política (incentivos e punições) que garanta a prevenção da caatinga, considerando que o produtor escolhe suas estratégias dadas a regulamentação do Ibama e a obtenção de renda com a exploração da vegetação.

Para tanto, foi utilizado o modelo do principal-agente com assimetria de informação o que permite, através da identificação do equilíbrio de Nash perfeito Bayesiano, identificar, teoricamente, as probabilidades de um produtor (agente), após requerer um bônus, não respeitar o esquema traçado pelo Ibama e desmatar além do permitido no plano de manejo. Do lado do Ibama (o principal), é possível estabelecer uma probabilidade, também teórica, que compense a realização de uma fiscalização sobre a área de caatinga de um produtor de carvão.

O trabalho, além desta introdução, está estruturado como segue: a seção 2 descreve brevemente o projeto de manejo da região e a sustentabilidade da produção de carvão para os pequenos produtores participantes do mesmo; a seção 3 apresenta a metodologia - o modelo principal-agente e sua adaptação para o caso em estudo; a seção 4 apresenta os resultados e discussões; e a seção 5, as conclusões.

2. Sustentabilidade e regulamentação da produção de carvão no semi-árido pernambucano

Em colaboração com a APNE, o programa nacional de floresta tem desenvolvido no interior de Pernambuco, desde de 2002, projetos com o objetivo principal de preservar a área de caatinga no estado. A APNE desenvolveu um estudo, em 2006, para verificar a sustentabilidade de seu projeto de manejo na caatinga, o qual abrangia pequenos produtores de carvão em três municípios (Custódia; Sertânia e Betânia) da região de Moxotó-PE. O objetivo geral do estudo foi analisar a viabilidade econômica do manejo na caatinga do Sertão do Moxotó, definindo estratégias de ação para os pequenos e médios produtores que garantam sua sustentabilidade. Dentre os objetivos específicos, pertinentes para este trabalho, destacaram-se: quantificar a demanda de energéticos florestais (carvão e lenha) nos setores domiciliar, industrial e comercial da região; estimar os custos, receitas e conseqüentemente o lucro dos produtores do Projeto Piloto com a atividade; e simular o efeito sobre a viabilidade econômica dos produtores de possíveis mudanças no ambiente (como a volta da cobrança de taxa pelo IBAMA, o pagamento pelo plano de manejo, etc); e propor possíveis soluções para a comercialização com o intuito de aumentar receita dos produtos de recursos florestais da caatinga, incluindo possíveis mercados não explorados; comercialização via associação (cooperativas).

Os resultados do estudo da APNE indicaram que os maiores demandantes de carvão e lenha são as famílias e as empresas industriais. Para o consumo familiar, verificou-se que o carvão é o principal energético utilizado, representando cerca de 62% do consumo nas zonas urbanas e 65% nas zonas rurais. Para as indústrias da região, o elemento energético mais utilizado é a lenha.

Sobre a lucratividade dos produtores de carvão que realizam manejo florestal, mostrou-se que ela torna-se bastante reduzida caso o Ibama volte a cobrar taxas de vistoria. Com a reintrodução das taxas do Ibama (mesmo que os pequenos produtores não paguem pelo manejo florestal) os lucros contábeis seriam negativos, de forma que impossibilitaria a produção para o mercado local, dado os preços praticados. Assim, um dos incentivos criados com a taxa é o desmatamento de áreas protegidas, para a produção ilegal de carvão. Estes resultados consideraram que o manejo florestal (obrigado por lei, caso haja exploração corte da vegetação) é de R\$ 1998,00 para áreas inferiores a 50 hectares e que a taxa de vistoria do Ibama corresponde a R\$ 250,00 para áreas menores de 250 hectares.¹

A principal questão para a inviabilidade da produção é a taxa de vistoria do Ibama, uma vez que o Plano de Manejo pode ser financiado a taxas de juros muito baixas, pelo Governo Federal, através do Pronaf.

A forma de combate à ilegalidade do Ibama, instituída por lei, associa os tipos de crimes ambientais e penalizações para os mesmos. A Tabela 1 apresenta o resumo de algumas destas penalizações para os crimes florestais.

Tabela 1 - Multas para Infrações para Crimes Ambientais

Tipos de Crimes	Penalizações (Multas)
Destruir floresta considerada de preservação permanente	R\$ 1.500.00 a R\$ 50.000.00/ hectare
Destruir árvores em florestas, consideradas de preservação permanente	R\$ 1.500.00 a 5.000.00/ m ³
Provocar incêndios em matas ou florestas	R\$ 1.500.00/ hectare
Cortar ou transformar em carvão a madeira de lei, assim classificada em ato do poder público, para vários fins	R\$ 500.00/ m ³

Fonte: a partir de IBAMA (2005).

È importante destacar que a principal função do Ibama (tido como o Principal na análise que segue) é a preservação do meio-ambiente. Também se ressalta que a lei brasileira de desmatamento é a mesma independente da região, do tipo de floresta, e do agente que está infringindo a lei, seja este uma empresa exploradora de madeira na região Norte ou uma família produtora de carvão no Nordeste. Enfim, o desmatamento tem aumentado em todo o país, o que talvez mostre a inadequação da lei independente da região, mas o presente trabalho analisa apenas o caso da caatinga nordestina.

3. O Modelo do Principal Agente

No modelo principal-agente existe um proprietário (principal) e um contratado (o agente). Devido à existência da assimetria de informações, as ações do agente ou

¹ O Anexo 1 apresenta as taxas cobradas pelo Ibama para vistorias que variam de acordo com a área de produção. Os valores estão estipulados pela Lei N° 9.960, de 28 de janeiro de 2000.

informações sobre ele, não podem ser, parcial ou totalmente, observadas. Uma característica destes modelos é a presença de informação imperfeita (ARNOTT E STIGLITZ, 1988; LAFFONT E MARTIMORT, 2002; BOLTON E DEWATRIPONT, 2005).

