

Pontos-Chave:

- ✓ O aumento da eficiência das ações de comando e controle do desmatamento pelo IBAMA só foi possível após profundas mudanças organizacionais e tecnológicas na forma que o desmatamento é detectado, as ações de fiscalização são coordenadas e os autos de infração, lavrados.
- ✓ A publicação da localização dos polígonos de desmatamento como o PRODES em 2003 e posteriormente com o DETER possibilitou uma mudança organizacional e estratégica na forma de coordenar e realizar as ações de combate ao desmatamento.
- ✓ O resultado foi um aumento significativo no número de operações e de autos de infração por desmatamento ilegal lavrados pelo IBAMA na Amazônia Legal. Essas operações aumentaram de 26 para 134 de 2004 para 2008. Com um aumento significativo nos agentes envolvidos.
- ✓ As visitas constantes do IBAMA a determinadas regiões começaram a gerar uma mudança de hábito do produtor em relação ao desmatamento, criando um efeito positivo na inibição dessa prática. Essa mudança ficou clara quando relacionados os dados dos municípios que mais reduziram o desmatamento entre 2008 e 2012 com os dados dos autos de infração dos anos anteriores.
- ✓ Por fim, o desafio do comando e controle é que não se pode esperar que o IBAMA chegue a visitar a maior parte dos desmatamentos suspeitos da região. Além disso, o caráter aleatório do comando e controle gera questionamentos enquanto a sua legitimidade. Para isso deve-se buscar novas estratégias de monitoramento que possam ser compatíveis com os recursos do órgão. Neste contexto, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) poderia fornecer a base de um controle do território de menor custo e considerado mais justo tendo em vista o seu caráter universal.

Introdução

O desmatamento é uma das principais fontes de gases do efeito estufa, contribuindo com 15% das emissões em nível global (IPCC, 2014). Após décadas de altas taxas de desmatamento na Amazônia brasileira, entre 2005 e 2012 foi possível observar reduções significativas na velocidade da perda de cobertura florestal na região (Nepstad *et al.* 2014). Não existe ainda um consenso científico sobre os fatores que geraram esse resultado, porém, diferentes estudos apontam para o papel das ações de comando e controle realizadas pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais). Por exemplo, Hargrave e Kis-Katos (2012) mostraram que o aumento de 1% no número de multas nos municípios possibilitou a redução local de 0,2% no desmatamento anual. Ao mesmo tempo, Arima *et al.* (2014) e Assunção *et al.* (2014) estimaram que a atuação dos fiscais do IBAMA evitaram entre 3,5 e 11 mil km² de desmatamento na Amazônia. Nesse boletim mostraremos que o resultado da ação do IBAMA só foi possível após profundas mudanças organizacionais e tecnológicas na forma que o desmatamento é detectado, as ações de fiscalização são coordenadas e os autos de infração, lavrados. Para compreender essas transformações começaremos mostrando como era realizado o trabalho de campo do IBAMA desde sua criação até por volta de 2003, e como a introdução de novas tecnologias desenvolvidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) mudaram suas práticas a partir do relato de fiscais do IBAMA que atuam em Mato Grosso e cientistas que contribuíram para o desenvolvimento de sistemas de detecção do desmatamento. Na última parte do boletim será discutido os limites do comando e controle no combate ao desmatamento na Amazônia.

AUTORES

RAONI RAJÃO*, ANE ALENCAR** E ANDREA AZEVEDO**

* UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)

** INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM)

PARA CORRESPONDÊNCIA, CONTATAR
ANE@IPAM.ORG.BR

O controle do desmatamento na era do “olhômetro”

Desde a década de 1970 o governo tem investido em tecnologias de sensoriamento remoto por satélite com o objetivo de medir a mudança do uso do solo na Amazônia. Essas pesquisas possibilitaram a criação, em 1989, do PRODES (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este projeto foi criado para produzir uma estimativa anual de área total de perda de floresta em quilômetros quadrados agregada para os nove Estados da Amazônia Legal. Apesar da importância do PRODES para elaboração de políticas, durante as primeiras décadas de sua criação o sistema teve pouca utilidade para guiar as ações de campo. Isso ocorreu porque o PRODES fornece dados com frequência anual, sendo necessário mais de um ano para a publicação dos resultados. Por esse motivo, diferentes fiscais do IBAMA relataram que o dado do INPE chegava até eles quando já era tarde demais para coordenar ações de fiscalização capazes de impedir o avanço do processo de desmatamento. Além disso, a localização exata dos desmatamentos na Amazônia (i.e., o mapa do desmatamento) era um dado reservado e de difícil acesso aos fiscais do IBAMA, sendo que o dado agregado por estado não fornecia o nível de informação necessário para guiar as ações de campo.

