

# **Textos para Discussão PPGE/UFRGS**

Programa de Pós-Graduação em Economia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Regulação e Risco Moral nas Concessões de Florestas:  
o caso da Floresta Nacional do Jamari**

Eduardo A. Tillmann  
Ianes Ratnieks  
Giácomo Balbinotto Neto

Nº 2016/02

(<http://www.ufrgs.br/ppge/textos-para-discussao.asp>)  
Porto Alegre/RS/Brasil

## **Regulação e Risco Moral nas Concessões de Florestas: o caso da Floresta Nacional do Jamari**

Regulation and Moral Hazard in Forest Concessions: the case of the  
National Forest of Jamari

Eduardo A. Tillmann<sup>1</sup>, Ianes Ratnieks<sup>2</sup>, Giacomo Balbinotto Neto<sup>3</sup>

### **Resumo**

As florestas possuem papel fundamental dentro de um ecossistema, elas são capazes de regular a qualidade do ar, o fluxo das águas e o clima. É no sentido de protegê-las, evitando a degradação e a devastação pela ocupação desordenada e, ao mesmo tempo, viabilizar sua gestão sustentável que surgem as concessões florestais. Este estudo tem como objetivo analisar, sob a ótica da teoria econômica da informação, a possibilidade de existência do problema de assimetria de informação nas concessões florestais. Para tal, é aplicado um modelo que considera a presença de incerteza e dificuldade de monitoramento para a concessão da Floresta Nacional do Jamari. Os resultados apontam que valores de multa mais elevadas reduzem as chances da concessionária agir de forma ilegal, porém, a taxas decrescentes. Isto mostra a importância das instituições no sentido de exigir que o manejo sustentável seja adotado nas concessões florestais.

**Palavras-chave:** Florestas; concessão; risco moral.

### **Abstract**

Forests play a fundamental role in an ecosystem; they are capable of regulating the quality of air, the flow of water and the climate. In order to promote forest protection, avoid degradation and clearance by disordered occupancy and, at the same time, to make sustainable management viable that forest concessions emerged. In this sense, this study aims to analyze, under the scope of the information theory, the possibility of an asymmetric information problem in forest concessions. For that, a model that takes into account the presence of uncertainty and difficulties of monitoring is applied to the case of the National Forest of Jamari. The results indicate that higher fines reduce the chances of illegal activities by the concessionaire, although with a decreasing rate. This shows the importance of the role of institutions in order to reinforce the adoption of sustainable management within forest concessions.

**Key Words:** Forests; concessions; moral hazard.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Economia Aplicada pela UFRGS. eduardo.tillmann@ufrgs.br

<sup>2</sup> Mestre em Economia Aplicada pela UFRGS. ianesr@gmail.com

<sup>3</sup>Prof. Dr. do Programa em Pós-Graduação em Economia da UFRGS. giacomo.balbinotto@ufrgs.br

## 1. Introdução

Este estudo analisa a possibilidade de existência do problema de assimetria de informação nas concessões florestais. Explora-se o caso da Floresta do Jamari como base para investigar o nível de fiscalização que o governo deve exercer para que haja manejo sustentável, sob a hipótese de que pode haver divergência de interesses entre governo e agente concessionário quanto à melhor maneira de explorar a floresta.

A busca pela sustentabilidade no manejo florestal ocorre em função das florestas possuírem papel fundamental no ecossistema, sendo capazes de regular a qualidade do ar, o fluxo das águas e o clima. Além disso, servem como habitat de uma ampla gama de espécies dos mais variados animais e plantas, e por conseguirem guardar grandes quantidades de carbono que seriam adicionadas ao efeito estufa no caso de jogados no meio ambiente. Isto se torna ainda mais relevante no Brasil cuja área florestal corresponde a 13% da área global, uma das cinco maiores do mundo e, ainda, por se tratar do país com a maior extensão de floresta tropical (FAO, 2012).

No entanto, Pereira et al. (2011) estimam que haja um aumento na demanda mundial e nacional por produtos florestais para usos como energia, celulose e papel e madeira sólida, e pela adoção de políticas governamentais com ênfase na infraestrutura e na construção civil. Isto faz com que diversas organizações competentes busquem alternativas para evitar o definhamento das florestas, entre elas está à adoção de concessões florestais.

Atualmente, existem 5,3 milhões de hectares elegíveis ao processo de concessão, separadas em quatro estados da federação: Acre, Amazonas, Pará e

Rondônia (PAOF, 2013). Desta forma, até o ano de 2010 foram assinados contratos de concessão em duas florestas nacionais, uma no estado do Pará e outra em Rondônia, somando um total de 114,8 mil hectares. A Floresta Nacional do Jamari, situada em Rondônia, tem uma área aproximada de 220 mil hectares, dos quais 96 mil foram destinados para concessão florestal.

A regulação e condução dos processos de concessão florestal pelo poder público brasileiro ocorrem mediante licitação, de modo a conceder a exploração da área florestal a firmas que demonstrem capacidade de praticar e gerir de forma autônoma o manejo florestal sustentável em um prazo de até 40 anos (SFB, 2012). É neste sentido que o presente trabalho explora a necessidade do governo em controlar as atividades extrativas, coletar os *royalties*, monitorar e restringir atividades de extração ilegais para que a concessão florestal consiga atingir os critérios de sustentabilidade ambiental e de geração de renda para as populações locais, conforme estabelecido pela Lei de Gestão de Florestas (11.284/2006).

Deste modo, analisa-se a possibilidade de existência do problema de assimetria de informação entre o governo e o agente concessionário sob a hipótese de haver divergência de interesses quanto à melhor maneira de se explorar a floresta, uma vez que a concessionária é mais bem informada sobre suas ações que o Estado. Em consequência disto, o governo, como regulador, incorre em custos de monitoramento que por natureza não é perfeito, deflagrando o problema de agência em regulação, melhor explorado nas seções subsequentes.

## 1.1. Concessões Florestais, Benefícios e Riscos Associados

As concessões florestais podem ser definidas como um contrato que permite a exploração de madeira, incluindo alguns subprodutos e serviços, entre o Estado, proprietário da floresta, e a concessionária, uma firma privada. Esta exploração da área florestal está sujeita a utilização de um manejo sustentável, por atividades como programas de conservação da fauna, recuperação da floresta, entre outros (KARSENTY, 2007).