Considerando um caso simples de contrato entre um empregador (Principal) e um trabalhador (Agente), o principal pode contratar um agente mediante o pagamento de salário (w), tal que este salário deve ser maior ou igual a utilidade reserva do agente, ou seja, $w \geq \bar{u}$ (MAS-COLLEL ET AL., 1995). Para salários menores que sua utilidade reserva, o agente não aceita o contrato (LAFFONT E MARTIMORT, 2002).

Supondo, inicialmente, que o esforço do Agente (e) é observado, sendo este um vetor com possíveis níveis de esforço $e \in \square^i$, para qualquer i . Para simplificar, supõe-se que existem apenas dois valores para e : $e \in [\underline{e}, \bar{e}]$ ou $e \in [e_b, e_a]$, onde e_b representa baixo esforço, enquanto e_a representa alto esforço.²

Outra suposição do modelo é a existência de uma interligação entre o lucro obtido pelo Principal e o tipo de esforço escolhido pelo agente. Assim, $\pi = \theta(e)$, onde $\pi \in [\underline{\pi}, \bar{\pi}]$ e $\theta_e > 0$, com o lucro sendo influenciado pelo esforço do agente, mas esta relação não é perfeitamente proporcional. Supõe-se também que o lucro é relacionado com o esforço segundo uma função de densidade de probabilidade condicionada, dada por $f(\pi/e)$, onde $f(\pi/e) > 0$ para todo $e \in [\underline{e}, \bar{e}]$ e todo $\pi \in [\underline{\pi}, \bar{\pi}]$.

Nota-se, pelo que foi dito anteriormente, que:

$$\int \pi f(\pi / e_a) d\pi > \int \pi f(\pi / e_b) d\pi$$

(1)

Assim, a esperança matemática do lucro para o principal é maior quando o esforço do agente é alto. De forma que é proveitoso saber, dada a função da densidade de probabilidade, se a desigualdade (1) se verifica. Caso contrário, o principal não se interessa em oferecer um contrato para incentivar maior esforço por parte do agente.

O agente age maximizando sua utilidade a qual é representada por uma função de utilidade de Bernoulli, $u(w, e)$, onde, $u_w(w, e) > 0$, $u_{ww}(w, e) \leq 0$ e $u_e(w, e) < 0$, de forma que, para um dado salário (w):

$$u(w, e_a) < u(w, e_b)$$

(2)

As relações 1 e 2 expressam um confronto de interesses entre o agente e o principal. Enquanto o agente quer fazer o menor esforço possível, o principal deseja que este esforço seja o mais alto.

Supondo ainda que a utilidade do agente é dada por:

$$u(w, e) = v(w) - g(e)$$

(3)

² O modelo básico apresentado na introdução desta seção é baseado em Mas-Colell et al. (1995).

onde: $v_w > 0$ e $v_{ww} \leq 0$ e $g(e_b) < g(e_a)$, ou seja, quanto maior for o esforço menor é a utilidade do agente.

Na seção seguinte introduz-se o modelo que representa o Ibama como Principal (e regulador) cuja função é desenhar um mecanismo de incentivo que garanta a preservação das reservas florestais brasileiras, no caso, que garanta a preservação da caatinga nordestina. O agente é uma família típica produtora de carvão da região do semi-árido pernambucano que explora a vegetação para obter renda.

3.1 Modelo principal-agente para produtores de carvão e Ibama³

Para adequação do modelo de Boyer ao problema do desmatamento foram consideradas as seguintes suposições. O governo (ou as organizações governamentais, no caso o Ibama) é o Principal que procura induzir o agente (a família produtora de carvão) a tomar certa ação; o mecanismo de incentivo proposto pelo Principal (Ibama) funciona através de um bônus concedido ao agente, por exemplo, um desconto da taxa de vistoria; a receita total do Ibama assim é determinada por $(\tau + v) = p$, onde τ é a taxa de vistoria cobrada pelo Ibama e v são os recursos do governo federal transferidos ao Ibama; o agente tem consciência de que os ganhos do desmatamento ilegal são limitados e de curto prazo, enquanto o bônus proposto pelo Ibama é de longo prazo; o agente é Averso ao risco e, portanto sua função de utilidade é do tipo Von Neumann-

Morgenstein, onde: $u'(\cdot) > 0, u''(\cdot) < 0$; para simplificar, supõe-se dois estados da natureza: sorte ou azar. O estado “sorte” é caracterizado pela não ocorrência de incêndios ou não necessidade de desmatamento além do limite permitido pelo Ibama dada a disponibilidade de outras fontes de renda (este estado ocorre com probabilidade π); o estado “azar” corresponde a uma necessidade de desmatamento além do limite, (e tem probabilidade de ocorrência de $1-\pi$), dadas condições adversas, como ocorrência de incêndios ou baixos ganhos com outras atividades; o limite do desmatamento é definido pelo Ibama e este limite corresponde ao extremo superior do intervalo: $L \in (l_*, l^*)$; para níveis de desmatamento abaixo do limite, ou seja, se $l_* \leq L \leq l^*$ ou $0 \leq L \leq l^*$ (para o caso mais simples, supondo $l_* = 0$), o Ibama pode promover um bônus (ϑ) para os produtores, o qual pode ser um relatório positivo sobre o produtor, que pode implicar em um desconto na taxa de vistoria ou ainda em uma facilidade de obter um empréstimo à um custo menor que o de mercado ou uma transferência direta de renda. Para simplificar, assume-se que o bônus é uma fração da

receita do Ibama, ou seja, é dado por $\vartheta = \delta p$, com: $\delta \in (0,1)$. Assim, supõe-se que

