

# Como a Corrupção pode Influenciar o Desmatamento na Floresta Amazônica?

## RESUMO

---

As recentes políticas de proteção à floresta amazônica impõem maiores penalizações e mais fiscalizações para indivíduos que cometem desmatamentos ilegais. O presente trabalho investiga os efeitos destas políticas. Uma nova variável é adicionada ao problema: a corrupção. Realiza-se uma análise de como a assimetria de informação entre o governo e o oficial encarregado de fiscalizar pode afetar os níveis de desmatamento. Usando a Teoria da Agência, é simulado um jogo, estático, de informação perfeita/completa entre o proprietário de terra e o oficial. O equilíbrio de Nash resultante é analisado. Os resultados mostram que o atual relacionamento entre o governo e os oficiais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) promove o incentivo ao conluio. Mostram também que a política direcionada à investigação dos proprietários de terra é uma condição necessária, mas não suficiente, para garantir a preservação da floresta amazônica. Além disso, políticas mais duras podem proporcionar, em alguns casos, um aumento do desmatamento ilegal.

## PALAVRAS-CHAVE:

---

Conluio. Equilíbrio de Nash. Desmatamento.

### Cassandro Maria da Veiga Mendes

- Estudante de Doutorado em Economia Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### Paulo Amilton Maia Leite Filho

- Doutor em Economia, Universidade Federal de Pernambuco;
- Professor de Economia, Universidade Federal da Paraíba.

## 1 – INTRODUÇÃO

O desmatamento é o principal problema ambiental em países com grandes extensões de floresta tropical, tais como Tailândia, Malásia, Indonésia, Congo, Gana e Brasil, entre vários outros países tropicais. Existe substancial investigação sobre os vários aspectos do desmatamento, e as razões econômicas se destacam como as principais causas do problema. Países do terceiro mundo sofrem maior risco da ocorrência de desmatamento devido à inexistência, ou fraqueza, das instituições de controle. (CONTRERAS-HERMOSILLA, 2001).

Dada a importância primordial da questão, muitos países, entre eles os africanos, estão tentando aumentar a consciência pública acerca do problema, principalmente nas áreas rurais. (KOMERO; NAIR; NJUKI, 2004). No Brasil, o desmatamento da floresta amazônica é atualmente muito debatido e é um tema constante na mídia nacional.

De acordo com um estudo feito em 2007 pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), a taxa de desmatamento diminuiu no período 1988-2007. Os principais culpados do desmatamento são os pecuaristas (60 - 70%), seguidos por posseiros (30 - 40%). A Extração de madeira e projetos de engenharia civil são responsáveis por menos de 5% do desmatamento total.

O aspecto econômico da questão inspirou políticas endógenas que levam em conta o comportamento dos agentes econômicos como forma de minimizar o desmatamento. Uma destas políticas gira em torno do manejo da floresta como forma de minimizar o desmatamento ilegal.

Quando as políticas endógenas não mostram resultados, o governo utiliza políticas exógenas, tais como a delimitação das áreas legalmente desmatadas, a aplicação de multas, entre outras. A política atual está centrada num aumento da vigilância e aplicações de sanções mais pesadas para os infratores. O Ibama tem sido um importante instrumento de governo na implementação das atuais políticas.

Segundo os dados de 2008 do *Greenpeace*, o Estado de Mato Grosso teve a maior área desmatada. No total, 1.120 km<sup>2</sup> da floresta amazônica foram desmatados. Desta área, cerca de 794 km<sup>2</sup> foram

no Estado de Mato Grosso, ou 70% do total. A atual administração federal tem planos para diminuir o desmatamento através da introdução de penas mais severas e rigorosa fiscalização. No entanto, esta política não contempla a possibilidade de corrupção por parte dos funcionários encarregados da fiscalização.

Segundo Amacher (2006), 80% dos recursos extraídos da floresta amazônica são ilegais. Este fato indica que, além do aumento da vigilância, as práticas de corrupção devem ser consideradas, porque a corrupção é, possivelmente, uma importante causa para tão elevado percentual de desmatamento ilegal.

Há uma vasta literatura<sup>1</sup> sobre as causas econômicas da corrupção. O assunto já não é ignorado no campo da economia do ambiente, e existem trabalhos que analisam a corrupção como um fator determinante no aumento do desmatamento. Amacher (2006) avalia a importância de levar em conta a corrupção no combate ao desmatamento ilegal.

Alguns estudos internacionais sobre o desmatamento (PELLIGRINI, 2007; PALO, 2002; AMACHER, 2006 entre outros); se debruçam sobre as práticas corruptas no manejo florestal e sugerem políticas mais severas (multas mais pesadas, mais severa punição para aqueles que organizam esquemas de corrupção, ou seja, proprietários de terras), como forma de reduzir o desmatamento ilegal.

No entanto, a assimetria de informação e instituições fracas estimulam comportamentos oportunistas. (KOWERO; NAIR; NJUKI, 2004)<sup>2</sup>. A existência de conluio prejudica a eficácia das políticas do governo. Ou seja, na presença de assimetria de informação, as práticas de corrupção não podem ser eliminadas apenas através da imposição de duras penas.

1 Vários trabalhos, como Contreras-Hermosilha (2001, 2003); Pelligrini (2007); Palo (2002) e Kowero e Nair (2004), analisam o papel da corrupção no estímulo ao desmatamento ilegal.

2 A existência de assimetria de informação e a resultante prática de atos ilegais convenceram alguns pesquisadores de que as sanções mais pesadas são as políticas mais eficazes. Neste trabalho, teoria dos jogos é usada para mostrar que penas mais pesadas, necessariamente, não diminuem a taxa de desmatamento. Pelo contrário, mostra-se que, devido à assimetria de informação, essas políticas mais severas podem levar ao aumento do desmatamento.