A gestão florestal via concessões passa a ser atrativa para os governos por motivos de falta de capacidade, capital ou de experiência para que eles próprios explorem a área florestal, bem como de controlar o desmatamento e proteja-la de invasões (GRAY, 2002). Além disso, a adoção de concessões surge como uma alternativa para o problema de insegurança sobre o título de propriedade da terra, pois sem a aplicação rigorosa dos direitos de propriedade, o desmatamento florestal funciona como um investimento para o agricultor que o adota como estratégia para o reconhecimento permanente do direito à área (ANGELSEN, 1998). Portanto, o estabelecimento de concessões em regiões onde este tipo de problema é mais provável serve como uma maneira de evitar esta situação.

Segundo Karsenty et al. (2008), a adoção do manejo sustentável nas concessões sofre menor risco do que em florestas de propriedade individual, pois estes não possuem incentivos em produzir sustentavelmente, já que podem realizar atividades mais lucrativas com o uso da terra quando os preços relativos de mercado se tornam mais favoráveis para tal. Além de que os donos de terras são, normalmente,

mais numerosos do que as concessionárias, o que dificulta o monitoramento e aumenta a probabilidade de superexploração das terras, apesar das possíveis sanções financeiras impostas pelo Estado. No caso de concessões, a própria possibilidade de cancelamento do contrato representa um risco mais significativo, o que evita este tipo de comportamento e serve como segurança adicional ao governo como uma medida preventiva para que suas florestas não sejam convertidas em agricultura.

Ainda, nas concessões ocorre um repasse do risco da autoridade reguladora para a concessionária, o que Buosquet e Fayard (2001) denominam de transferência de responsabilidade. Isto ocorre porque a concessionária é quem se torna responsável por gerenciar a área florestal, obtendo receita através da venda de madeira que explora. O maior risco desta atividade está na probabilidade de que a receita atrelada à adoção do manejo sustentável não seja suficientemente alta para constituir um incentivo capaz de manter viável este tipo de manejo no tempo. Em outras palavras, a taxa interna de retorno pode não cobrir o custo de oportunidade quando comparado com qualquer outra atividade em um período de tempo similar (VAN DIKJ, SAVENIJE, 2009).

Neste sentido, estimativas da taxa de retorno de atividades madeireiras sustentáveis em regiões da Amazônia realizadas por Serôa da Motta, Young e Ferraz (1998) ficam abaixo de 1%, o que dificulta a competição entre os que utilizam madeira de proveniência de produtores sustentáveis com os que utilizam madeira ilegal. Assim, o Estado deve buscar um financiamento estratégico para o manejo florestal sustentável, estimulando investimentos que tornem este tipo de manejo mais competitivo em comparação com usos alternativos, tais como o manejo não sustentável, a agricultura, a atividade pastoril e a mineração.

## 1.2. Regulação e o Problema de Agência em Concessões Florestais

O manejo sustentável de florestas exige expertise e investimentos bastante elevados por parte do Estado que, em função disso, outorga esta tarefa a uma concessionária. É em função dos instrumentos regulatórios impostos neste contrato que se explora a teoria do agente-principal, também chamada de teoria da agência, muito utilizada para modelar relações que envolvam o compartilhamento de risco e incentivos. Mais especificamente, segundo Jensen e Meckling (1976), ela trata do relacionamento entre agentes em um contrato, onde uma das partes, denominado principal, tem certo poder sobre o comportamento da outra parte, o agente, que toma uma ação privada que afeta diretamente o resultado final, ou seja, tem impacto sobre a utilidade tanto do agente como do principal.

A relação agente-principal, conforme Sappington (1994) serve como base para a análise do problema de regulação, isto é, como o agente pode ser motivado a desempenhar uma tarefa específica, em um cenário onde ele realiza uma ação não observável, de modo a maximizar o bem-estar do principal. Isto é, ela pode ser encarada como uma intervenção governamental que busca alterar situações de falhas de mercado, através do controle de preços, quantidade, qualidade, entre outros mecanismos (CHURCH; WARE, 2000).

A teoria da regulação por incentivos é, portanto, uma ferramenta para solucionar o problema de risco moral, que são situações onde o comportamento do agente não é uma variável verificável na relação agente-principal e, desta forma, ela não pode ser incluída nos termos de contrato. Como consequência, o principal necessita despende

recursos no monitoramento das ações do agente, ou seja, há uma perda de eficiência na relação (MACHO-STRADLER; PEREZ-CASTRILLO, 1995).

Apesar destes gastos, geralmente, a observação completa das ações é impossível ou torna-se proibitivamente custosa (HOLMSTROM, 1979). Em outras palavras, o regulador quer que o agente tenha um comportamento específico, mas não tem como intervir de forma eficaz em todas as operações da firma, pois esta conhece suas ações melhor do que a agência reguladora. Isto é, o regulador conhece o resultado obtido pela empresa, mas não consegue observar o nível de esforço empregado para tal. Neste sentido, os instrumentos de regulação fazem com que o contrato ótimo seja determinado pela compensação entre dois objetivos conflitantes, a eficiência, em termos da distribuição ótima de risco entre os participantes, e os incentivos do agente.

No caso de exploração de florestas, Ferraz e Serôa da Motta (1998), apresentam dois tipos de mecanismos que o governo poderia usar para criar os incentivos para adoção do manejo sustentável: impor métodos de comando e controle ou instrumentos econômicos. No caso da abordagem pelo controle, a agência reguladora fixaria a quantidade máxima de madeira que poderia ser extraída da área de concessão, por período de tempo. Já a abordagem por instrumentos econômicos para controlar a quantidade de madeira extraída pode ser aplicada na forma de impostos e *royalties* sobre a renda associada com a extração do recurso.