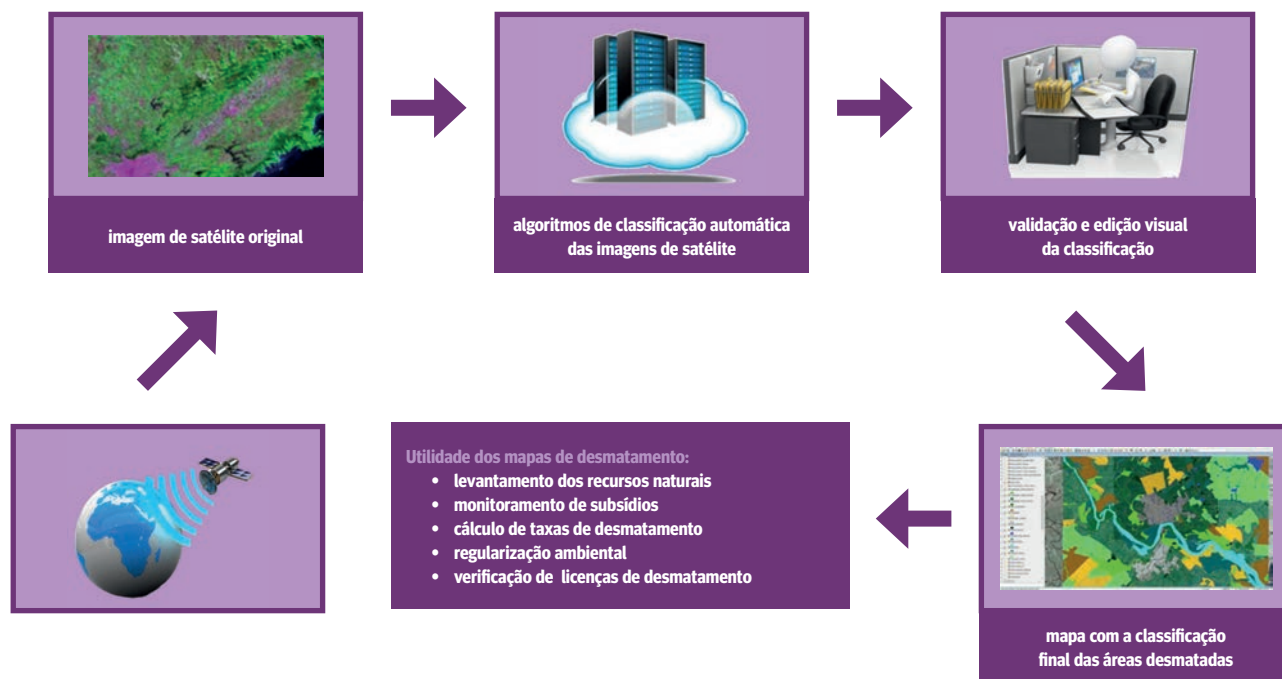
Visto que o PRODES era utilizado somente para a elaboração de políticas e não a sua implementação, os fiscais do IBAMA dependiam de denúncias e fiscalizações extensivas para encontrar novos desmatamentos. Porém, muitas vezes essas denúncias não eram confirmadas no campo pela dificuldade de encontrar os locais indicados pelas chamadas. Ao mesmo tempo, as ações extensivas tinham baixa produtividade, já que os fiscais nem sempre encontravam desmatamentos recentes passíveis de multa durante as rondas. Além da dificuldade de detectar novos desmatamentos, os fiscais também relataram que os poucos autos de infração emitidos também eram frágeis juridicamente. Por exemplo, um fiscal com mais de uma década de experiência no combate ao desmatamento em Mato Grosso relatou que “no passado todas as nossas medidas eram feitas no ‘olhômetro’, mas dessa forma os advogados dos fazendeiros conseguiram muito facilmente contestar na justiça essas medidas aproximadas”. As observações acima indicam que a incapacidade do IBAMA em atuar de modo efetivo na redução do desmatamento da Amazônia antes de 2004 não era resultado somente da escassez de recurso e da falta de vontade política (Becker, 2001), mas também da falta de recursos tecnológicos e práticas organizacionais capazes de lidar com os desafios logísticos da região Amazônica.