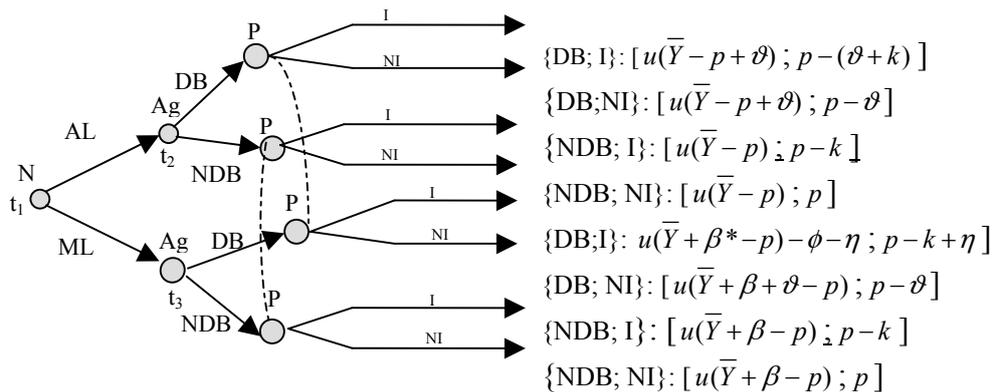
$\vartheta > 0$, de forma que para os produtores, $u'(\vartheta) > 0$; supõe-se, como de costume se faz nas aplicações principal-agente, que o lucro do principal é igual a zero; as possíveis ações do agente são: requerer o bônus ou não. E as possíveis ações do principal são investigar o agente ou não, ou seja, realizar fiscalização de sua área ou não; o bônus apenas deve ser requerido pelo agente que não ultrapassou o limite máximo de desmatamento, no entanto, considerando que há dois tipos de agentes – os que respeitam os limites e os que não o fazem - é impossível, a primeira vista, verificar

³ A modelagem apresentada nesta seção baseia-se nos trabalhos de Boyer (2000, 2001) e Boyer e Léger (2001), os quais analisam respectivamente, o mercado de trabalho, de seguros e de inflação.

quem é quem. Assim, trata-se de jogos com assimetria de informações; caso o agente seja pego burlando o sistema de bônus, ou seja, pede o bônus quando está desmatando mais que o limite superior, ele é penalizado. Supõe-se que quando o agente não respeita o limite imposto e é investigado ele é pego e neste caso, sofre dois custos, um por ter desmatado além do limite e outro por ter pedido do bônus. O primeiro custo é dado por η e o segundo custo é dado por ϕ . Neste caso o custo pago pelo agente por ter desmatado mais de que o limite é incorporado aos recursos do principal. Supõe-se que $\eta \in (0, \beta]$; para o principal a decisão de investigar, ou fiscalizar um agente, resulta certo custo irre recuperável, dado por: $k > 0$.

A Figura 1 apresenta o jogo com informação assimétrica, baseado nas suposições feitas. A natureza é representada por N e seus dois estados possíveis são: sorte - desmatamento até o limite permitido pelo Ibama (AL); e azar - desmatamento além do limite imposto (ML). O produtor pode demandar o bônus (DB) ao Ibama ou não (NDB). O Principal (o Ibama) tem as seguintes ações disponíveis: investigar o produtor (I), ou não investigar o produtor (NI).

Figura 1 - Apresentação do Jogo entre o produtor de Carvão e o Ibama



Fonte: elaboração dos autores.

O Jogo começa com a natureza. Ela “joga” desmatamento controlado (estado de sorte), AL, ou desmatamento além do limite (estado de azar), ML. Esta informação é privada para o agente. Depois de conhecer o estado da natureza resultante o agente

escolhe se vai demandar o bônus ou não. O principal, o Ibama, depois de observar as ações do agente, mas sem conhecer o estado da natureza (e por isso as linhas tracejadas da Figura 1), pode, num terceiro momento, investigar ou não o produtor que demandou o bônus. Os possíveis resultados do jogo estão resumidos na Tabela 2.

Nota-se que neste jogo, pode-se obter o equilíbrio perfeito Bayesiano (dado que se trata de um jogo seqüencial onde rege a informação imperfeita sobre os estados da natureza e da incerteza do principal em relação às ações do Agente).

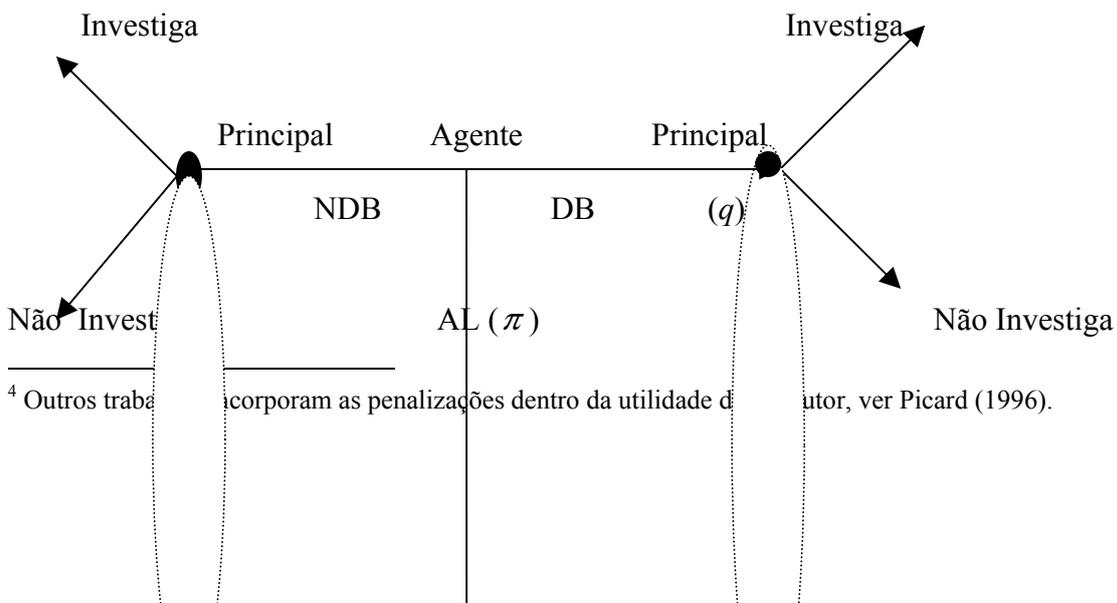
Tabela 2- Resumo do Espaço Amostral dos Pares de Ações do Principal e do Agente, dados os dois possíveis estados da natureza.