Atualmente, no entanto, os países desenvolvidos encontram-se numa terceira etapa utilizando uma política “mista”, isto é, uma combinação de políticas de comando e controle com a utilização de instrumentos econômicos de motivação à internalização de



custos ambientais (LUTOSA et al., 2010). Neste sentido, Amacher, Koskela e Ollikainen (2004) apontam que a adoção de multa é a maneira ótima de se evitar o problema de extração ilegal na existência de externalidades. Por este motivo, o presente trabalho está baseado na adoção de multa como um custo adicional e, portanto, gerador de um incentivo para a redução dos níveis de exploração.

## 2. Material e Métodos

O modelo utilizado neste estudo é uma adaptação de Amacher, Koskela e Ollikainen (2004) para o desenho de fiscalização ótima de uma concessionária que recebe uma permissão para explorar uma determinada área florestal, sujeita a penalidade de multa caso ultrapasse o valor acordado de extração de madeira.

Supõe-se que esta concessionária tenha o direito de explorar uma quantidade  $Q = \bar{Q}$  por ano. O governo impõe o pagamento de uma taxa pelo direito de exploração, de modo que a mesma incide sobre o volume de madeira explorado, denotado por  $k$ . Assim, se a concessionária não atua de maneira ilegal e extrai exatamente a quantidade permitida na concessão, o lucro anual que ela obteria seria descrito por:

$$\pi_t = q\bar{Q}(1-k) - c(\bar{Q}) \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Onde  $c(\bar{Q})$  é uma função de custo convexa, isto é,  $c'(\bar{Q}) > 0$  e  $c''(\bar{Q}) > 0$ , e  $q$  corresponde ao preço de venda da madeira extraída. Se o lucro da concessionária é positivo em  $\bar{Q}$ , isto é, se  $q(1-k) - c'(\bar{Q}) > 0$ , então haverá um incentivo inerente para à

extração ilegal. Dado que as concessões de floresta não são constantemente observadas pelo governo, devido à impossibilidade do monitoramento ser perfeito, pode ser que haja o problema de risco moral.

Desta forma, seja  $X$  a extração de madeira ilegal, definida em termos de uma exploração excessiva, isto é, a diferença entre a extração atual  $Q$  e a permitida  $\bar{Q}$ ,  $X \equiv (Q - \bar{Q})$ . Ainda,  $p(\leq 1)$  é a probabilidade de detecção do governo da extração de madeira ilegal, ou seja,  $p$  é uma medida da intensidade com a qual o governo monitora e detecta as atividades ilegais e está diretamente ligado à maneira e a frequência das auditorias.

Além disso, considera-se que existe como penalidade uma multa ligada à receita não declarada pela concessionária da extração ilegal. Portanto, os lucros da concessionária iriam depender se a extração ilegal é detectada ou não. Assim, se a firma não for descoberta efetuando corte excessivo, os lucros dela serão definidos como:

$$Y_t = [qQ_t - kq\bar{Q} - c(\bar{Q}) - c(Q_t)] \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Em contrapartida, se o monitoramento realizado pelo governo detecta a extração de madeira de forma excessiva, os lucros devem ser reduzidos pelo valor da multa. Logo, a expressão para os ganhos líquidos da firma sob tal ocorrência é definida por:

$$Z_t = [Y_t - fqX_t] \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

Assume-se que a concessionária é neutra ao risco. Uma suposição razoável dado que em um modelo de concessão deste tipo, a concessionária assume todo o risco da operação. Desta forma, a concessionária busca resolver o problema de maximizar o valor presente descontado de seus lucros atuais e futuros durante o período de sua concessão, o que pode ser definido como:

$$\underset{Q}{Max} = \rho^t \sum_{t=1}^T \pi_t = \rho^t \sum_{t=1}^T (qQ_t - c(Q_t) - kq \text{Min}(\bar{Q}, Q_t) - pqfX_t) \quad t = 1, \dots, T \quad (4)$$

A condição de primeira ordem para a extração sob este cenário é:

$$q - c'(Q_t) - pqf = 0 \quad t = 1, \dots, T \quad (5)$$

Esta condição ilustra que a quantidade de extração ótima é definida pela igualdade entre a receita marginal ( $q$ ) e o custo marginal esperado, que consiste no custo de exploração somado do valor esperado da multa. É possível mostrar que a extração ilegal depende de parâmetros exógenos:

$$X_t = X_t \left( \begin{matrix} q, p, f, k \\ + \quad - \quad - \quad 0 \end{matrix} \right) \quad t = 1, \dots, T \quad (6)$$

Os sinais dos efeitos em  $q$ ,  $f$ ,  $p$  sobre a extração ilegal indicam que maiores preços da madeira, maior será a intensidade da exploração ilegal, enquanto que uma maior probabilidade de detecção e um maior valor da multa reduzem a extração

excessiva.

Este modelo também foi estendido para considerar o caso da fiscalização ser endógena, isto é, quando a probabilidade de se detectar a extração ilegal depende da quantidade explorada pela firma. Considera-se que o agente regulador exerce um monitoramento fixo quando a concessionária age dentro dos limites propostos no contrato e quando há exploração além destes, o monitoramento cresce junto com esta quantidade. Assim, tem-se a seguinte equação do problema de maximização da concessionária:

$$Max_Q = \rho^t \sum_{t=1}^T \pi_t = \rho^t \sum_{t=1}^T (qQ_t - c(Q_t) - kqMin(\bar{Q}, Q_t) - qfMax(0, X_t)Max(\bar{p}, pQ_t)) \quad (7)$$

Onde  $\bar{p}$  é o monitoramento fixo,  $pQ_t$  a parte variável de acordo com a quantidade extraída e  $Max(0, X_t)$  indica a decisão sobre a quantidade de madeira a ser extraída. Desta forma, a última expressão dentro dos parênteses mostra que no caso de haver extração ilegal, isto é  $X_t > 0$ , o monitoramento assume um valor fixo,  $\bar{p}$ , ou variável,  $pQ_t$ , dependendo do tamanho desta extração. O agente, portanto, toma a sua decisão visando maximizar seus lucros considerando o aumento na probabilidade de ser pego sempre que houver extração ilegal. Isto parece razoável, uma vez que, quanto maior a quantidade extraída maior o esforço exercido pelo agente, seja pelo número de trabalhadores, maquinário, transporte envolvido e, portanto, fica mais perceptível a detecção pelo regulador.