A revolução tecnológica e organizacional do IBAMA

A partir de 2003 ocorreram, inicialmente no INPE e em seguida no IBAMA, transformações tecnológicas e organizacionais que possibilitaram a emergência de novas práticas de controle do desmatamento na Amazônia. A fim de melhorar a transparência, a partir de 2003 o INPE começou a publicar online não só valores agregados, mas também o mapa detalhado de desmatamento e as imagens de satélite utilizadas no mapeamento, indicando a localização de clareiras individuais. No ano seguinte, de modo a atender a demanda dos fiscais do IBAMA que pediam dados de desmatamento com maior frequência, o INPE desenvolveu o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER). De modo geral, o PRODES e o DETER detectam o desmatamento com base em imagens dos satélites americano Landsat e cino-brasileiro CBERS, no caso

do primeiro, e do americano MODIS no caso do segundo sistema. Essas imagens são processadas por um algoritmo de computador e interpretadas por uma equipe de técnicos e cientistas. Em seguida, esses sistemas geram um mapa georreferenciado de toda a Amazônia, com polígonos individuais indicando a localização do desmatamento com frequência anual e resolução espacial de 30 m, no caso do PRODES, e quinzenal com resolução espacial de 260 m, no caso do DETER (**FIGURA 1**). Devido à resolução temporal e espacial destes produtos ser diferenciada, eles têm propósitos distintos. Enquanto o PRODES é utilizado para gerar o dado oficial de desmatamento da Amazônia, o DETER não foi concebido para calcular a área; pela sua frequência ser maior, sua principal função é de apontar as regiões onde há alerta de desmatamento.

FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO FUNCIONAMENTO DO PRODES E DETER.
(Fonte: figura adaptada de Rajão e Hayes 2009)



Hoje, o PRODES e o DETER são usados intensivamente por diferentes grupos dentro e fora do governo. PRODES, dada a sua confiabilidade e comparabilidade, atualmente é o principal sistema utilizado em estudos sobre mudança de uso do solo na Amazônia, sendo que a publicação online dos dados detalhados do desmatamento possibilitou uma série de novos estudos mostrando, por exemplo, o papel das áreas de proteção ambiental como barreiras contra o avanço da fronteira agrícola e das estradas e outras infraestruturas como vetores do desmatamento (Ex. Soares-Filho *et al.*, 2010). Porém, a principal mudança decorrente do desenvolvimento desses sistemas foi a adoção dessa tecnologia por fiscais do IBAMA para coordenar ações de combate ao desmatamento. É necessário notar que a lógica de “tempo real” do DETER ainda não consegue responder integralmente as necessidades impostas pela lógica do trabalho de campo do IBAMA. Enquanto supõe-se que o DETER é utilizado pelos fiscais para apontar áreas recém detectadas e autuar os infratores “com a motosserra na mão”, a prática é substancialmente diferente. Por causa das longas distâncias a serem percorridas, más condições das estradas e o número limitado de guardas florestais, os coordenadores de fiscalização costumam esperar que os desmatamentos em uma determinada área se acumulem até certo nível antes de enviar uma equipe para a região.

Esta estratégia de eficiência na gasto de tempo e de recurso, acaba por priorizar áreas com alta taxa de incidência e/ou concentração de alertas. Sendo assim, com exceção do alerta da ocorrência de grandes polígonos individuais de floresta desmatada principalmente em unidades de conservação, raramente o DETER foi utilizado como fonte de dados em “tempo real” pelos fiscais para multar desmatamentos individuais assim que eles se apresentam no sistema.

Mas, apesar dessa limitação, a possibilidade de detectar o desmatamento no decorrer do ano melhorou claramente a capacidade de identificar e autuar os produtores que desmatam suas terras ilegalmente. A importância do DETER nas ações de comando e controle tem início no processo de planejamento das ações na sede do IBAMA em Brasília. A partir da observações das tendências de desmatamento na Amazônia fornecidas pelo DETER, os coordenadores das áreas de monitoramento e fiscalização podem decidir por realizar missões de grande envergadura, deslocando fiscais, veículos e helicópteros de diferentes regiões do país para atuar em frentes específicas. Entre essas missões se destacam o Arco de Fogo, Arco Verde, Caopora, Mesopotâmia, Ira dos Guardiões e a Operação Boi Pirata ocorridas entre 2008 e 2010. O DETER também é utilizado pelos geren-

