

AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO NA AMAZÔNIA UTILIZADOS PARA A EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DE FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Especialista em Gestão de
Políticas Ambientais.

Aluna: Mônica de Faria Franco Negrão

Orientador: Prof. Dr. Jair Schmitt

Brasília – DF

Agosto/2020

AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO NA AMAZÔNIA UTILIZADOS PARA A EXECUÇÃO DE ATIVIDADES DE FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL

Autora: Mônica de Faria Franco
Negrão
Ministério do Meio Ambiente

Palavras chave: Desmatamento na Amazônia, Sistemas de monitoramento, Fiscalização ambiental

Resumo

A importância do monitoramento do desmatamento para as ações de fiscalização tem sido amplamente defendida. Por outro lado, a capacidade dos sistemas disponibilizados pelo governo federal vem sendo questionada. O objetivo deste trabalho é avaliar se estes sistemas de monitoramento são suficientes para apoiar a fiscalização ambiental. Para isto, foram realizadas entrevistas com técnicos que atuam na fiscalização, no IBAMA e no ICMBIO, para entender como essas instituições utilizam as informações disponibilizadas. Também foram analisados dados de áreas embargadas, de autuações ambientais e de apreensões e cruzados com dados de alerta de desmatamento para quantificar o aproveitamento das informações geradas no monitoramento para combater o desmatamento. Adicionalmente, foi realizada uma análise do custo destes sistemas e observou-se que, apesar do baixo custo, a quantidade de informações produzidas pode exceder a capacidade operacional das instituições de fiscalização. Os resultados indicam que o gargalo para atuação efetiva da fiscalização ambiental não está nos sistemas de monitoramento, mas sim em limitações operacionais dos órgãos de fiscalização.

Introdução

A Amazônia tem importante papel no atual contexto de mudança do clima. Além do aumento do desmatamento, que atualmente chama a atenção mundial, as pressões antrópicas causam perda de diversidade biológica, desregulação no ciclo hidrológico e prejudicam, ainda, a fixação de carbono, entre outros prejuízos aos serviços ambientais fornecidos pelas áreas naturais.

O aumento taxa de desmatamento na Amazônia registrado nos últimos anos tem novamente recebido atenção de países, de organismos multilaterais e de investidores internacionais para a forma de atuação do governo federal frente ao avanço de atividades ilegais na floresta. O aumento gradual do desmatamento na região Amazônica vem sendo observado desde 2012. Empresas multinacionais e fundos de investimento tem demonstrado não querer ter sua imagem vinculada a produtos que derivam de ações que promovam o desmatamento na Amazônia. Essa questão foi evidenciada em cartas enviadas ao governo brasileiro no mês de junho de 2020, nas quais 38 grandes empresas nacionais e internacionais e 30 fundos de investimento, com recurso da ordem de 3,7 trilhões de dólares, ameaçam cortar investimentos no Brasil caso o desmatamento na Amazônia não diminua (PARAGUASSU, 2020).

O monitoramento sistemático da Amazônia brasileira por satélite teve início em 1988, com o Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), que fornece a taxa anual de desmatamento e é operacionalizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Em 2004, quando o desmatamento alcançou sua maior taxa anual, o governo brasileiro, em resposta a pressões internacionais, lançou um plano de ação com o objetivo de conter e controlar o desmatamento na região. Este plano foi elaborado pelo grupo permanente de trabalho interministerial, criado no ano anterior¹ com a finalidade de propor e coordenar ações de redução do desmatamento na Amazônia (BRASIL, 2013, p. 19).

Os trabalhos deste grupo resultaram no Plano para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), sob coordenação do Ministério do Meio

¹ Decreto s/n de 3 de julho de 2003 (criação do GPTI) e Decreto nº 7.957/2013 (transfere a coordenação geral do PPCDAm para o MMA).

Ambiente (MMA)², com três eixos: i) ordenamento fundiário e territorial; ii) monitoramento e controle, e, iii) fomento às atividades produtivas sustentáveis (BRASIL, 2013, p. 20).

Como decorrência das ações executadas no âmbito do PPCDAm, pode-se destacar, o acordo de grandes empresas vinculadas à cadeia produtiva da soja que, a partir de 2006, passaram a não comprar de produtores que desmatavam áreas na Amazônia, no movimento que ficou conhecido como moratória da soja.

Outra decorrência importante para o controle do desmatamento, no âmbito do PPCDAm, foi o investimento em sistemas de monitoramento via satélite para apoio aos órgãos de fiscalização ambiental. O sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), operado pelo INPE foi criado em 2004 para dar suporte às operações de fiscalização realizadas no âmbito federal, estadual e municipal (BRASIL, 2013, p. 23).