### 3. Resultados e discussão

O modelo apresentado acima é aplicado ao caso da primeira concessão florestal no Brasil, o da Floresta Nacional do Jamari, localizada em Rondônia. De acordo com o SBF (2012), a floresta possui no total, uma área aproximada de 220 mil hectares, dos quais 96 mil foram destinados para a concessão. Esta área foi dividida em três unidades de manejo florestal destinados à licitação. Considera-se apenas a terceira UMF, que abrange um total 46 mil hectares e que foi vencido pela empresa Amata S/A.

O método de programação dinâmica foi empregado para a resolução do problema da firma. Esta metodologia considera que a cada momento do tempo o agente observa o estado de sua concessão florestal, baseado na quantidade de metros cúbicos de madeira disponível e toma sua decisão de extração, recebendo por isto uma recompensa, que depende tanto do estado da concessão quanto da ação tomada. O agente busca uma sequência de ações que maximizam o valor presente de sua recompensa atual e futura sobre um determinado horizonte de tempo, descontada a cada período. Deste modo, a variável de estado evolui de forma determinística, de acordo com a ação do agente e com o crescimento da floresta.

A estimação está baseada em um estudo técnico de viabilidade realizado pela empresa, disponibilizado pelo SFB (2012). Segundo este estudo, a empresa considerou como utilizável apenas 56% da área total da concessão, isto é, cerca de 26 mil hectares. Nesta área foi estimado um total de 1,18 milhões de metros cúbicos de volume comercial de madeira. Adicionalmente, o estudo supõe que o crescimento anual da floresta é de  $0,86\text{m}^3/\text{ha}$  e considera que a área utilizável, cresça anualmente em

torno de 22,6 mil metros cúbicos. Além disso, o custo médio de extração de madeira é de R\$55,00m<sup>3</sup> e o valor pago ao governo por metro cúbico de madeira explorada é R\$34,00. Ainda, segundo a proposta da empresa vencedora (SFB, 2012), os critérios de manejo são dimensionados para que a capacidade de extração máxima da floresta gire em torno de 21,5m<sup>3</sup>/ha por ciclo de corte, o qual possui duração de 25 anos.

A obtenção do preço médio de venda da madeira foi determinado através de uma ponderação da classificação das espécies de árvores encontradas na floresta do Sistema Florestal Brasileiro e o valor de mercado de cada tipo de árvore obtidas em Pereira et al. (2011). A classificação realizada pelo SFB subdivide as espécies de árvores existentes em quatro grupos, designando a área total de cada um, o objetivo é que com esta classificação se consiga auferir mais acuradamente o valor mínimo que uma proposta deve possuir para entrar no processo de licitação.

Em posse da área de cada grupo e a identificação dos correspondentes valores de mercado de cada espécie presente nos diferentes grupos, foi possível realizar uma ponderação e, assim, obter o preço médio utilizado na estimação. O nome vulgar das espécies existentes na Floresta do Jamari e que tinham seu preço analisado por Pereira et al. (2011) foram: Abiu, Angelim-amargoso, Angelim-pedra, Breu, Cedro, Copaíba, Cumaru, Cupiúba, Faveira, Itaúba, Jatobá, Louro, Maçaranduba, Marupá, Muiracatiara, Pequiá, Roxinho, Sucupira e Tauari.

Através deste procedimento, foi estimado um valor de R\$ 208,71 para o preço ( $q$ ) de venda por metro cúbico de madeira extraído pela empresa. Dado os valores de custo e este preço de venda, estimou-se o parâmetro  $k$  em 0,16, que é a taxa cobrada pelo governo pelo direito de exploração, obtida pela razão da quantia que a empresa

tem de pagar para o governo pela extração e pelo preço final de venda. Por fim, considerou-se um fator de desconto dos fluxos futuros da madeira de 10% ao ano, uma taxa muito utilizada em estudos de viabilidade e que, segundo Tsukamoto Filho et al. (2003), é uma das mais utilizadas no setor florestal brasileiro.

Além disso, o modelo estimado considerou uma multa sobre o valor total obtido com a extração ilegal caso a concessionária seja flagrada. Os percentuais considerados como multa foram 100%, 120%, 140%, 160%, 200% e 260% da extração ilegal. Considerou-se, também, um limite legal anual de extração ( $\bar{Q}$ ) em 22,6 mil metros cúbicos. Esta é a extração que mantém a floresta preservada, pois corresponde ao crescimento estimado da mesma. Ainda, estipulou-se a ocorrência de restrições físicas ao concessionário, ou seja, fez-se a suposição de que ele tem possibilidade de extrair no máximo o dobro do permitido, o que equivale a uma extração de 45,2 mil metros cúbicos por ano.

### **3.1. Probabilidade de Detecção Exógena**

Com base nos dados descritos na seção anterior, foi simulado o comportamento do agente variando a probabilidade do mesmo ser flagrado pelo governo efetuando extração acima do permitido. A Tabela 1 apresenta os resultados limite, ou seja, das probabilidades em que há alteração no comportamento e a subsequente adoção do manejo sustentável.

Entra a Tabela 1

A Tabela 1 mostra que com uma multa de 100%, isto é, em que a firma tem apenas de devolver o valor obtido com a extração ilegal, a taxa de fiscalização do governo deve ser de 0,74 para garantir que haja alinhamento de seus interesses com o da concessionária. Assim, a concessionária irá agir de modo a não superexplorar a floresta, extraindo o máximo permitido de 22,6 mil metros cúbicos por ano.

Isto é, sempre que a probabilidade de ser flagrado for maior ou igual à Taxa de Fiscalização Mínima, o concessionário possui incentivos suficientes para agir de acordo com os interesses do principal. Por outro lado, quando a mesma for menor que esta taxa, o agente tem incentivos para extrair mais madeira que o permitido. Em termos econômicos isto significa que para valores de monitoramento inferiores à Taxa de Fiscalização Mínima, o custo marginal de se explorar a quantidade máxima continuará sendo inferior ao da receita marginal.