tes das regionais do IBAMA para coordenar ações rotineiras de fiscalização após verificar que certo número de pontos de desmatamento se acumulou em uma dada região, de modo a justificar o deslocamento de uma equipe de campo. Como relatado por diferentes gerentes do IBAMA, após a introdução do DETER as equipes de fiscalização são enviadas a campo somente após a definição precisa dos pontos de desmatamento a serem averiguados. Do ponto de vista administrativo, isso significa que é possível aumentar a eficiência das ações dos fiscais ao estabelecer roteiros que maximizam o número de pontos de desmatamento visitados por missão. O uso do GPS juntamente com os dados de desmatamento fornecido pelo DETER também facilita a identificação no território de áreas específicas (FIGURA 2). Além disso, ao definir centralmente as áreas a serem investigadas, diminui-se a capacidade discricional dos fiscais e a possibilidade de corrupção.



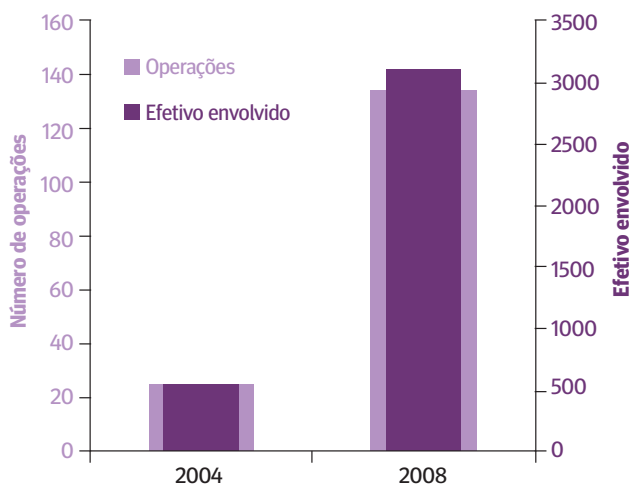
FIGURA 2. FISCAL DO IBAMA USANDO O DETER E UM DISPOSITIVO GPS PARA AGIR CONTRA O DESMATAMENTO ILEGAL NA AMAZÔNIA. (Fonte: retirada de Rajão e Haynes, 2009) Foto de Raoni Rajão

Operações do IBAMA

No período entre 2004 e 2008 houve um aumento significativo no número de operações e de autos de infração por desmatamento ilegal lavrados pelo IBAMA na Amazônia Legal. Em 2004 houve somente 26 operações conjuntas que contaram com um efetivo de 549 agentes do IBAMA, Exército e Polícias Militar, Federal e Rodoviária. Já em 2007 o número de operações chegou a 134, envolvendo um efetivo de 3102 agentes (FIGURA 3). Essas operações, juntamente com as ações de fiscalização rotineiras, aumentaram significativamente o número de autos de infração por desmatamento ilegal, saindo de 34 em 2004 e chegando a 1178 em 2011, após um pico de 2032 em 2007 (FIGURA 4). Dessa forma, o IBAMA partiu de um contexto onde era capaz de realizar autos de infração cuja área total contabilizava somente 0,3% do desmatamento ocorrido em 2005 para uma situação na qual essa área alcançou 31,6% do desmatamento detectado pelo PRODES em 2008 (FIGURA 4). Entre 2004 e 2011 o IBAMA foi capaz de responsabilizar 12,4% das áreas desmatadas no período. Também foi possível observar um aumento na provisão orçamentária do IBAMA, partindo de R\$ 843 milhões em 2004 e chegando a R\$ 1,5 bilhões (considerando também o ICMBio e SFB) em 2011. Esse aumento possibilitou o incremento do efetivo de servidores do IBAMA, passando

de 5.300 em 2003 para 6.100 em 2007. Porém, somente quando consideramos as transformações organizacionais e tecnológicas ocorridas no IBAMA nesse período é que podemos compreender como foi possível obter um ganho de escala tão expressivo na capacidade do IBAMA de realizar ações de comando e controle no território.