A pesquisa no Brasil sobre o desmatamento está preocupada principalmente em como lidar com posseiros e fazendeiros e com o aperfeiçoamento das técnicas de manejo da floresta<sup>3</sup>. A assimetria da informação, quase sempre, gera corrupção e conduz a resultados diferentes dos que se desejam.

Assim, uma política de grande fiscalização e punição mais severa para posseiros e fazendeiros pode resultar em mais desmatamento, porque a vigilância e as multas não são diretamente controladas pelo governo central (isto é, os funcionários de alto escalão), mas pelos funcionários de baixo escalão, que quase sempre recebem baixos salários. Assim, supondo a existência de assimetria de informação entre o governo e funcionários de baixo escalão, temos as condições para o surgimento de um problema de agência. Em tal situação, a fraude é um resultado verificável no equilíbrio.

Este trabalho põe em xeque os resultados parciais da política de sanções mais pesadas para posseiros, fazendeiros, produtores de madeira e outras atividades que impliquem desmatamento ilegal. O ponto central deste trabalho (um ponto negligenciado em outros estudos) é a possibilidade de conluio entre o proprietário e o funcionário do Ibama. O conluio, além de eliminar os efeitos das sanções aos proprietários de terras, também garante que, sob certas condições, as sanções para os funcionários corruptos (ou seja, aqueles com funções de inspeção) não resultem em menos desmatamento ilegal. A imposição de sanções é uma condição necessária, mas não suficiente para eliminar conluio. O resultado central deste trabalho é que, quando existe assimetria de informação, as sanções mais pesadas para o proprietário podem resultar em mais desmatamentos ilegais.

Além desta introdução este trabalho apresenta o modelo na seção 2 e observações finais na seção 3.

## 2 – O MODELO

No modelo, há três tipos de jogadores: latifundiários, funcionários do Ibama e o governo. Uma

3 Esses assuntos são relevantes na luta contra o desmatamento ilegal. Contudo, a intenção deste trabalho é mostrar que a corrupção é uma questão que não pode ser negligenciada.

proporção  $\Upsilon$  de funcionários é composta por indivíduos corruptos<sup>4</sup>.

A fim de formalizar o modelo, é analisado o comportamento de um latifundiário representativo, um funcionário corrupto e o governo. O principal objetivo é obter informação sobre como a assimetria de informação pode afetar o desmatamento ilegal.

Seja  $\bar{T}$  o tamanho da floresta que pertence ao latifundiário representativo, onde  $t^i$  é o limite inferior e  $t^s$  o limite superior. Assim,  $\bar{T}$  é um conjunto compacto. É permitido ao latifundiário representativo limpar a floresta até o limite  $t_m$ , que é um número entre os limites inferiores e superiores (isto é,  $t_m = \frac{1}{2}t^i + \frac{1}{2}t^s$ ).

Se o latifundiário representativo ultrapassa o limite superior, ele recebe uma multa ( $\delta$ ). A vigilância sobre o comportamento do latifundiário representativo não é feita diretamente pelo governo, mas por um funcionário contratado. Depois que a área é inspecionada, os oficiais contratados pelo governo relatam as possíveis ocorrências de desmatamento ilegal. No fim do período, o funcionário ganha um salário ( $w$ ), que não depende de seus relatórios.<sup>5</sup>

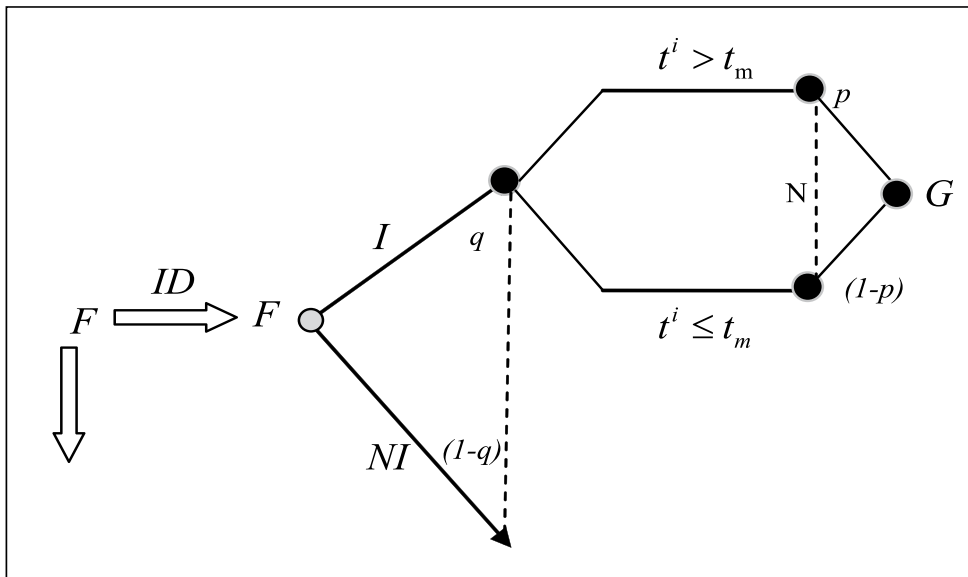
O proprietário pode optar por limpar a floresta até o limite permitido ou ir além dos limites e correr o risco de ser multado. Isto é, há dois estados da natureza: quando o proprietário de terras da floresta limpa mais do que é permitido ( $t^i > t_m$ ) e quando o proprietário respeita o limite ( $t^i \leq t_m$ )<sup>6</sup>. O verdadeiro estado da natureza não é conhecido pelo governo. Isso porque o funcionário do Ibama pode optar por não relatar o desmatamento ilegal<sup>7</sup>. Se todos os funcionários do Ibama forem honestos

4 Apenas os funcionários do Ibama pertencentes a este grupo têm o seu comportamento modelado.

5 O salário do funcionário não depende das receitas que governo recebe a partir das multas aplicadas aos proprietários de terrenos que desmataram além do limite permitido.