Com a implementação do DETER foi possível observar uma alteração na dinâmica do desmatamento anual detectado pelo PRODES. De acordo com dados apresentados na quarta fase do PPCDAm (BRASIL, 2018) a contribuição de áreas menores para o desmatamento aumentou em relação a contribuição de áreas maiores, considerando a soma total do desmatamento. Essa mudança no padrão das áreas desmatadas foi entendida como uma reação dos desmatadores à implementação do DETER que não conseguia detectar áreas de desmatamento inferiores a 25 hectares (BRASIL, 2018, p. 65).

Mesmo com este tipo de limitação, os polígonos detectados pelo sistema DETER apresentava grande correspondência como os dados de desmatamento identificados pelo PRODES, realizados com imagens de melhor resolução espacial, capaz de detectar áreas de 6,5 hectares (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008, p. 4). Em 2015, ocorreram melhorias no sistema a fim de detectar áreas menores e melhor qualificar os dados identificando não só áreas com desmatamento, mas também áreas em diferentes estágios de degradação (DINIZ *et. al.*, 2015 e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2019, p. 17).

As mudanças no padrão do desmatamento observadas após a implementação do DETER evidenciam o efeito do monitoramento na capacidade de fiscalização e no comportamento dos infratores. Vários estudos relatam a importância das ações de fiscalização para o controle do desmatamento na Amazônia (HARGRAVE e KIS-KATOS, 2013; ARIMA *et. al.*, 2014 ASSUNÇÃO *et. al.*, 2015 e SCHMITT, 2015). Além da fiscalização, o próprio sistema de alertas de desmatamento, DETER, foi apontado por Assunção *et. al.* (2019) como de grande importância para as ações dos órgãos de fiscalização. De acordo com as estimativas realizadas pelos autores, a utilização dos dados de monitoramento do DETER pelos órgãos de fiscalização preveniu cerca de 27 mil km² de área que seria desmatada na Amazônia ao longo de 10 anos.

O sistema de monitoramento realizado pelo INPE possui reconhecimento internacional (KINTISCH, 2007). No entanto, quando é detectado um aumento na taxa de desmatamento, os sistemas de monitoramento sempre são alvos de críticas. No ano de 2019, após ser identificado crescimento expressivo no desmatamento na Amazônia, o novo governo federal, recém empossado, levantou dúvidas sobre os dados divulgados. A questão central do questionamento era se as informações prestadas pelo INPE, a partir dos dados do DETER, incluindo a qualidade destes dados, eram suficientes para dar suporte à fiscalização. Alguns estados da Amazônia, e mesmo o governo federal, diante das dúvidas apresentadas, decidiram investir em outros sistemas de monitoramento para auxiliar a fiscalização.

A polêmica gerada no entorno da divulgação e da qualidade das informações ocorrida no ano de 2019 acendeu um alerta sobre a forma de utilização destes dados pelo governo federal. Pois, apesar da melhoria dos sistemas de monitoramento e do aumento no número de dados gerados, as taxas de desmatamentos não vêm reduzindo de forma consistente nos últimos anos.

O descompasso entre a melhoria na disponibilidade de dados e a aplicação destas informações na estruturação de políticas públicas para o controle do desmatamento na Amazônia, especialmente aquelas relacionadas às ações de fiscalização, é a principal questão que motivou este trabalho.

Tendo em vista a qualidade dos dados produzidos pelos sistemas de monitoramento deveria se refletir na otimização das ações de fiscalização, tanto do ponto de vista da redução dos custos quanto da melhor instrução dos processos de autos de infração, uma vez que a área já teria

sido previamente identificada com um polígono de supressão da vegetação com coordenadas específicas, este trabalho tem como finalidade identificar como os dados dos sistemas de monitoramento na Amazônia estão sendo utilizados pelos principais órgãos federais de fiscalização ambiental no controle do desmatamento.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é **avaliar se os sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra por satélites disponibilizados pelo INPE, órgão da estrutura do governo federal são suficientes para apoiar o trabalho de fiscalização ambiental.**

Para alcançar este objetivo geral tem-se os seguintes objetivos específicos: (a) descrever as principais características dos sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra disponibilizados pelo governo federal; (b) **descrever como os dados dos sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra por satélites são empregados para apoiar o trabalho de fiscalização ambiental;** (c) **analisar os resultados do emprego destes dados para apoiar o trabalho de fiscalização ambiental;** e, por fim, (d) analisar os custos dos sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra por satélites empregados para apoiar o trabalho de fiscalização ambiental.