Assim, no caso onde a probabilidade de detecção é exógena, valores inferiores à Taxa de Fiscalização Mínima fazem com que a concessionária passe a explorar o máximo que sua restrição física permite, ou seja, 45,2 mil metros cúbicos por ano. Desta forma, é possível verificar a evolução do estoque de madeira da floresta em metros cúbicos para os níveis de probabilidade de detecção limite, conforme a Figura 1.

Entra a Figura 1

Observa-se que com valores de monitoramento que correspondem à Taxa de Fiscalização Mínima haverá manejo sustentável, de modo ao estoque de madeira da



floresta não irá se alterar ao longo de todo o período da concessão, pois o agente tem os incentivos corretos para agir de acordo com os interesses do principal. Neste caso, a floresta é explorada a uma taxa anual igual à de seu crescimento. Por outro lado, um monitoramento que seja inferior a esta taxa fazem com que o estoque de madeira da floresta se reduza drasticamente ao longo do período de concessão, caracterizando o problema de risco moral.

### **3.2 Probabilidade de Detecção Endógena**

No intuito de traçar um comparativo, identificar as diferenças e tornar o modelo mais verídico, buscou-se estender o modelo e simular o comportamento da concessionária quando a probabilidade de ela for flagrada pelo governo é determinada endogenamente. Para tal, o modelo descrito pela Equação (7) foi considerado levando em conta possíveis valores de multa associados à extração ilegal. Os resultados podem ser observados na Figura 2 a seguir.

Entra Figura 2

Conforme pode ser observado na Figura 2, com detecção endógena há uma menor necessidade de esforço do governo no sentido de fiscalizar a concessionária. Além disso, é importante salientar que em todos os casos a concessionária corta o máximo de sua capacidade física quando a taxa de fiscalização é de apenas 10%. Com o aumento desta taxa a quantidade de madeira extraída vai diminuindo. Esta redução,

no entanto, ocorre em diferentes velocidades dependendo do percentual de multa considerado.

Nos casos em que a multa é 100% e 120% do valor ilegal, é necessária uma taxa de fiscalização acima de 20% para que a concessionária diminua a quantidade de madeira que extrai da floresta. Nos demais casos, qualquer taxa acima de 10% já é o suficiente para que isto ocorra.

É interessante perceber que a quantidade percentual da multa tem relação inversa com o taxa de fiscalização, isto é, quanto maior a multa, menor é a necessidade de monitoramento do governo para que o corte seja o compatível com o de manejo sustentável. Isto acontece, como no caso anterior, porque a firma internaliza a chance de ser flagrada em seu lucro. Neste caso, no entanto, esta relação se caracteriza por ser decrescente, o que pode ser observado pela inclinação cada vez maior das curvas de corte.

Na intenção de melhor evidenciar esta característica, a Tabela 2 apresenta os valores de fiscalização necessários para que haja o manejo sustentável, de acordo com a multa.

#### Entra Tabela 2

É possível observar, novamente, que quanto maior a multa menor é a taxa de fiscalização necessária para que haja o manejo sustentável, eliminando-se o risco moral. Além disso, a relação entre o aumento da multa e a diminuição da taxa ocorre de forma decrescente. Por exemplo, a diminuição no monitoramento entre a multa de

100% e 120% é de 0,12 pontos percentuais enquanto que da multa de 140% a 160% é de 0,06. Em termos econômicos, isto mostra que a elasticidade entre a multa e o monitoramento é cada vez mais inelástica.

Isto mostra que o problema de assimetria de informação estaria mais relacionado a uma reação racional do agente econômico em busca de otimizar sua receita em detrimento dos custos. Desta forma, na intenção de assegurar a adoção do manejo sustentável, o governo deve se preocupar tanto em estabelecer multas que realmente penalizem a concessionária, como no monitoramento. A atribuição apenas de altas penalizações podem não assegurar o alinhamento de interesses entre concessionária e governo.

Neste sentido, os resultados encontrados aqui vão ao encontro do estudo realizado por Marry e Amacher (2005), onde são indicados três dos principais riscos associados ao regime de concessões florestais no Brasil. Entre estes, os autores sugerem que as altas ofertas no processo de licitação podem encorajar as concessionárias a superexplorarem as florestas, já que elas necessitam cobrir seus custos. Além disso, os autores afirmam que os altos lances no processo de licitação elevam a fronteira econômica da concessão, fazendo com que se chegue mais próximo do ponto geográfico que, caso ultrapassado, faria com que a floresta gerasse menores retornos do que o lucro normal.

Desta forma, o presente trabalho chama atenção para a necessidade da adoção de políticas mais efetivas de monitoramento e punição que sejam capazes de alinhar os interesses entre principal e agente no sentido de garantir a prática do manejo sustentável.

#### 4. Conclusão

Verificou-se neste estudo que as concessões florestais podem ser uma importante alternativa no sentido de assegurar a preservação ecológica, no entanto, elas requerem um esforço institucional para que este resultado seja obtido. Os resultados dos modelos aplicados para a concessão da Floresta Nacional do Jamari mostraram que um maior valor da multa, caso a concessionária seja flagrada atuando de maneira ilegal, está associado a uma menor taxa de fiscalização mínima para que o governo garanta a adoção do manejo sustentável. O tamanho desta taxa foi ainda menor no caso do modelo que assume a probabilidade de detecção como endógena, ou seja, que a quantidade extraída ilegalmente influencia na probabilidade de detecção. Além disso, foi possível identificar que a taxa mínima de fiscalização responde cada vez menos a valores mais altos de multa, isto é, apresenta elasticidade cada vez menor.

Neste sentido, o trabalho chama atenção para a necessidade da adoção de políticas mais efetivas tanto de monitoramento, como de punição para que haja o alinhamento dos interesses de governo e concessionária no sentido de garantir a prática do manejo sustentável. Portanto, este estudo é uma contribuição à literatura que aponta para a necessidade de se fazer uma análise criteriosa das instituições que regularizam o sistema de concessão de florestas. Uma vez que se os direitos de propriedade forem mal definidos, a falta de monitoramento e de punições críveis por parte das instituições reguladoras em muitas vezes não são capazes de solucionar os problemas que se destinam a solucionar.