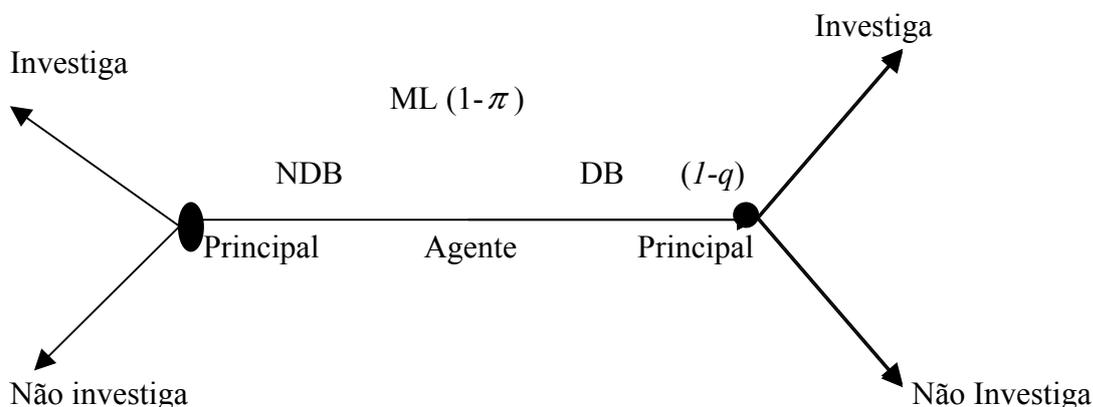
Estado da Natureza	Ação do produtor	Ação do Ibama	Payoff para o produtor ⁴	Payoff para o Ibama
ML	DB (dem. bônus)	I (Investigar)	$u(\bar{Y} + \beta^* - p) - \phi - \eta$	$p - k + \eta$
ML	NDB (não dem. bônus)	NI (não invest.)	$u(\bar{Y} + \beta - p)$	p
ML	DB	NI	$u(\bar{Y} + \beta + \vartheta - p)$	$p - \vartheta$
<u>ML</u>	<u>NDB</u>	<u>I</u>	<u>$u(\bar{Y} + \beta - p - \eta)$</u>	<u>$p - k + \eta$</u>
AL	DB	I	$u(\bar{Y} - p + \vartheta)$	$p - (\vartheta + k)$
<u>AL</u>	<u>NDB</u>	<u>NI</u>	<u>$u(\bar{Y} - p)$</u>	<u>p</u>
AL	DB	NI	$u(\bar{Y} - p + \vartheta)$	$p - \vartheta$
<u>AL</u>	<u>NDB</u>	<u>I</u>	<u>$u(\bar{Y} - p)$</u>	<u>$p - k$</u>

Obs: As variáveis não definidas nas suposições acima são: β que representa os ganhos com o desmatamento além do limite e \bar{Y} representa a renda da família que independe da produção do carvão.

No entanto, neste espaço amostral, tem-se que algumas ações, aquelas sublinhadas na Tabela 2, nunca seriam tomadas pelo agente ou pelo principal, dadas as suposições feitas anteriormente. O equilíbrio é encontrado em estratégias mistas, na medida em que, quando o agente não pede o bônus, o principal pode, apenas de forma aleatória, escolher em investigar (com uma probabilidade ψ) ou não (com uma probabilidade $1 - \psi$) o agente. O agente que desmatou mais que o limite pode demandar (com uma probabilidade α) ou não o bônus ao principal. O problema da Figura 1 é rerepresentado na Figura 2, incluindo as probabilidades representantes da crença do principal.

Figura 2 – Jogo entre o produtor e o Ibama, considerando as probabilidades discutidas





Dado que é considerado crime o requerimento do bônus quando o desmatamento é maior que o proposto pelo Ibama, pode-se calcular a probabilidade de um agente recorrer a um bônus dado que ele não respeitou o limite imposto, ou seja, calcular a probabilidade α .

Como o principal joga após o agente, ele não sabe em que nó se encontra, mas ele pode ter uma crença com relação às opções do agente (RASMUSEN, 1996). A probabilidade q representa a crença do principal de que o agente não ultrapassa o limite de desmatamento com manejo, ou seja, que agente pede o bônus dado que a natureza jogou AL (na Figura 2, corresponde a crença do Principal de estar no nó superior do lado direito quando vai escolher sua ação). A regra de Bayes define que a probabilidade do principal acreditar que está neste nó (direito superior) é dada por:

$$q = \frac{\text{prob}(AL)\text{prob}(Bónus / AL)}{\text{prob}(AL)\text{prob}(Bónus / AL) + \text{prob}(ML)\text{prob}(Bónus / ML)} \quad (4)$$

Substituindo estas probabilidades pelas definidas anteriormente, chega-se a:

$$q = \frac{\pi}{\pi + (1 - \pi)\alpha} \quad (5)$$

Neste jogo em estratégias mistas, a melhor ação do agente é aquela que faz com que o principal seja indiferente entre investigar ou não o crime. O principal é indiferente se e somente seu ganho com a investigação (dadas às probabilidades da crença do principal) for igual ao ganho caso ele não a realize. Para tanto, a probabilidade α tem de satisfazer a seguinte condição⁵:

$$(p - \vartheta - k)q + (p - k + \eta)(1 - q) = p - \vartheta \quad (6)$$

⁵ Este problema pode ser interpretado pela ótica dos custos como apresentado por Boyer (2000 e 2001). Para este caso q teria de resolver a seguinte equação: $-(\vartheta + k)q + (-k)(1 - q) = -\vartheta$, ou seja, o principal estaria indiferente em investigar se e somente se o custo para tal ação fosse igual ao custo de não investigar.