6 Sob uma política de dar multas cuja magnitude não está correlacionada com a magnitude dos danos causados (desmatamento ilegal), o seguinte resultado é trivial:  
 $\forall \delta \in \mathbb{R}^+ : \forall t^i$  such that :  $t^i > t_m \Rightarrow t^i = t_s, \forall j > i; i, j \in \mathbb{I}$ , onde o índice representa o grau de desmatamento (quanto maior o índice, maior será a quantidade de desmatamento). Desde que a pena é dada e conhecida, a estratégia dominante para o proprietário é limpar toda a sua terra. Ou seja, essa política traz a possibilidade de desmatamento total.

7 Assumimos que o funcionário tenha os meios para avaliar o verdadeiro estado da natureza ao inspecionar um lote do proprietário do terreno.



**Figura 1 – A Sequência Atual das Relações entre Proprietário de Terra, Oficial e de Governo**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

( $\Upsilon = 0$ ), então, os relatórios recebidos pelo governo informam corretamente se o proprietário desmata mais que o limite permitido. Se a honestidade dos funcionários é questionável, o governo tem apenas uma distribuição de probabilidade sobre o verdadeiro estado da natureza. Um dos objetivos deste trabalho é descobrir se o atual relacionamento fornece incentivos aos jogadores a fazerem o conluio. Este relacionamento é representado na Figura 1.

Onde o proprietário,  $L$ , pode optar por desmatar a floresta ilegalmente,  $ID$ , ou não,  $NID$ . O proprietário do terreno pode ser inspecionado,  $I$ , (ou não,  $NI$ ), pelo funcionário do Ibama,  $F$ , com probabilidade  $q$ . Se uma investigação ocorre, o funcionário irá descobrir se o desmatamento ilegal ocorreu,  $t^i > t_m$  ou não  $t^i \leq t_m$ . O governo,  $G$ , recebe o relatório, mas não sabe, com certeza, o estado real da natureza. Ele só tem uma distribuição de probabilidade do verdadeiro estado da natureza. A probabilidade de que um estado da natureza indicando um desmatamento ilegal aconteceu é  $p$ .

Dada a relação entre os três jogadores, é possível verificar os efeitos de conluio entre o proprietário e o funcionário do Ibama corrupto<sup>8</sup>. A análise é feita por

meio de um jogo simultâneo com informação completa e perfeita entre o proprietário e o funcionário do Ibama.

#### Equilíbrio em um jogo simultâneo: proprietário versus oficial

O conjunto das estratégias para o proprietário de terra e o funcionário é um conjunto compacto  $s_i = \{s_1, s_2\}$ . Há uma função *pay-off* para cada jogador, uma resposta apropriada para a estratégia adotada pelo outro jogador. Para uma exposição mais clara, a interação é um jogo simultâneo com informação perfeita e completa. O conjunto de ações para cada jogador é dado por:

$$s_i = \begin{cases} s_1 = collude \\ s_2 = not\ collude \end{cases}$$

O lucro,  $\pi(p, v)$ , do proprietário do terreno é função do nível de preços,  $p$ , e da produção,  $v$ .<sup>9</sup> As vendas dependem diretamente da área desmatada,  $t$ , onde  $t \in \{t_i, t_m\}$  e  $v = \lambda(t)$ . Supõe-se que  $\lambda_t > 0 \wedge \lambda_{tt} = 0$ . No caso especial em que o coeficiente é igual a 1, o lucro do proprietário do terreno é  $\pi(p, t)$ . O *pay-off* do funcionário do Ibama é dado pelo salário,  $w$ , recebido no fim do jogo.

<sup>8</sup> Este artigo considera um "conluio *ex-post*". Isto é, que ocorre após a ação ilícita acontecer. Mas há também um "conluio *ex-ante*", em que a colusão é considerada tendo em conta a probabilidade de ser apanhado praticando o ato ilícito. Por

exemplo, em "conluio *ex-ante*", ver: Mookherjee e PNG (1995).

<sup>9</sup> Por exemplo, o proprietário que se dedica a exploração tem um lucro que é uma função do preço do metro cúbico e a quantidade de madeira extraída da floresta. Por razões de simplicidade, custos de produção (capital e trabalho) são considerados iguais a zero.

Para tornar o jogo possível, é necessário analisar o caso em que haja o desmatamento ilegal, ou seja, quando  $t^i > t_m$ <sup>10</sup>. Quando ocorre o desmatamento ilegal, o proprietário pode propor ao funcionário público um conluio. O funcionário pode concordar com o conluio ou não<sup>11</sup>. Se o funcionário aceitar, ele tem um *pay-off* dado por  $w + \Delta w(t > t_m)$ , onde  $\Delta w(t > t_m)$  representa a propina paga pelo proprietário. O *pay-off* do proprietário, neste caso, é dado por  $\pi(p, t) + \Delta\pi(p, t > t_m) - \varepsilon$ , onde  $\Delta\pi(p, t > t_m)$  representa os ganhos do desmatamento da floresta para além da área autorizada, e  $\varepsilon$  representa a multa estabelecida pelo oficial do Ibama, e  $\Delta\pi(p, t > t_m) \in \mathfrak{R}^+$  e  $\varepsilon \in \mathfrak{R}^+$ .<sup>12</sup> Em caso de desmatamento ilegal e que o funcionário não está disposto a assumir o suborno, o seu *pay-off* é o salário e o *pay-off* do fazendeiro é dado por  $\pi(p, t) + \Delta\pi(p, t > t_m) - \delta$ , onde  $\delta$  é a multa imposta ao proprietário do terreno, pelo governo  $0 < \varepsilon \leq \Delta\pi(p, t > t_m) < \delta$ ,  $\delta \in \mathfrak{R}^+ \leq \infty$ .