FIGURA 3. NÚMERO DE OPERAÇÕES E EFETIVO ENVOLVIDO NAS MESMAS EM 2004 E 2008. (Fonte: SICAFI/IBAMA)



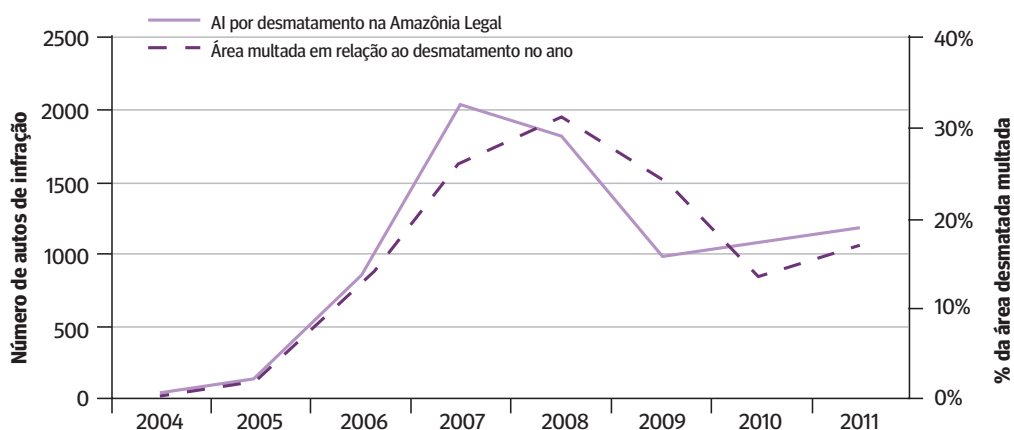


FIGURA 4. AUTOS DE INFRAÇÃO (AI) POR DESMATAMENTO ILEGAL NA AMAZÔNIA LEGAL (LINHA SÓLIDA) E PORCENTAGEM DA ÁREA MULTADA PELO IBAMA EM RELAÇÃO AO DESMATAMENTO MEDIDO PELO PRODES (LINHA PONTILHADA). (Fonte: SICAFI/IBAMA e PRODES/INPE)

Os sistemas de monitoramento e as imagens de satélite fornecidas pelo INPE possibilitaram não só um aumento da quantidade de multas lavradas, mas também na melhora de sua qualidade do ponto de vista legal. Em oposição aos autos realizados no “olhômetro” mencionados acima, os fiscais do IBAMA utilizam cada vez mais sistemas de informação geográficas, como o ArcGIS, juntamente com os dados de sensoriamento remoto fornecidos pelo INPE

para substanciar os autos de infração. Sendo assim, esses autos de infração são acompanhados por relatórios técnicos que definem com precisão o local, período e extensão do desmatamento. Dessa forma, é possível substanciar a existência do crime ambiental do ponto de vista legal sem a necessidade de depender de testemunhos e outras formas de evidências que podem ser mais facilmente questionadas no âmbito administrativo ou penal.

Geografia da fiscalização

A disponibilidade dos polígonos de desmatamento, seja através do programa PRODES uma vez ao ano ou através do DETER uma vez a cada quinze dias, tem tido um papel importante para criar uma nova geografia da fiscalização na Amazônia, com importante consequência para o controle do desmatamento. Essa nova estratégia de fiscalização tem como principal característica o uso de grandes polígonos de florestas desmatadas ou a grande concentração de polígonos de desmatamento para guiar as visitas do IBAMA e suas operações de fiscalização (Börner *et al.*, 2014). As visitas constantes do IBAMA a determinadas regiões gera uma mudança de hábito do produtor em relação ao desmatamento, criando um efeito positivo na inibição dessa prática. Para ilustrar a relação entre o efeito das visitas na redução do desmatamento, foram mapeados os autos de infração, entre 2004 e 2008, para aqueles municípios

que mais reduziram o desmatamento depois de 2008 (FIGURA 5). Neste contexto, o município de São Félix do Xingu, no Pará, que encabeçou a lista do desmatamento na Amazônia durante muitos anos, sofreu um aumento de mais de 60% no número de autos de infração de 2004 para 2008, reportando um decréscimo representativo de até 50% nas taxas de desmatamento posteriores a este período. Municípios como Boca do Acre, no Amazonas, e Novo Progresso e Paragominas, no Pará, também sofreram um aumento de mais de 30% no número de autos de infração e tiveram sua redução considerável nas taxas de desmatamento municipais. O fato de poder ser estratégico sobre onde investir na fiscalização tem feito dessa estratégia de comando e controle um dos principais fatores que contribuem efetivamente para a redução do desmatamento (Hargrave & Kis-Katos 2012).