Dado que o Agente demanda o bônus, os ganhos do Principal dependem da probabilidade q que ele considera sobre os estados da natureza. O ganho esperado do principal é obtido fazendo a probabilidade q (sua crença correspondente ao estado da natureza de “sorte”) vezes o seu ganho para este estado somado a probabilidade $(1-q)$ vezes seu ganho para este estado (lado esquerdo da equação 6). A parte do lado direito da equação (6) corresponde ao ganho do principal caso ele opte simplesmente por não investigar o agente. Substituindo a equação (5) na equação (6), obtém-se:

$$\alpha = \frac{\pi}{1-\pi} \cdot \frac{k}{(\vartheta - k + \eta)} \quad (7)$$

A equação (7) indica a probabilidade de que o agente demande o bônus, dado que ele ultrapassou o limite legal de desmatamento, ou seja, a probabilidade de que ele cometa o crime. Esta probabilidade é independente do valor da punição estabelecida (ϑ) para quem comete o crime. Portanto, independente dos custos de ser pego, o agente não analisa esta variável.

Proposição 1: Dada a situação de Pobreza que em geral se vive no interior do sertão Nordestino, a população têm uma forte propensão em se aproveitar dos recursos da natureza. De forma que, a probabilidade de um produtor cometer o crime independe do valor da penalização estipulado pelo principal.

Prova:

Dado que: $\alpha = \frac{\pi}{1-\pi} \cdot \frac{k}{(\vartheta - k + \eta)}$, tem-se que:

$$\alpha = f(\pi, k, \vartheta, \eta), \text{ de forma que:}$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial \vartheta} = \frac{\partial f(\vartheta)}{\partial \vartheta} \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial \vartheta} = 0.$$

Contudo, esta probabilidade é inversamente dependente do valor do bônus estipulado, ou seja, quanto maior o bônus pago pelo principal, menor é a probabilidade do agente cometer o crime ($\frac{\partial \alpha}{\partial \vartheta} < 0$). A explicação para este resultado depende da análise posterior da probabilidade do principal investigar o agente.

Proposição 2: Num ambiente onde se faz presente o tipo de agente citado na proposição 1, a probabilidade de que o agente cometa o crime é uma função inversa dos incentivos pagos pelo principal.

Prova:

$$\text{Dado que: } \alpha = \frac{\pi}{1-\pi} \cdot \frac{k}{(\vartheta - k + \eta)}$$

$$\text{tem-se que: } \frac{\partial \alpha}{\partial \vartheta} = - \left[\frac{\pi}{1-\pi} \right] \cdot \left[k (\vartheta - k + \eta)^{-1} \right]$$

Se supõe-se que $k > 0$
 $(\vartheta + \eta) > k$, logo $\frac{\partial \alpha}{\partial \vartheta} < 0$.

Da equação (7), também se conclui que a probabilidade do agente cometer o crime é uma função inversa do valor da punição devido ao desmatamento acima do limite ($\frac{\partial \alpha}{\partial \eta} < 0$).

Proposição 3: Para o agente da proposição 1, a probabilidade de que o agente cometa o crime é uma função inversa dos custos pagos quando o agente desmata mais que o limite estabelecido.

Quanto maior for este valor, maior é a probabilidade do principal investigar, uma vez que este recurso é transferido totalmente para o principal. Ressalta-se novamente que o valor da punição corresponde a duas partes: esta (η) que é transferida para o principal que é função da área desmatada acima do limite; e uma outra (ϑ) que é fixa e cobrada devido ao agente ter pedido o bônus e não respeitado o limite.

Proposição 4: Para o agente da proposição 1, a probabilidade de que o agente cometa o crime é uma função direta do estado de “sorte” do estado da natureza.

Prova:

Dado que:

$$\alpha = \frac{\pi}{1 - \pi} \cdot \frac{k}{(\vartheta - k + \eta)}$$

Se $k > 0$
 $(\vartheta + \eta) > k$, de forma que $\frac{k}{(\vartheta - k + \eta)} > 0$

Logo: $\frac{\partial \alpha}{\partial \pi} > 0$.

Verifica-se agora a probabilidade do principal investigar o agente. A melhor opção para o principal, dado que ele já sabe que se encontra na parte direita da Figura 2, é avaliar até que ponto o agente é indiferente entre cometer o crime ou não (Boyer, 2000 e 2001). Assim, dada a probabilidade do principal em investigar a demanda por bônus, o agente é indiferente entre cometer ou não o crime, se e somente se, é satisfeita a seguinte condição:

$$[u(\bar{Y} + \beta - p) - \phi - \eta]\psi + u(\bar{Y} + \beta - p + \vartheta)(1 - \psi) = u(\bar{Y} + \beta - p) \quad (8)$$

Resolvendo a equação acima, obtêm-se o valor da probabilidade do principal investigar o crime:

$$\psi = \frac{u(\bar{Y} + \beta - p) - u(\bar{Y} + \beta - p - \vartheta)}{(u[\bar{Y} + \beta - p] - \phi - \eta) - u(\bar{Y} + \beta - p + \vartheta)}$$

*(-1)

$$\psi = \frac{u(\bar{Y} + \beta - p - \vartheta) - u(\bar{Y} + \beta - p)}{u(\bar{Y} + \beta - p + \vartheta) - (u[\bar{Y} + \beta - p] - \phi - \eta)} \quad (9)$$

ou

$$\psi = 1 - \frac{-u(\bar{Y} + \beta - p)}{u(\bar{Y} + \beta - p + \vartheta) - (u[\bar{Y} + \beta - p] - \phi - \eta)}$$

A probabilidade de investigar um agente depende dos possíveis ganhos que o principal pode auferir ($\frac{\partial \psi}{\partial \eta} > 0$), de forma que, o principal tem um incentivo monetário em investigar o agente, dado que a receita do principal é uma função direta do valor cobrado por desmatamento acima do limite. A consequência para o agente é que quanto maior o valor cobrado pelo desmatamento acima do limite, menor é a probabilidade dele cometer o crime.