## Referências Bibliográficas

- AMACHER, G., KOSKELA, E., OLLIKAINEN, M. Socially Optimal Royalty Design and Illegal Logging under Alternative Penalty Schemes. **CESifo Working Paper** n° 1131. 2004.
- AMATA. Inteligência da Floresta Viva. Plano de Manejo Florestal Sustentável Categoria de PMFS: Pleno. Disponível em [www.sfb.gov.br](http://www.sfb.gov.br). Acesso em dezembro de 2011.
- ANGELSEN, A. Agricultural expansion and deforestation: Modelling the impact of population, market forces, and property rights. **Journal of Development Economics**. n. 58, v.1, p.185-218, 1999.
- BOUSQUET, F., FAYARD, A. Road Infrastructure Concession Practice in Europe. **Policy Research Working Paper** n° 2675, 2001.
- BRASIL. Lei n°11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)> Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- CHURCH, J. R., WARE, R. **Industrial Organization: A Strategic Approach**. McGraw-Hill: New York, 2000.
- COHEN, M. A. Optimal Enforcement Strategy to Prevent Oil Spills: An Application of a Principal-Agent Model with Moral Hazard. **Journal of Law and Economics**. n.1, v. 30, p. 23-51, 1987.
- FAO. Food and Agriculture Organization. **State of the World's Forest 2011**. Disponível em [www.fao.org](http://www.fao.org). Acesso em fevereiro de 2012.
- FERRAZ, C., SERÔA DA MOTTA, R. Economic Incentives and Forest Concessions in Brazil. **Planejamento e Políticas Públicas**. n.18, 1998.
- GRAY, J. **Forest Concession Policies and Revenue Systems: Country Experience and Policy Changes for Sustainable Tropical Forestry**. Ed. World Bank, Washington, DC. 2002.
- HYDE, W. F., NEWMAN, D. H., SEDJO, R. A. Forest Economics and Policy Analysis: An Overview. **World Bank Discussion Papers** n° 134. World Bank, Whashington, D.C, 1991
- HOLMSTROM, B. Moral Hazard and Observability. The **Bell Journal of Economics**. n. 10, v. 1, p.74-91. 1979.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: jan. 2012.
- JENSEN, F. VESTERGAARD, N. Moral hazard problems in fisheries regulation: the case of illegal landings and discard. **Resource and Energy Economics**. n. 24, p.281-299, 2002.
- JENSEN, M. C., MECKLING, W. H. Theory of the firm: Managerial behaviour, agency costs and ownership structure. **Journal of Financial Economics**. n. 4, v.3, p.305-360. 1976
- KARSENTY, A. Overview of Industrial Forest Concessions and Concession-based

Industry in Central and West Africa and Considerations of Alternatives. Rights and Resources Initiative Group, Washington DC. 2007.

KARSENTY, A. DRIGO, I. G., PIKETTY, M. G., SINGER, B. Regulating industrial forest concessions in Central Africa and South America. **Forest Ecology and Management**. n. 256, p. 1498-1508, 2008.

LUSTOSA, M. C. J. ; CANEPA, E. M. ; YOUNG, C. E. F.. Política Ambiental. In: Peter H. May; Maria Cecília Lustosa; PeterH. May. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2010, p. 163-179.

MACHO-STRADLER, I., PEREZ-CASTRILLO, J. D. **An Introduction to the Economics of Information: Incentives and Contracts**. 2° ed. Oxford University Press. 1995.

MERRY, D. F., AMACHER, G. S. Forest taxes, timber concessions and policy choices in the Amazon. **Journal of Sustainable Forestry**. n. 20, v. 2, p. 15-44. 2005.

PAOF. Plano Anual de Outorga Florestal. Disponível em [www.sfb.gov.br](http://www.sfb.gov.br). Acesso em dezembro de 2011.

PEREIRA, D., SANTOS, D., VEDOVETO, M, GUIMARÃES, J., VERÍSSIMO, A. **Fatos Florestais 2010**. Belém: Imazon, 2011.

PRODES/INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Sistema PRODES. Disponível em [www.obt.inpe.br](http://www.obt.inpe.br). Acesso em fevereiro de 2012.

SAPPINGTON, D. E. M. Designing incentive regulation. **Review of Industrial Organization**. n.3, v.9, p.245-272, 1994.

SEGERSON, K. Uncertainty and Incentives for Nonpoint Pollution Control. **Journal of Environmental Economics and Management**. n.15, p.87-98, 1988.

SERÔA DA MOTTA, R., YOUNG, C., FERRAZ, C. **Clean development mechanism and climate change: cost-effectiveness and welfare maximization in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998.

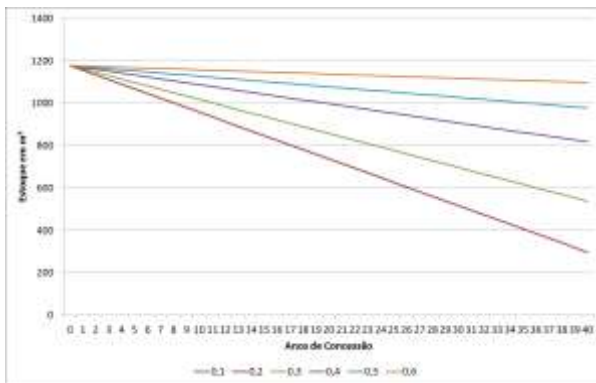
SFB. Site do Sistema Florestal Brasileiro. Disponível em: [www.sfb.org.br](http://www.sfb.org.br). Acesso em janeiro de 2012.

SHAVELL, S. Risk Sharing and Incentives in the Principal and Agent Relationship. **Bell Journal of Economics**. n.10, p.55-73, 1979.

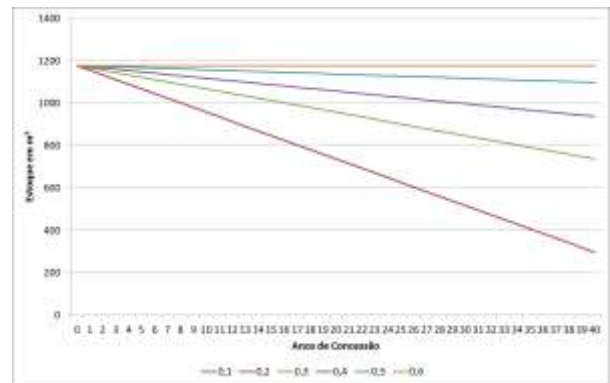
TSUKAMOTO FILHO, A. A., DA SILVA, M. L., COUTO, L., MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**. v. 27, n. 4, 2003.