O jogo na forma normal é dado por:

		Proprietário de terra	
		Conluio	Não-conluio
Oficial	Conluio	D, A	C, B
	Não-conluio	C, B	C', B'

Onde:

$$A = \pi(p, t) + \Delta\pi(p, t > t_m) - \varepsilon$$

$$B = \pi(\bar{p}, t) + \Delta\pi(\bar{p}, t > t_m) - \delta$$

$$C = w$$

$$D = w + \Delta w(t > t_m)$$

$$B' = \pi(\bar{p}, t) + \Delta\pi(\bar{p}, t > t_m) - \delta - \kappa$$

$$C' = w - i$$

A análise das estratégias mostra que há uma estratégia dominante para ambos os jogadores. Isto é, o equilíbrio é alcançado através de estratégias dominantes.

### Tipologia do Equilíbrio<sup>13</sup>

A unicidade do equilíbrio de Nash, para a presente interação, merece uma melhor atenção. Para a resolução da interação, verifica-se que: assumindo que o funcionário público escolhe a colusão (c), o proprietário também faz esta escolha (c), porque  $A > B$ . Se o funcionário público escolhe a opção de não fazer o conluio (nc), o proprietário é indiferente em jogar “c” ou nc”. Assim, a única maneira de obter uma estratégia dominante, do ponto de vista do proprietário, é assumir que:  $\forall \kappa \in \mathfrak{R}^+$ , o *pay-off* para o fazendeiro é dado por:  $B' = \pi(p, t) + \Delta\pi(p, t > t_m) - \delta - \kappa$ . Quando o oficial do Ibama escolhe “nc” e ele/ela joga “nc”. Assim, nesta situação, há uma estratégia dominante para o proprietário, porque  $B > B'$ . No que diz respeito às estratégias de funcionário do Ibama (oficial), conclui-se que: quando o proprietário escolhe “c”, ele tem como estratégia jogar “c”, porque  $D > C$ . Quando latifundiário escolhe “nc” ele/ela é indiferente entre jogar “c” ou “nc”. Seguindo o mesmo método de antes, para conseguir uma estratégia dominante, do ponto de vista do funcionário, presume-se que:  $\forall i \in \mathfrak{R}^+$ , se ele joga “nc”, o *pay-off* é  $C' = w - i$ , quando o fazendeiro escolhe “nc”. O uso desses pressupostos, sem perdas, simplifica a análise, garantindo a impossibilidade de múltiplos equilíbrios de Nash.

### Equilíbrio e Colusão *ex-post*: efeitos sobre o desmatamento ilegal

O equilíbrio de Nash é alcançado através de estratégias (D, A). Assim, os incentivos existentes estimulam o conluio *ex-post*. O lema a seguir apresenta este resultado.

**Lema 1:** Em uma situação onde há assimetria de informações entre o governo e os oficiais de inspeção, o equilíbrio resultante numa interação simultânea entre o funcionário e o proprietário rural apresenta um único equilíbrio estável através das estratégias (D, A).

<sup>10</sup> Quando não houver desmatamento ilegal, o latifundiário e oficial não têm nenhuma razão para conspirar. Portanto, a situação de interesse é o comportamento dos jogadores no caso de haver desmatamento ilegal.

<sup>11</sup> Qualquer um dos jogadores pode propor conluio. Isto é, uma vez que o funcionário encontra algum ato ilícito, ele pode, também, oferecer um acordo para o proprietário.

<sup>12</sup> O Conluio possibilita o proprietário e o oficial dividirem a multa devida ao governo. O poder de barganha é considerado o mesmo para ambas as partes. Será visto que mudanças no poder de barganha das partes não afetam o desmatamento ilegal. A possibilidade de conluio é rentável para o proprietário se  $\Delta\pi(\cdot) - \varepsilon > \Delta\pi(\cdot) - \delta$ .

<sup>13</sup> A condição de unicidade do equilíbrio, (D, A) é apenas para facilitar a análise. É fácil mostrar que o jogo tem um equilíbrio fraco em estratégias dominantes. Assim, a unicidade é estabelecida apenas para garantir um equilíbrio forte em estratégias dominantes.

Prova:

A prova vem da maneira clássica de resolver uma interação estática (simultânea) de informação perfeita a fim de obter equilíbrio de Nash.

A análise anterior dá uma visão sobre os efeitos da corrupção sobre o desmatamento ilegal. Dado o pressuposto da racionalidade do proprietário e do funcionário, o aparato de regulamentação, o proprietário-orientado, não dá a devida atenção à realidade sobre a corrupção e, por conta disto, facilita o desmatamento ilegal. Assim, auditorias sobre os relatórios dos funcionários do Ibama e a imposição de sanções são necessárias para mitigar o problema da corrupção.

Para ver como a punição aos funcionários públicos corruptos afeta a prática de conluio, a mesma interação simultânea é realizada, mas, desta vez, o funcionário público deve considerar a probabilidade de ser apanhado e punido.

Considerando a interação na forma anterior, agora temos:

$$\begin{aligned} A &= (1-\omega)(\pi(\bar{p},t) + \Delta\pi(\bar{p},t > t_m) - \varepsilon) + \omega(\pi(\bar{p},t) + \Delta\pi(\bar{p},t > t_m) - (\varepsilon + \alpha)) \\ B &= \pi(\bar{p},t) + \Delta\pi(\bar{p},t > t_m) - \delta \\ C &= w \\ D &= (1-\omega)(w + \Delta w(t > t_m)) + \omega(w + \Delta w(t > t_m) - \eta) \end{aligned}$$

Onde  $\omega$  é a probabilidade de o funcionário sofrer investigação;  $\alpha$  é a punição ao proprietário do terreno por subornar o funcionário público; e  $\eta$  é a punição ao funcionário público por se engajar em conluio.