Verifica-se também, que quanto maior for o bônus, maior é a probabilidade de o principal investigar o agente, ou seja: $\frac{\partial \psi}{\partial \vartheta} > 0 \rightarrow \frac{\partial \alpha}{\partial \vartheta} < 0$.

Destaca-se ainda que, para uma determinada probabilidade ψ^* do principal investigar um produtor, tem-se 3 possibilidades:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0 && \text{se } \psi^* > \psi \\ \alpha &\in [0, 1] && \text{se } \psi = \psi^* \\ \alpha &= 1 && \text{se } \psi > \psi^* \end{aligned} \quad (10)$$

Caso a probabilidade ψ^* seja menor do que aquela que faça com que o agente seja indiferente entre cometer o crime ou não, a probabilidade deste cometer o crime é zero. Caso contrário, relação inversa entre estas probabilidades, a probabilidade do agente cometer o crime é igual a uma unidade. No último caso, com as duas probabilidades iguais, a probabilidade de crime fica no intervalo entre 0 e 1.

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta alguns resultados e análise de sensibilidade para o modelo teórico, apresentado anteriormente, dada a incorporação no mesmo de algumas outras suposições as quais caracterizam um produtor típico de carvão com realização de manejo do semi-árido pernambucano, mais especificamente da região de Moxotó e diante da estrutura de controle do Ibama.

4.1 Analisando a probabilidade do produtor desmatar além do limite do plano de manejo

Para o cálculo desta probabilidade foram feitas algumas hipóteses com o intuito de adequar os dados dos pequenos produtores ao modelo descrito, ou seja, procedeu-se a escolha de parâmetros para se obter a probabilidade de cometer o ilícito. As hipóteses foram:

- O bônus corresponde à eliminação da taxa de vistoria $\vartheta = R\$ 289,00$ (esta taxa havia realmente sido eliminada pelo Ibama);
- Dado que os produtores analisados eram beneficiários do Programa Bolsa-família, supôs-se que a renda mínima familiar (se não houver produção) é de R\$95,00 (renda máxima para família extremamente pobre com três ou mais filhos);
- A penalização ϕ corresponde à R\$ 500, 00/ m³ (valor segundo a Tabela 1);
- A penalização η , parte do lucro ilegal do produtor que o Ibama se apodera (correspondente a produção além do limite), foi considerada, para efeitos de simplificação, como 50% do excedente, ou seja, $\eta = \mu\beta = 0,5\beta$;
- Para calcular o ganho com o desmatamento ilegal, usou-se a diferença entre os ganhos de desmatamento legal e ilegal para um produtor típico. Assim, comparou-se o valor do lucro de um produtor de 15 hectares que utiliza mão-de-obra própria e vende sua produção para as grandes cidades em embalagens de três quilos. O lucro contábil anual, para cada ha de corte, para o desmatamento legal é de R\$1.486,7 e de R\$ 1.948,7, para o desmatamento ilegal. Assim o ganho proveniente do desmatamento ilegal (β) é considerado de R\$ 462,0, de forma que, $\eta = R\$ 231,00$;
- Dado que não se têm informação sobre a receita do Ibama (transferência recebida do governo federal), considerou-se na análise os resultados em função deste valor total da receita (RT), ou seja, fez-se $\rho = RT$.
- Supondo que o Ibama é uma entidade sem fins lucrativos, assumiu-se que seu custo de vistoria corresponde exatamente ao valor cobrado pelo mesmo, ou seja, de R\$ 289,00. Além deste valor, foram simulados resultados para outros custos de vistorias menores.

A incorporação das hipóteses acima permite rerepresentar o resumo de ações e pares de resultados (payoffs para produtor e Ibama) na Tabela 3.

Tabela 3 – Ações dos jogadores e pares de resultados para o produtor e Ibama, dadas as características da relação “contratual” na região analisada.

Estado da Natureza	Ação do produtor	Ação do Ibama	Payoff para ⁶ o produtor	Payoff para o Ibama
ML	DB (dem. bônus)	I (Investigar)	$u(557) - 731,00$	$RT - 58,00$
ML	NDB (não dem. bônus)	NI (não invest.)	$u(557,00)$	RT

⁶ Nota-se que os valores das utilidades podem ser calculados utilizando várias formas para a função utilidade, como por exemplo:

a) Forma logarítmica: $U(.) = Ln(.)$

b) Forma exponencial: $U(.) = -e^{-z(.)}$, onde z representa o coeficiente de aversão ao risco.

ML	DB	NI	$u(842,00)$	$RT - 289,00$
<u>ML</u>	<u>NDB</u>	<u>I</u>	$u(557,00) - 231,00$	$RT - 58,00$
AL	DB	I	$u(380,00)$	$RT - (578,00)$
<u>AL</u>	<u>NDB</u>	<u>NI</u>	$u(95,00)$	RT
AL	DB	NI	$u(384,00)$	$RT - 289,00$
<u>AL</u>	<u>NDB</u>	<u>I</u>	$u(95,00)$	$RT - 289,00$

Fonte: Elaboração Própria

Assim, não foi incorporada a variável receita (anual) do Ibama por produtor, que normalmente engloba tanto as receitas operacionais como as transferências feitas pelo governo federal.

Para tanto, a probabilidade do produtor de carvão cometer o crime, expressa anteriormente por:

$$\alpha = \frac{\pi}{1-\pi} \cdot \frac{k}{(\vartheta - k + \eta)}$$

resulta em: $\alpha = \frac{\pi}{(1-\pi)} \cdot \frac{k}{520,00 - k}$

A Tabela 4 apresenta uma análise de sensibilidade sobre a probabilidade de o produtor desmatar mais que o limite, cometer o crime, para valores da probabilidade de “azar” (π), estado da natureza caracterizado por menores possibilidades de obtenção de renda em atividades alternativas e para alguns valores dos custos de vistoria do Ibama (k), incluindo o suposto anteriormente.