VAN DIJK, K. SAVENIJE, H. Towards National Financing Strategies for Sustainable Forest Management: Overview of the present situation and the experience in selected countries. **Forestry Policy and Institutions Working Paper #21**. 2009.

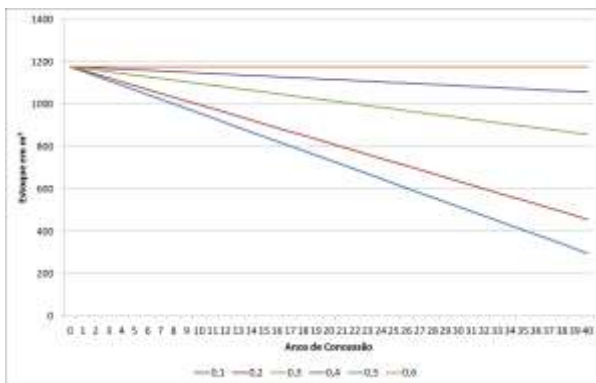
World Data Bank. **World Development Indicators**. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator>. Acesso em outubro de 2011.



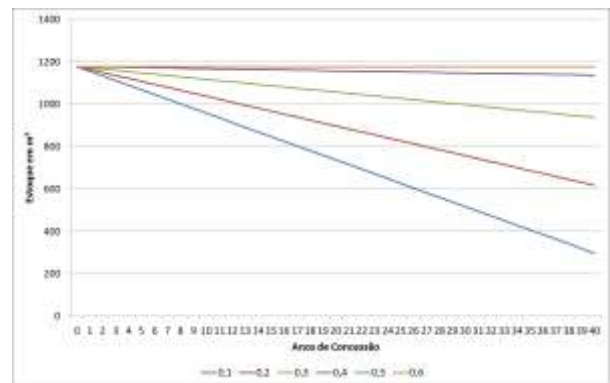
(a) Multa de 100% do valor ilegal



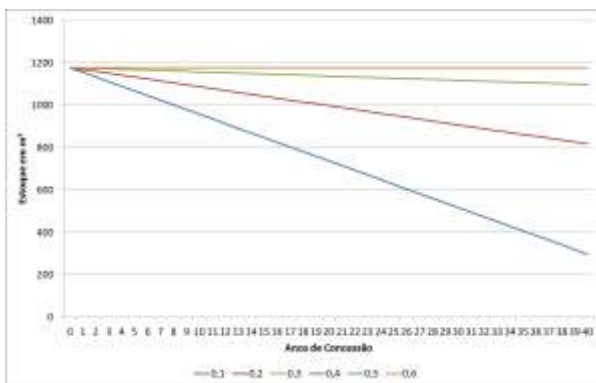
(b) Multa de 120% do valor ilegal



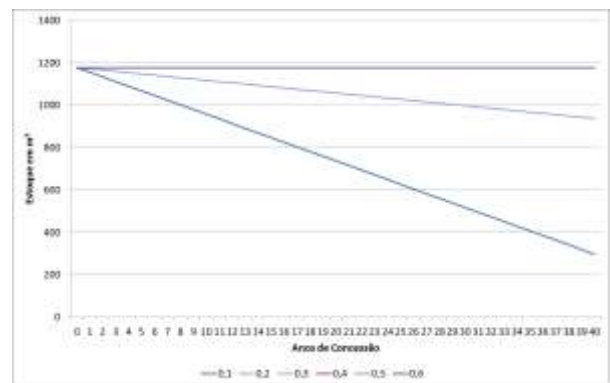
(c) Multa de 140% do valor ilegal



(d) Multa de 160% do valor ilegal



(e) Multa de 200% do valor ilegal



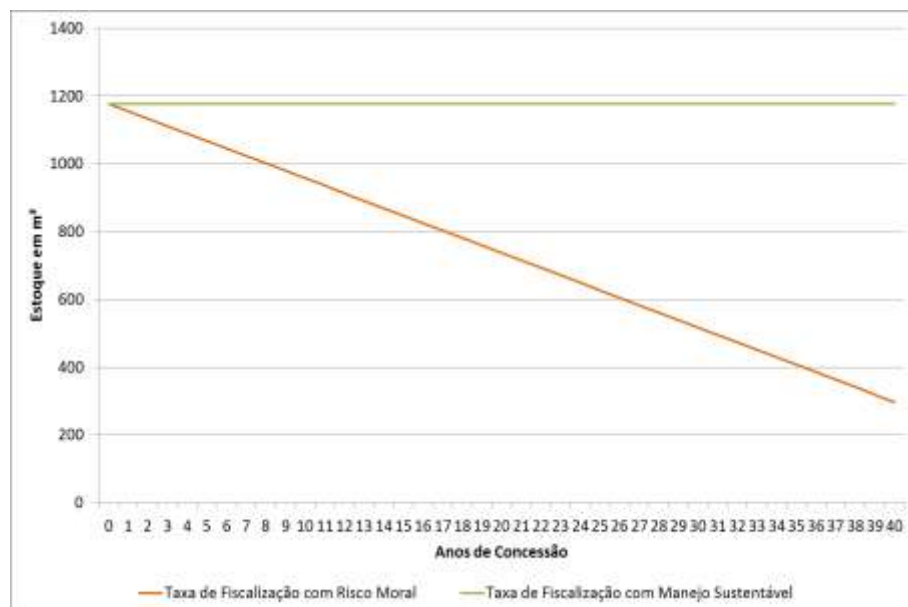
(f) Multa de 260% do valor ilegal

**Figura A.2.** Evolução do estoque de madeira ( $m^3$ ) da floresta de acordo com o valor da multa (%) praticado e a duração da concessão florestal.

**Tabela 1.** Valor da multa (%) com base na extração ilegal e taxa de fiscalização exógena mínima necessária para garantir o manejo sustentável.