O equilíbrio de estratégia dominante (D, A) para o funcionário público demanda que sejam satisfeitas as seguintes condições:<sup>14</sup>

$$(1-\omega)(w + \Delta w(t > t_m)) + \omega(w + \Delta w(t > t_m) - \eta) > w \quad (1)$$

Para o proprietário do terreno as condições são:

$$(1-\omega)(\pi(\bar{p},t) + \Delta\pi(\bar{p},t > t_m) - \varepsilon) + \omega(\pi(\bar{p},t) + \Delta\pi(\bar{p},t > t_m) - (\varepsilon + \alpha)) > \pi(\bar{p},t) + \Delta\pi(\bar{p},t > t_m) - \delta \quad (2)$$

14 Somente as condições para a obtenção de um único equilíbrio em estratégias puras são tratadas aqui em (D, A). Condições (1) e (2) complementam-se quando um jogador escolhe o conluio. A estratégia dominante para o funcionário é conivente quando o dono decide conspirar e vice-versa. Assim, a condição (1) exige o cumprimento da condição (2) e vice-versa.

Assim, a partir do momento em que a política de auditoria dos relatórios é implementada, há um conjunto de valores que satisfazem as condições acima indicadas.

**Lema 2:** Em um jogo simultâneo de informação completa, a política de auditoria dos relatórios atenua a prática de conluio, se as seguintes condições são satisfeitas:  $\omega > \frac{\Delta w(\bar{p},t > t_m)}{\eta}$  para o funcionário público e  $\omega > \frac{\delta - \varepsilon}{\alpha}$  para o proprietário das terras.

Prova:

Equilíbrio de Nash em estratégia dominante exige que, não importa se o funcionário público decide fazer o conluio ou não, a melhor estratégia para o proprietário é procurar um conluio e vice-versa. Considerando as condições de unicidade, isto implica condições (1) e (2); resolvendo aquelas equações, tem-se que:

$$\omega > \frac{\Delta w(\bar{p},t > t_m)}{\eta} \text{ e } \omega > \frac{\delta - \varepsilon}{\alpha}$$

Essas duas equações podem ser integradas apenas em uma. Suponha que  $\eta = \alpha$ , assim, a condição de equilíbrio com conluio é:

$$\omega < \frac{\Delta w(\bar{p},t > t_m)}{\eta}$$

Dado que  $\Delta w(\cdot) = x$  prevalece para o mesmo poder de barganha.<sup>15</sup>

As condições acima apresentam *trade-off* resultante da adoção pelo governo de uma política de verificação de conluio. Quando o proprietário de terras não é diretamente punido pelo fato de fazer conluio  $\alpha = 0$ , a estratégia de conluio é sempre dominante, desde que

15 O caso geral satisfaz os seguintes subcasos:  $\left\{ \begin{array}{l} \alpha > \eta \Rightarrow \frac{\Delta w(\cdot)}{\eta} > \frac{\Delta w(\cdot)}{\alpha} \quad (a) \\ \alpha = \eta \Rightarrow \frac{\Delta w(\cdot)}{\eta} = \frac{\Delta w(\cdot)}{\alpha} \quad (b) \\ \alpha < \eta \Rightarrow \frac{\Delta w(\cdot)}{\eta} < \frac{\Delta w(\cdot)}{\alpha} \quad (c) \end{array} \right.$

para cada subcaso, existe uma condição especial para o equilíbrio de

Nash. Caso (a): a existência do equilíbrio de Nash implica que:

$$\omega < \frac{\Delta w(\cdot)}{\alpha}; \text{ case (c): } \omega < \frac{\Delta w(\cdot)}{\eta}.$$

$\delta > \varepsilon$ , o que, por sua vez, é sempre satisfeito.

O conluio é a estratégia dominante para o oficial sempre que  $\eta = 0$ . Então, é crucial que a política de auditoria seja complementada com penalizações. Contudo, impor penalidades é uma condição necessária, mas não suficiente, à medida que o oficial pondera a penalidade contra os ganhos provenientes das propinas.<sup>16</sup>

**Teorema 1:** Num ambiente de Assimetria de informação, a política de auditoria e penalização é uma condição necessária, mas não suficiente para inibir a ação de oficiais corruptos.

Prova:

Suponha, para o mesmo poder de barganha, que  $\eta = \alpha$ . Se  $\eta = 0$ , então, a condição de conluio implica que  $\Delta w(p, t > t_m) > 0$ , que é satisfeito por definição. Se  $\eta \neq 0$  e  $\omega \in (0, 1]$ , a condição de conluio implica que  $\omega \cdot \eta < \Delta w(p, t > t_m)$ ; então, maiores penalidades para os oficiais (i.e.,  $\Delta \eta > 0$ ) viola a condição, se  $\Delta w(p, t > t_m)$  permanecer constante (i.e.,  $\Delta w(\cdot) < (\eta + \Delta \eta) \cdot \omega$ ).

Contudo, a condição não é violada (i.e.,  $\Delta w^*(\cdot) > \omega \cdot \eta^*$ , onde  $\Delta w^*(\cdot) > \Delta w(\cdot)$ , e  $\eta^* > \eta$ ), se, e somente se, para um dado  $\bar{\omega}$ , há  $\Delta \eta$ , tal que:  $\Delta \eta < \Delta(\Delta w(\bar{p}, t > t_m))$ . Neste caso, maiores penalidades não inibem o problema da corrupção (i.e., a condição de Nash é sempre satisfeita).