Tabela 4 – Análise de sensibilidade sobre a probabilidade do produtor de cometer o crime

π	k	R\$ 200,00	R\$ 230,00	R\$ 250,00	R\$ 280,00
0.3		0.267	0.339	0.396	0.5
0.35		0.336	0.427	0.498	0.628
0.4		0.416	0.528	0.617	0.777
0.45		0.511	0.648	0.757	0.954

Fonte: Elaboração dos autores.

A probabilidade de o produtor cometer o crime é bastante sensível a estas duas variáveis, crescendo com a elevação dos custos de vistoria do Ibama, custos em efetuar uma investigação e com a probabilidade do estado da natureza de “azar”. A probabilidade de crime passa de cerca de 30% quando o estado da natureza “azar” tem

esta mesma probabilidade de ocorrência e os custos são de R\$ 200,00 para pouco mais de 95% quando estas duas variáveis são de 45% e R\$ 280, respectivamente, demonstrando a importância de ajuste da política de controle do Ibama a estas variáveis.

4.2 Dedução do Contrato ótimo a ser proposto pelo Ibama, para os produtores de carvão da região estudada.

Destaca-se novamente que a região analisada é caracterizada por baixo produto *per capita*, sendo o uso dos recursos naturais uma das formas de superar as dificuldades impostas e garantir uma renda mínima de subsistência. Portanto, o modelo aqui retratado se aplica a um ambiente onde os produtores “naturalmente” têm uma propensão em cometer o ato ilícito. Devido a esta suposição, não houve no modelo a separação entre os produtores que não são propensos a cometer o crime dos que nunca cometeriam o crime⁷.

Sabe-se que o produtor de carvão irá escolher a probabilidade de cometer (α) o crime, de forma a maximizar a sua utilidade esperada, ou seja:

$$\begin{aligned}
 E(u) &= \pi\psi u(\bar{Y} - p + \vartheta) + \pi(1 - \psi)(\bar{Y} - p + \vartheta) \\
 &+ (1 - \pi)\psi\alpha u(\bar{Y} - p - \phi - \eta) + \\
 &+ (1 - \pi)(1 - \psi)\alpha u(\bar{Y} - p + \vartheta) + \\
 &+ (1 - \pi)(1 - \alpha)u(\bar{Y} - p)
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Assim, o contrato ótimo proposto pelo Ibama ao produtor da região deve resolver o seguinte problema de maximização:

$$\begin{aligned}
 \underset{p, \vartheta, \eta}{Max} E(u) &= \pi\psi u(\bar{Y} - p + \vartheta) + \pi(1 - \psi)(\bar{Y} - p + \vartheta) \\
 &+ (1 - \pi)\psi\alpha u(\bar{Y} - p - \phi - \eta) + \\
 &+ (1 - \pi)(1 - \psi)\alpha u(\bar{Y} - p + \vartheta) + \\
 &+ (1 - \pi)(1 - \alpha)u(\bar{Y} - p)
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

s.a:

$$\alpha = \frac{\pi}{1 - \pi} \cdot \frac{k}{(\vartheta - k + \eta)}
 \tag{14}$$

⁷ Nota-se que se poderia estabelecer uma dada proporção de agentes propensos a cometer o crime, ω , e a daqueles produtores que nunca cometeriam o crime ($1 - \omega$). Esta também poderia ser, em último caso, uma escolha realizada pela natureza o que incorporaria, na análise de contrato ótimo proposto pelo Ibama, dois tipos de utilidades dos agentes.

$$\psi = \frac{u(\bar{Y} + \beta - p - \vartheta) - u(\bar{Y} + \beta - p)}{u(\bar{Y} + \beta - p + \vartheta) - (u[\bar{Y} + \beta - p] - \phi - \eta)}$$

(15)

$$p = \underbrace{\pi\vartheta}_{AL} + \underbrace{\alpha(1-\psi)(1-\pi)\vartheta}_{ML} + \underbrace{k\pi\psi + k(1-\pi)\psi\alpha}_{custos}$$

(16)

Restrição de Participação

(17)

A restrição (16) representa a condição clássica de que o principal tenha lucro zero. Ela mostra como se dividem os custos para a sociedade devido à existência de indivíduos que querem cometer o crime: o seu primeiro termo do lado direito apresenta o payoff para aquele que desmata até o limite proposto pelo Ibama e o segundo termo apresenta a parte dos recursos que deve ser transferida aos agentes que violam o regulamento, mas não são descobertos. O terceiro e último termo apresenta os custos da investigação do Ibama.

Proposição 5 : A escolha dos pares de penalização (η) e bônus (ϑ) que maximiza o contrato proposto pelo Ibama, deve resolver as seguintes condições de primeira ordem:

$$\frac{\partial E}{\partial \vartheta} = \frac{\pi + (1-\pi)(1-\psi)\alpha}{\bar{Y} - p + \vartheta} - \lambda_i \begin{bmatrix} \frac{\partial R_1}{\partial \vartheta} \\ \frac{\partial R_2}{\partial \vartheta} \\ \frac{\partial R_3}{\partial \vartheta} \end{bmatrix} = 0$$

$$\frac{\partial E}{\partial \eta} = -(1-\pi)\alpha\phi - \lambda_i \begin{bmatrix} \frac{\partial R_1}{\partial \eta} \\ \frac{\partial R_2}{\partial \eta} \end{bmatrix} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0 \tag{18}^8$$

$$i = 1, 2, 3$$

⁸ Nota-se que não existe a restrição de participação. Para o caso, foi suposto, que existe uma solução interior, de forma que a restrição de participação é desnecessária.

Onde o índice $i = 1, 2$ e 3 indica as restrições apresentadas nas equações 14, 15 e 16 respectivamente.