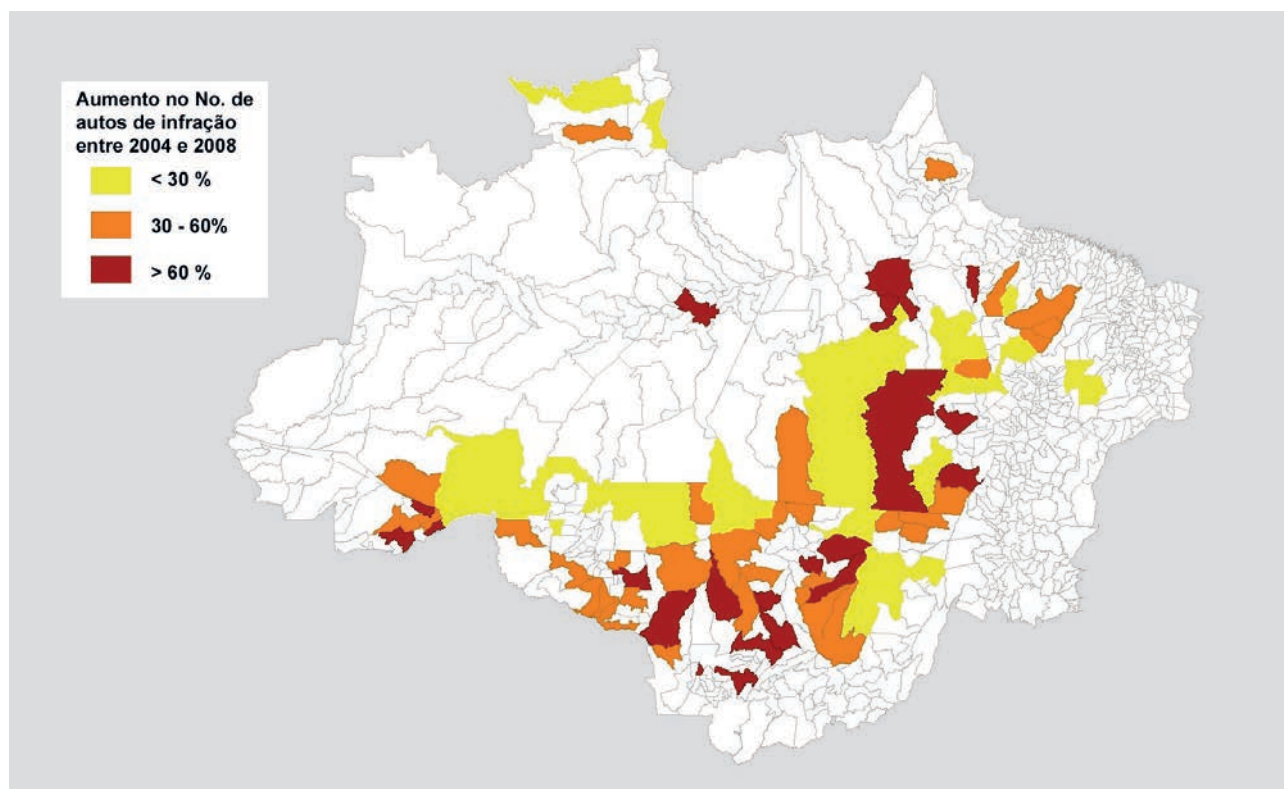


FIGURA 5. AUMENTO DO NÚMERO DE AUTOS DE INFRAÇÃO ENTRE 2004 E 2008 NOS MUNICÍPIOS QUE MAIS CONTRIBUÍRAM PARA A REDUÇÃO DO DESMATAMENTO ENTRE 2008 E 2012. Fonte: SICAFI/IBAMA e PRODES/INPE.