Do teorema acima, é possível concluir que a política de auditoria inibe a corrupção, mas não garante a sua erradicação, devido às condições previamente citadas. Este resultado é o oposto da maioria das pesquisas no assunto.

Outro resultado do teorema 1 é que aumentar a penalidade para os indivíduos que são pegos fazendo o desmatamento ilegal,  $\delta$ , pode minar os objetivos do governo, estimulando o conluio e, conseqüentemente, o aumento do desmatamento ilegal.

<sup>16</sup> A penalidade é uma condição suficiente quando  $\omega = 1$ .

Isto é, quando  $\eta > \Delta w(p, t > t_m)$ . Este ponto, é crucial para entender o porquê de como políticas de maiores penalizações podem promover maiores níveis de desmatamento ilegal.

Anteriormente, foi definido que:  $\delta = \varepsilon + x$ , onde  $x$  é parte da penalização que fica para o proprietário de terra. Então, se as condições explicitadas no teorema 1 se verificarem, aumentar a penalização para o desmatamento ilegal apenas aumenta o montante dividido entre o proprietário de terra e o oficial.<sup>17</sup> O seguinte teorema resume o achado, que é diferente de outras pesquisas no assunto.

**Teorema 2:** Para qualquer  $\omega \in (0, 1]$ , um aumento da penalidade para o proprietário de terra que faz o desmatamento ilegal,  $\delta$ , promove maiores incentivos para o conluio, aumentando, assim, o desmatamento ilegal.

Prova:

Assume primeiramente que ambos os indivíduos estão numa situação de indiferença e que as condições indicadas no teorema 1 sejam válidas, isto é, supõe que as seguintes condições vigoram:

$$(1 - \omega)(w + \Delta w(t > t_m)) + \omega(w + \Delta w(t > t_m) - \eta) = w \quad (3)$$

$$(1 - \omega)(\pi(p, t) + \Delta \pi(p, t > t_m) - \varepsilon) + \omega(\pi(p, t) + \Delta \pi(p, t > t_m) - (\varepsilon + \eta)) = \pi(p, t) + \Delta \pi(p, t > t_m) - \delta \quad (4)$$

Assume que  $\omega \in \mathfrak{R}^+$ ,  $\omega < 1$ ; então, para  $\Delta \delta > 0$ , condição (3) é satisfeita por uma desigualdade:

$$(1 - \omega)(w + \Delta w(t > t_m)^*) + \omega(w + \Delta w(t > t_m) - \eta) > w$$

onde  $\Delta w(t > t_m)^* > \Delta w(t > t_m)$

logo,  $\frac{\partial [E(G)_o]}{\partial \delta} = \frac{\partial [E(G)_o]}{\partial \varepsilon} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \delta} > 0$ , dado que

$$\Delta w(t > t_m) = \varepsilon^{18}$$

Onde  $E(G)_o$  representa o ganho esperado do oficial. Então, o oficial concorda em fazer o conluio proposto pelo proprietário de terra. Falta analisar, neste caso, como o proprietário de terra avalia a proposta de

<sup>17</sup> Neste caso, o aumento da penalidade apenas muda o poder de barganha entre os participantes do jogo de barganha. É fácil mostrar que esta situação implica que  $x \rightarrow 0$  quando  $\delta \rightarrow \infty$ .

<sup>18</sup> Quando a penalidade aumenta, (i.e.,  $\Delta \delta \in \mathfrak{R}^+$ ), existem alguns subcasos, dependendo do poder de barganha entre os

$$\text{jogadores: } \Delta \delta > 0 \Rightarrow \begin{cases} x \uparrow \text{ and } \varepsilon \uparrow & \text{(I)} \\ x = \bar{x} \text{ and } \varepsilon \uparrow & \text{(II)} \\ x \uparrow \text{ and } \varepsilon = \bar{\varepsilon} & \text{(III)} \end{cases}$$

O caso (I) representa o mesmo poder de barganha (i.e.,  $\Delta \varepsilon = \Delta x$ ).

conluio feita pelo oficial. Condição (4) é a situação em que o proprietário de terra é indiferente em fazer conluio ou não. Para  $\Delta\delta > 0$ , temos que:

$$(1-\omega)(\pi(p,t)+\Delta\pi(p,t>t_m)^*-\varepsilon^*)+ \\ +\omega(\pi(p,t)+\Delta\pi(p,t>t_m)^*-(\varepsilon^*+\alpha))>\pi(p,t)+\Delta\pi(p,t>t_m)-\delta^*$$

Onde  $\Delta\pi(p,t>t_m)^* > \Delta\pi(p,t>t_m)$

$$\text{Logo, } \frac{\partial[E(G)_L]}{\partial\delta} > 0$$

A identidade  $\varepsilon = \delta - x$  foi utilizada.

Onde  $E(G)_L$  representa o ganho esperado pelo proprietário de terra.<sup>19</sup>

Assim, existe um incentivo para o conluio, do ponto de vista do proprietário de terra.

O teorema anterior deixa claro que, na presença de assimetria de informação, as políticas adotadas podem minar os objetivos do governo. As pesquisas sobre o efeito da corrupção nos casos de desmatamento ilegal têm negligenciado os efeitos adversos das políticas adotadas pelos governos.

O teorema 2 considera a probabilidade em que o oficial é investigado como dado ( $\omega = \bar{\omega}$ ). As condições de indiferença para ambos os jogadores são dadas por:

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta w(p,t>t_m)}{\eta} \quad (5)$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta w(p,t>t_m)}{\alpha}, \quad (6)$$

Onde  $x = \Delta w(\cdot)$ , i.e., para o mesmo poder de barganha.