**Table 1.** Fine value (%) on the basis of illegal harvesting and minimum exogenous monitoring tax needed to guarantee sustainable management.

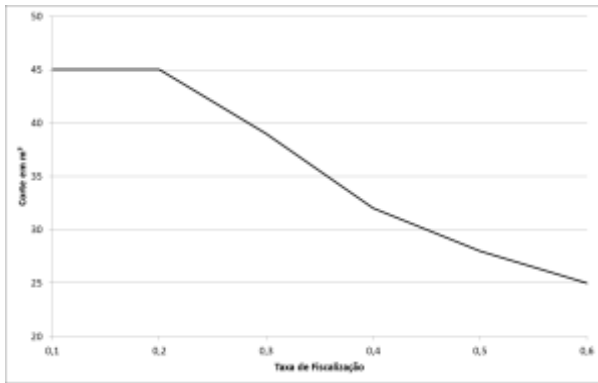
Multa	Taxa de Fiscalização Mínima
100%	0,74
120%	0,62
140%	0,53
160%	0,47
200%	0,37
260%	0,29



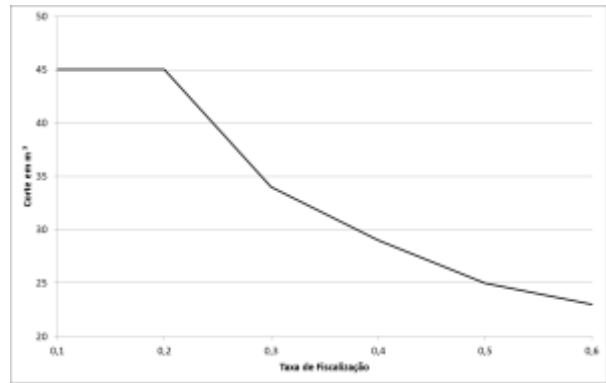
**Figura 1.** Evolução do estoque de madeira (m<sup>3</sup>) da floresta nos casos limite.

**Figure 1.** Forest timber stock evolution (m<sup>3</sup>) in the extreme cases.

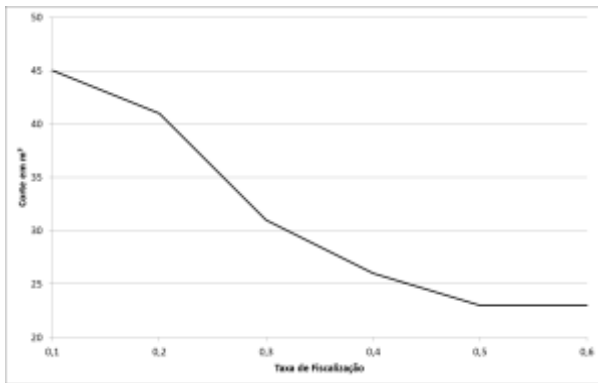




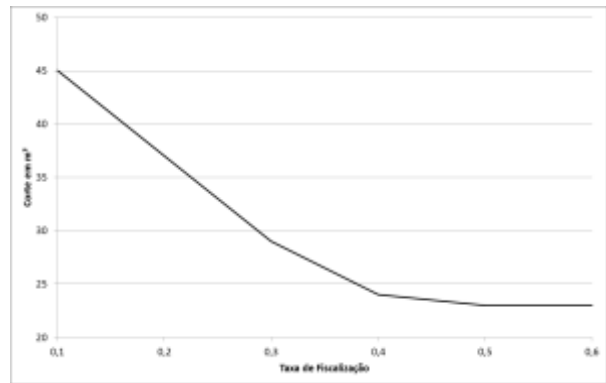
(a) Multa de 100% do valor ilegal



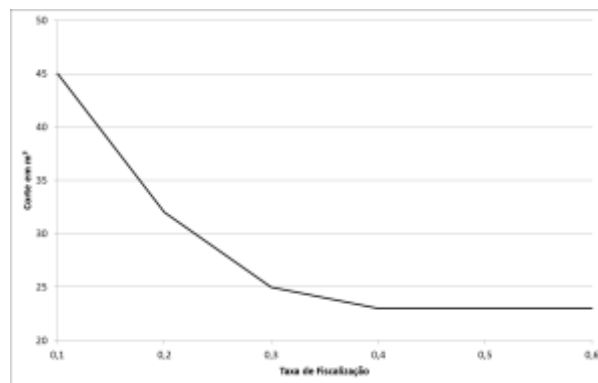
(b) Multa de 120% do valor ilegal



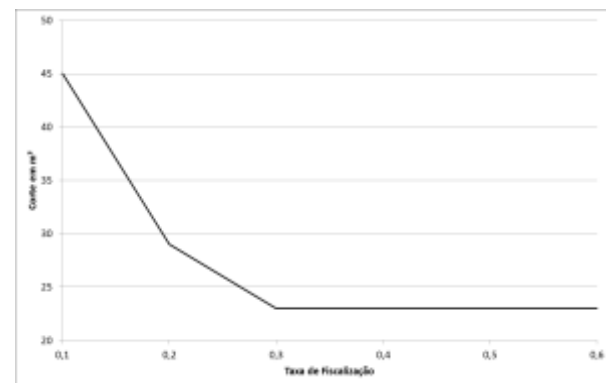
(c) Multa de 140% do valor ilegal



(d) Multa de 160% do valor ilegal



(e) Multa de 200% do valor ilegal



(f) Multa de 240% do valor ilegal

**Figura 2.** Extração ótima de madeira (m<sup>3</sup>) dada à taxa de fiscalização.**Figure 2.** Optimum timber harvest (m<sup>3</sup>) according to the monitoring probability.

**Tabela 2.** Valor da multa (%) com base na extração ilegal e taxa de fiscalização endógena mínima necessária para garantir o manejo sustentável.

**Table 2.** Fine value (%) on the basis of illegal harvesting and minimum endogenous monitoring tax needed to guarantee sustainable management.

Multa	Taxa de Fiscalização Mínima
100%	0,69
120%	0,57
140%	0,49
160%	0,43
200%	0,35
260%	0,27