Limites das ações de comando e controle

Apesar de constatar que as ações de comando e controle realizadas pelo IBAMA foram eficazes em termos de redução do desmatamento, é preciso reconhecer que esse instrumento de controle contém sérias limitações financeiras, logísticas e normativas. A partir de alguns cálculos aproximativos, é possível observar que esse modelo de controle do território é extremamente custoso. Se considerarmos somente o total de autos de infração emitidos pelo IBAMA na Amazônia entre 2004 e 2011 (ignorando as demais atividades do instituto) e o orçamento executado pelo IBAMA, ICMBio e SFB neste período, obtemos o valor de R\$ 351 mil por auto de infração. Supondo que exista uma relação direta e constante entre o orçamento do IBAMA e as áreas atuadas, caso se pretenda responsabilizar 80% dos desmatamentos detectados pelo PRODES, seria necessário aumentar o orçamento do IBAMA em aproximadamente seis vezes, chegando a um valor superior a R\$ 6 bilhões. Mesmo se considerarmos os recursos potenciais do REDD+

para monitoramento e controle (Soareas-Filho *et al.*, 2010) é pouco provável que seja politicamente viável para o governo destinar para este setor um valor de proporções similares a programas prioritários como o Bolsa Família¹.

Mudanças no padrão do desmatamento também apontam para os limites logísticos do modelo de fiscalização *in loco* praticado pelo IBAMA. No início da década atual as novas áreas desmatadas na Amazônia cobriam grandes extensões, o que facilitava o trabalho do IBAMA que, com a visita de poucos pontos, conseguiam responsabilizar uma porção significativa do desmatamento. Porém, com a intensificação do uso do PRODES e do DETER para selecionar as áreas

¹Esses valores são meramente indicativos da ordem de grandeza do custo das atividades do IBAMA e dos eventuais limites financeiros para sua expansão. Obviamente, é também plausível a existência de efeito multiplicador das ações de comando e controle, na qual os investimentos geram uma redução do desmatamento superior a uma relação linear suposta acima.

que serão visitadas, o padrão do desmatamento sofreu um processo de fragmentação no qual os produtores preferem desmatar áreas menores para evitar a fiscalização. Por exemplo, enquanto os polígonos de desmatamento maiores que 50 ha somavam, em 2001, 98% dos desmatamentos ocorridos em Mato Grosso, em 2008 esse valor caiu para 58%. Esse processo já pode ser visto na diminuição da área responsabilizada pelo IBAMA em relação à área desmatada, que caiu de 31 para 17% entre 2008 e 2011, enquanto o tamanho médio da área multada por auto de infração caiu de 221 para 93 ha (veja FIGURA 4). Considerando as dificuldades logísticas relacionadas à fiscalização de áreas desmatadas esparsas em um território amplo, o processo de fragmentação surge como um obstáculo importante para a efetividade do IBAMA.

Mais importantes, talvez, que os limites financeiros, são os limites normativos deste modelo. Devemos buscar um modelo de controle do desmatamento capaz de estabelecer uma nova ordem social legítima na Amazônia, compatível com os princípios de sustentabilidade ambiental. Porém, para que essa ordem seja considerada legítima, e a partir disso ganhe a força ao se tornar invisível e amplamente aceita pelos habitantes da região, é necessário entender como as ações do Estado ligadas ao modelo punitivo são vistas por eles. É evidente que muitos habitantes da Amazônia vivem em um ambiente institucional marcado pela distância do Estado e pela “lei do mais forte”, característicos do período pré-moderno. Porém, ficou claro, em entrevistas com produtores rurais da região, que existe um forte questionamento do caráter aleatório das ações de comando e controle do

Devemos buscar um modelo de controle do desmatamento capaz de estabelecer uma nova ordem social legítima na Amazônia

IBAMA. Ou seja, visto que esse instrumento não é capaz de cobrir todo o território, ele age de modo irregular, punindo alguns produtores e ignorando o desmatamento realizado por outros. Sendo assim, o modelo de controle fiscalizatório é visto no geral como injusto e, por isso, incompatível com o processo de construção de uma ordem social tida como legítima. Nesse contexto, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) poderia fornecer a base de um controle do território de menor custo e considerado mais justo tendo em vista o seu caráter universal. Porém, como apontado no Boletim N.º 3, a mera existência desses sistemas não leva automaticamente à redução do desmatamento, sendo necessária também a realização de transformações organizacionais e tecnológicas nos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente responsáveis pela implementação desses sistemas.