Um aumento das multas pelo desmatamento ilegal aumenta o numerador de ambas as condições. A única maneira de compensar o aumento do numerador, no caso do oficial, é aumentar  $\omega$  ou  $\eta$ . No caso do proprietário de terra, é necessário aumentar  $\omega$  ou  $\alpha$ .

**Corolário 1:** A política de maiores penalidades resolve o problema da corrupção, se, e somente

se, as condições (5) e (6) forem violadas. Assim, é necessário tornar mais duras as penalidades para os oficiais corruptos, ou, de outro modo, aumentar as auditorias aos oficiais.

Prova:

1º caso - Mesmo poder de Barganha:

$$\Delta w(t_i > t_m, p) = \frac{1}{2} \delta^* = x.$$

Dado que  $\delta^* = \delta + \tau$ , onde  $\tau \in \mathfrak{R}^+$ , segue-se que:

$\forall \delta^* \in \mathfrak{R}^+$ , implica que:

$\Delta(\Delta w(\cdot)) \in \mathfrak{R}^+$  e  $\Delta x \in \mathfrak{R}^+$ ; como resultado, tem-se que:

$$\Delta(\Delta w(\cdot)) > \Delta\eta \rightarrow \bar{\omega} < \frac{\Delta w^*(\cdot)}{\eta^*}, \text{ então,}$$

a condição de indiferença no caso do oficial é violada, e ele concorda em fazer conluio. Mas, se

$\Delta(\Delta w(\cdot)) < \Delta\eta \rightarrow \bar{\omega} > \frac{\Delta w^*(\cdot)}{\eta^*}$ , o oficial opta por não fazer o conluio.

$\Delta x > \Delta\alpha \rightarrow \bar{\omega} < \frac{\Delta x^*}{\alpha^*}$ , isto é, a condição de indiferença do proprietário de terra é violada e ele opta em fazer o conluio. O oposto é dado por  $\Delta x < \Delta\alpha \rightarrow \bar{\omega} > \frac{\Delta x^*}{\alpha^*}$ , que inibe o conluio.

2º caso - Diferente Poder de Barganha:

$$\Delta w(t_i > t_m, p) \neq \frac{1}{2} \delta^*, \text{ i.e., caso (II) ou (III) (veja nota 21).}$$

A demonstração é a mesma, no entanto, dado que  $\forall \delta^* \in \mathfrak{R}^+$ , existe uma região  $R_d$ , onde  $R_d = \{x_i : \Delta x \in \mathfrak{R}_0^+\}$ . A região R representa o conjunto na reta para o qual a condição de conluio é satisfeita para qualquer  $x$ , dado que o lucro do proprietário de terra ao fazer o conluio é positivo, ou:  $\varepsilon < \delta$ . Assim, o caso (III) (ver nota 21) nunca chega a acontecer, porque o poder de barganha do proprietário de terra vai para zero quando a penalidade vai para infinito (i.e.,  $x \rightarrow 0$  quando  $\delta \rightarrow \infty$ ). Assim, enquanto a penalidade aumenta, a região  $R_d$  é formalmente representada por  $R_d = \{x_i : \Delta x \in \mathfrak{R}\}$  (i.e., a reta real,  $\mathfrak{R}$ ).

Pelo que foi formulado anteriormente, o seguinte corolário é derivado:

**Corolário 2:** O poder de barganha não influencia

<sup>19</sup> Onde

$$E(G)_L = (1-\omega)(\pi(p,t)+\Delta\pi(p,t>t_m)-\varepsilon)+\omega(\pi(p,t)+\Delta\pi(p,t>t_m)-(\varepsilon+\alpha)) \text{ e} \\ E(G)_O = (1-\omega)(w+\Delta w(t>t_m))+\omega(w+\Delta w(t>t_m)-\eta).$$



Políticas	Efeitos			
	Situação: $\Delta\eta, \Delta x, \Delta\alpha$ $\Delta(\Delta w(t > t_m))$	Estratégia do proprietário de terra	Estratégia do oficial	Desmatamento ilegal
Aumenta " $\delta$ ", e $\omega = 0$ .	$\Delta(\Delta w(t > t_m)) \in \mathfrak{R}^+$ $\Delta\alpha = 0, \Delta\eta = 0$	Fazer conluio	Fazer conluio	Aumenta
Aumenta " $\delta$ ", e $\omega = \bar{\omega} \in (0,1)$	$\Delta(\Delta w(t > t_m)) > \Delta\eta$	Fazer conluio	Fazer conluio	Aumenta
	$\Delta(\Delta w(t > t_m)) < \Delta\eta$	Não fazer conluio	Não fazer conluio	Diminui
Aumenta " $\omega$ ", e $\delta = \bar{\delta} \in \mathfrak{R}^+$ .	$\omega > \omega^*$ ,	Não fazer conluio	Não fazer conluio	Diminui
	$\omega < \omega^*$	Fazer conluio	Fazer conluio	Aumenta

**Quadro 1 – Resumo dos Efeitos das Políticas do Governo**

**Fonte:** Elaboração Própria dos Autores.

**Nota:** Na construção do Quadro 1, seguem-se algumas notas simplificadoras:

- i.  $\omega^* = \frac{\Delta w(\cdot)}{\eta}$ ,  $\omega^* = \frac{\Delta w(\cdot)}{\alpha}$  são os valores nos quais os jogadores (oficial/proprietário) são indiferentes em relação a fazer o conluio ou não;
- ii. Foi utilizado o caso do mesmo poder de barganha, i.e.,  $x = \Delta w(\cdot)$  and  $\Delta x = \Delta(\Delta w(\cdot))$ ;
- iii. Foi suposto o caso em que  $\alpha = \eta$  and  $\Delta\eta = \Delta\alpha$ .

a decisão do proprietário de terra, sempre que a condição acima é satisfeita. Qualquer  $\varepsilon \leq \delta$ , ponderado pela probabilidade de ser investigado, promove incentivo ao conluio.