5. Conclusão

Procurou-se analisar teoricamente o esquema ótimo de incentivos aos produtores baseado na concessão de um bônus, o qual pode ser interpretado como uma isenção ou redução na taxa de vistoria. Ou seja, analisou-se neste trabalho o sistema de isenção empregado inicialmente pelo Ibama aos produtores incluídos em um programa de manejo florestal, na região de caatinga do semi-árido de Pernambuco.

O modelo proposto analisou, dada à suposição de várias características do produtor e do Ibama, qual o efeito de uma política do Ibama sobre a probabilidade do produtor cometer o crime. Esta política é a implementação de um bônus concedido pelo Ibama aos produtores que o requerem e de um sistema de penalizações sobre os produtores que desmatam além do limite estipulado para a produção de carvão com manejo. Para o produtor que infringe o esquema desenhado (desmata além do limite) são impostos dois custos de penalização: um por ter desmatado além do limite permitido e outro caso ele requeira o bônus e não cumpra este mesmo limite.

Os resultados mostraram que a probabilidade de um agente cometer o crime independe do valor da penalização estipulado pelo principal; a probabilidade de que o agente cometa o crime é uma função inversa dos incentivos pagos pelo principal; a probabilidade de que o agente cometa o crime é uma função inversa dos custos pagos quando o agente desmata mais que o limite estabelecido; a probabilidade de que o agente cometa o crime é uma função direta do estado de “sorte” do estado da natureza.

Utilizando dados para a região estudada, calculou-se a probabilidade do produtor de carvão cometer o crime, assim como a probabilidade do principal investigar um pedido de bônus por parte do produtor. Eliminado a influência da receita total da função utilidade do produtor, verificou-se que aumentos nos dois tipos de penalizações fazem aumentar a probabilidade de o principal investigar o crime. Para o produtor, através de simulações, verificou-se que variações, no caso aumento (diminuição) dos custos assim como da probabilidade do estado da natureza de “azar” fazem aumentar (diminuir) a probabilidade do produtor cometer o crime. O contrato ótimo a ser proposto pelo Ibama de forma a antecipar as possíveis ações dos produtores de carvão, resulta na escolha do par (ϑ, η) .

Em resumo, segundo os resultados do modelo, o esquema baseado em bônus e penalizações, os quais podem ser vistos, respectivamente, como a isenção da taxa de vistoria do Ibama e a cobrança pelo não cumprimento do limite de desmatamento estabelecido, parece ser apropriado para a preservação da caatinga. Assim, não se justifica o retorno da cobrança da taxa de vistoria do Ibama aos pequenos produtores de carvão com manejo da região.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florestica e fitossociologia de três áreas da caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, 595-607, 1995.
- ARNOTT, R. J.; STIGLITZ, J. E. *The basic analytics of Moral Hazard*, Scandinavian Journal of Economics, Blackwell Publishing, v. 90 (3), 383-413, 1988.
- BOLTON, P.; DEWATRIPONT, M. *Contract Theory*. MIT Press, 2005.
- BOYER, M. M. *Insurance Taxation and Insurance Fraud*. *Journal of Public Economic Theory*, 2:101-134, 2000.
- BOYER, M. M. *Resistance is Futile: An Essay in Crime and Commitment*. *Journal of Public Economic Theory*, 2001.
- BOYER, M. M. e P. T. LÉGER. *Inflation as a Strategic Response*. *Journal of Public Economic Theory*, 2001.
- CLEMENT, C. R. A lógica do Mercado e o futuro da produção extrativista. In: VI Simpósio Brasileiro de Etnoecologia, Porto Alegre, RS, v. 3, 135-150, 2006.
- FERRAZ, E. M.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. *Physiognomy and structure of vegetation along altitudinal gradient in the semi-arid region of Northeastern Brazil*, Berlin, 2003.
- IBAMA, Documento disponível em <<http://www.ibama.gov.br>>. Leis da vida: a lei dos crimes ambientais, 2005.
- LAFFONT, J.; MARTIMORT, D. *The Theory of Incentives, The Principal-Agent model*, Princeton university press, 2002.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, New York and Oxford, 1995.
- PICARD, P. *Auditing claims in the insurance market whit fraud: the credibility issue*. *Journal of Public Economics*, 63, 27-56, 1996.
- RASMUSEN, E. *Games and Information, an Introduction to Game Theory*, Blackwell Publishers, Cambrige and Oxford, Reino Unido, 1996.
- SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B. *Nutrient availability in soils from shifting cultivation sites in the semi-arid caatinga of NE Brazil*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 65, 177-186, 1997.
- SAMPAIO, L. M. B.; PARYEN, F.; SOUZA, E.; CABRAL, O. E. Viabilidade econômica da produção de carvão com manejo florestal para pequenos produtores da caatinga. In: *Agricultura familiar e desertificação*, 1 ed. João Pessoa, Editora Universitária, p. 205-222, 2006.

Anexos

Anexo 1 - Taxas cobradas pelo IBAMA para vistorias de propriedades privadas.

Vistoria	Custo de Vistoria
Vistorias para fins de loteamento urbano	532,00
Vistoria prévia para implantação de Plano de Manejo Florestal Sustentado (área projetada):	
Até 250 há	289,00
Acima de 250 ha. - Valor	R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha. excedente
Vistoria de acompanhamento de Plano de Manejo Florestal Sustentado (área explorada):	
Até 250 ha	289,00
Acima de 250 ha. - Valor	R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha. excedente
Vistoria técnica de desmatamento para uso alternativo do solo de projetos enquadrados no Programa Nacional de Agricultura Familiar-PRONAF ou no Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente-FNE VERDE (área a ser explorada):	
Até Módulo INCRA por ano	ISENTO
Acima de Módulo INCRA por ano	Valor = R\$ 128,00 + R\$ 0,55 por ha excedente
Vistoria técnica para desmatamento para uso alternativo do solo e utilização de sua matéria-prima florestal	
. Até 20 ha	ISENTO
De 21 a 50 ha/ano	160,00
De 51 a 100 ha/ano	289,00

Fonte: Elaboração própria, através dos dados de Ibama (2005).