FONTE DE DADOS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O estudo de caso apresentado acima é baseado principalmente em dados primários coletados por Raoni Rajão (*Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, rajao@ufmg.br*) no Brasil entre junho e agosto de 2007 e entre setembro de 2008 e agosto de 2009. Durante estes dois períodos, foram realizadas 85 entrevistas semiestruturadas com políticos (incluindo três ex-ministros do Meio Ambiente), cientistas seniores do INPE e funcionários do IBAMA, entre outros grupos. Também foram realizadas entrevistas de campo pela equipe do IPAM em municípios críticos, em 2011 e 2013, nas quais a fiscalização apareceu como uma das principais causas da redução do desmatamento apontada por membros dos governos locais, lideranças do setor produtivo e bancário. Além dos dados primários, foram utilizados dados secundários fornecidos pelo IBAMA e informações orçamentárias obtidos pelo Portal da Transparência do Governo Federal (<http://www.portaltransparencia.gov.br/>). Rajão e Hayes (2009) e Hayes e Rajão (2011) fornecem uma discussão mais detalhada da relação entre os sistemas de monitoramento do INPE e o contexto institucional do governo brasileiro, e Rajão e Vurdubakis (2013) mostram com mais detalhes como os fiscais do IBAMA utilizam o DETER e outras tecnologias para realizar ações de comando e controle na Amazônia.

Referências

- ARIMA, E. Y., BARRETO, P., ARAÚJO, E., SOARES-FILHO, B. (2014). Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil. In: *Land Use Policy*, n. 41, p. 465-473. doi: 10.1016/j.landusepol.2014.06.026
- ASSUNÇÃO, J., ROCHA, R. (2014). Getting Greener by Going Black: The Priority Municipalities in Brazil. Technical Paper, Climate Policy Initiative. Rio de Janeiro.
- BECKER, B. (2001). Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? In: *Parcerias Estratégicas*, n. 12, p. 135-159. Disponível em: http://www.cgee.org.br/arquivos/pe_12.pdf
- BÖRNER, J., WUNDER, S., WERTZ-KANOUNNIKOFF, S., HYMAN, G., NASCIMENTO, N. (2014). *Forest law enforcement in the Brazilian Amazon: Costs and income effects*. Global Environmental Change. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.021
- HARGRAVE, J., KIS-KATOS, K. (2012). Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: A panel data analysis for the 2000s. In: *Environmental and Resource Economics*, vol. 54, n. 4, p. 471-494. doi: 10.1007/s10640-012-9610-2
- HAYES, N., RAJÃO, R. (2011). Competing institutional logics and sustainable development: the case of geographic information systems in Brazil's Amazon region. In: *Information Technology for Development*, vol. 17, n. 1, p. 423.
- IPCC. (2014). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
- NEPSTAD, D., MCGRATH, D., STICKLER, C., ALENCAR, A., AZEVEDO, A., SWETTE, B. *et al.* (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. In: *Science*, vol. 344, n. 6188, p. 1118-1123. doi: 10.1126/science.1248525
- RAJÃO, R., HAYES, N. (2009). Conceptions of control and IT artefacts: an institutional account of the Amazon rainforest monitoring system. In: *Journal of Information Technology*, vol. 24, n. 4, p. 320331. doi: 10.1057/jit.2009.12
- RAJÃO, R., VURDUBAKIS, T. (2013). On the pragmatics of inscription: detecting deforestation in the Brazilian Amazon. In: *Theory, Culture & Society*, vol. 30, n. 4, p. 151-177. doi: 10.1177/0263276413486203
- SOARES-FILHO, B., MOUTINHO, P. NEPSTAD, D., ANDERSON, A., RODRIGUES, H., GARCIA, R. *et al.* (2010). Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, n. 24, p. 1082110826. doi: 10.1073/pnas.0913048107

Sobre os autores

Raoni Rajão é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais. Graduiu-se em Ciências da Computação pela Universidade de Milano-Bicocca (Itália), tendo realizado o mestrado e doutorado em gestão pública e tecnologia pela Universidade de Lancaster (Inglaterra).

Ane Alencar é geógrafa, mestre em Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica pela Universidade de Boston e doutora em recursos Florestais e Conservação pela Universidade da Flórida. É pesquisadora do IPAM e atualmente ocupa a posição de Diretora Adjunta.

Andrea A. Azevedo é bióloga, mestre em Economia do Meio Ambiente e doutora em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (CDS/ UnB). É pesquisadora do IPAM e atualmente ocupa a posição de Diretora Adjunta com foco em Políticas Públicas.

SUGESTÃO PARA CITAÇÃO: RAJÃO, R. ALENCAR, A., AZEVEDO, A. A REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DO IBAMA E OS LIMITES DO COMANDO E CONTROLE NA AMAZÔNIA. IPAM. *BOLETIM AMAZÔNIA EM PAUTA*, N. 4. BRASÍLIA, DF. 8P.