O resultado acima mostra que a atual política pode favorecer o desmatamento ilegal, mesmo quando haja um processo de auditoria interna. Além de auditorias internas, devem existir meios legais que assegurem a punição dos indivíduos engajados em atividades ilegais.

O Quadro 1 resume os efeitos de cada política adotada pelo governo no processo de desmatamento ilegal:

O Quadro 1 mostra que, quando o oficial e o proprietário concordam em fazer o conluio, as políticas implementadas pelo governo podem ser ineficientes.

A situação investigada neste trabalho mostra que a interação de cada jogador com o outro cria o incentivo para a perpetuação da fraude, tornando inócuos os esforços do governo na luta pelo controle do desmatamento ilegal. Um novo modelo de incentivo

e regulação deve ser implementado como forma de mitigar o incentivo dos agentes em fazer o conluio.

### 3 – CONCLUSÃO

A presença da assimetria de informação na economia favorece os indivíduos a tentarem lucrar em situações atípicas.

As controvérsias sobre as causas do desmatamento estão focalizadas no proprietário de terra. Contudo, a assimetria de informação também promove a existência de outros fatores responsáveis pelo desmatamento ilegal. Corrupção é um fator ao qual não tem sido dada adequada atenção por parte do governo.

Para mostrar como a assimetria de informação induz a comportamentos oportunistas por parte dos oficiais encarregados pela fiscalização, um jogo simultâneo de informação perfeita/completa foi elaborado. O atual trabalho contribui para a literatura nacional com relação às causas do desmatamento da floresta amazônica, à medida que incorpora a

corrupção como novo elemento. O modelo mostra que existe um equilíbrio em que a estratégia dominante dos jogadores é fazerem o conluio. A implicação deste resultado é a total ineficiência das políticas do governo.

Um dos resultados mais provocantes é que políticas de maiores penalizações para os proprietários de terra podem incentivar o desmatamento ilegal. A existência de um ambiente de assimetria de informação promove o incentivo a atividades ilegais.

A auditoria é necessária, mas não o suficiente para inibir práticas corruptas. Devem ser introduzidas novas formas de lidar com o problema, assim como proverem-se os instrumentos necessários para a punição dos responsáveis da prática de corrupção.

Este trabalho defende que o atual relacionamento entre o governo e o fiscal do Ibama deve ser modificado como forma de mitigar o problema da corrupção. A investigação interna deve ser implementada como forma de criar um suporte forte para desencorajar comportamentos oportunistas.

## ABSTRACT:

The recent policy imposes heavier penalties and closer surveillance to individuals engaged in illegal deforestation. This paper disputes the alleged effects of this policy. A new variable is added to the problem: corrupt behavior. An analysis is made of how asymmetry of information between the government and the official in charge of inspection may affect deforestation. By using Agency Theory, a simultaneous static game of complete/perfect information between the landowner and the official is simulated. Then, the resulting Nash equilibrium is analyzed. Results show that the actual relationship between the government and the Ibama officials promote incentive to collusion. Also, the results shown that a policy oriented to surveillance of landowners is a necessary but not sufficient condition to guarantee the conservation of the Amazon rainforest. Also, harsher policies may lead up, in some cases, to increased illegal deforestation.

## KEY WORDS:

Collusion. Nash Equilibrium. Deforestation.

## REFERÊNCIAS

AMACHER, G. S. Corruption: a challenge for economist interested in forest policy design. **Journal of Forest Economics**, v. 12, n. 2, p. 85-89, 2006.

AMACHER, G. S.; KOSKELA, E.; OLLIKAINEN, M. **Forest concessions, corruption, and policy instruments**. New York: Elsevier, 2006. (Working Paper).

BYRON, R.; WIBOWO, D. Deforation mechanisms: a survey. **International Journal of Social Economics**, v. 26, n. 1/3, p. 455-474, 1999.

BANFIELD, E. Corruption as a feature of government organization. **Journal of Law and Economics**, v. 18, n. 3, p. 587-605, 1975.

BRANNLUND, R. Conservation or exploitation: forest policy in an evolving society. **Journal of Forest Economist**, v. 10, n. 3, p. 119-121, nov. 2004.

CALDAS et. al. Ciclo de vida da família e desmatamento na Amazônia: combinando informações de sensoriamento remoto com dados primários. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 4, p. 683-711, out./dez. 2003.

CONTRERAS, H. A. **Emerging best practices for combating illegal activities in forest sector**. [S.l.]: World Bank, 2003.

\_\_\_\_\_. **Forest law enforcement**. [S.l.]: Centre for International Forestry Research, 2001. (Occasional Paper, n. 30).

KOMERO, G., NAIR, C.T., NJUKI, J. **What shapes forestry in Africa?: lessons learnt on sustainable forest management in Africa**. [S.l.: s.n.], 2004.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Cidade de Publicação: Banco Mundial, 2003.

MOOKHERJEE, D.; PNG, I. P. Corruptible law enforcers: how should they be compensated?. **The Economic Journal**, v. 105, n. 428, p. 145-159, 1995.

PALO, M. **How does corruption drive deforestation in the tropics?.** Helsinki: Forest Research Institute, 2002.

PELLEGRINI, L. **The rule of the jungle in Pakistan:** a case study on corruption and forest management in Swat: nota de trabalho n. 91. [S.l.: s.n.], 2007.

TIROLE, J.; FUNDENBERG, D. **Game theory.** Cambridge: Mit Press, 1991.

---

Recebido para publicação em: 19.10.2009