Assim, diante da disponibilidade de uma série maior de dados referente o monitoramento da vegetação nativa pelos sistemas PRODES e DETER e do Sistema Integrado de Alerta de Desmatamento com Radar Orbital (SIPAM SAR), este trabalho engloba a Amazônia Legal, com especial atenção às fases primeira e segunda do DETER (DETER A, de agosto de 2011 a julho de 2016, e DETER B, de agosto de 2016 a julho de 2019) e às ações das duas principais instituições federais que atuam na fiscalização ambiental, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), ambos vinculados ao MMA.

Os principais sistemas de monitoramentos do desmatamento na Amazônia

O monitoramento sistemático da Amazônia brasileira por satélite teve início em 1988, com a criação do PRODES, operacionalizado pelo INPE. O PRODES realiza a identificação visual dos polígonos de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e, a partir dos incrementos de desmatamento identificados em cada imagem de satélite, calcula as taxas anuais de desmatamento na região.

“O objetivo do PRODES é estimar a taxa anual de desmatamento por corte raso da floresta primária na Amazônia Legal” (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2019, p. 8). Esta informação é de extrema importância para o estabelecimento de políticas públicas para a região. As ações para controle do desmatamento consideradas prioritárias no PPCDAm utilizam os dados do desmatamento do PRODES como base para a atuação de cada uma das instituições que implementam políticas públicas vinculadas a este plano, como por exemplo, a criação de novas unidades de conservação na área da BR 163 para conter o desmatamento na regiões (BRASIL, 2018, p. 17).

A partir do monitoramento realizado pelo PRODES, o Brasil recebeu reconhecimento de suas ações no controle das emissões de gases de efeito estufa junto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês), o que possibilita o recebimento de pagamento pela Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, conhecido como mecanismo de REDD+ (BRASIL, 2015). O primeiro fundo a receber esses pagamentos pelo mecanismo de REDD+ foi o Fundo Amazônia³ (BRASIL, 2016, p. 17).

³ Site do Fundo Amazônia (<http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/noticia/Relatorio-de-Atividades-do-Fundo-Amazonia-2019/>).

Apesar da importância de se ter um histórico da taxa anual de desmatamento, o dado PRODES é disponibilizado apenas uma vez ao ano, seguindo o ano-PRODES, que compreende o período de 1º de agosto de um ano até 31 de julho do ano subsequente. Neste período, é divulgado um dado preliminar que é a análise das imagens que correspondem a 90% da área desmatada no ano anterior, e o dado consolidado que cobre toda a área da Amazônia Legal.

Para auxiliar no controle e no combate ao avanço do desmatamento foi criado pelo INPE em 2004 um sistema com maior frequência de disponibilização de dados para subsidiar as ações de fiscalização. Com a mesma área de abrangência do PRODES, as informações do DETER passaram a ser disponibilizadas quinzenalmente para o IBAMA e para as Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, com a possibilidade de diferentes filtros de seleção (município, estado, base operativas e unidades de conservação), e relatórios públicos emitidos mensal ou trimestralmente, a depender da cobertura de nuvens no período (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008 e 2019).

Inicialmente a identificação de polígonos de desmatamento foi realizada a partir de imagens *Modis*, que possuem alta resolução temporal, com revisitas diárias, o que é considerado essencial para um sistema de fiscalização, mas com baixa resolução espacial (250 metros), sendo possível identificar apenas as áreas com desmatamento superior a 25 hectares (DINIZ *et. al.*, 2015).

Em 2015, o DETER passou a operar com imagens dos sensores AWiFS e WFI de melhor resolução espacial (56 e 64 metros), capaz de identificar áreas próximas a 3 hectares, e revisitas a cada 5 dias.

Além da melhor resolução, o novo DETER oferece aos usuários polígonos já classificados nas seguintes categorias de desmatamento: desmatamento corte raso, desmatamento com vegetação e mineração - que são as categorias contabilizadas para os dados do PRODES. Além das categorias de desmatamento também são identificadas as áreas de degradação; degradação e cicatriz de incêndio florestal e de exploração madeireira; corte seletivo desordenado e corte seletivo geométrico (DINIZ *et. al.*, 2015). Com essas mudanças o sistema passou a ser chamado, momentaneamente, de DETER B, enquanto o sistema anterior foi chamado de DETER A.

PRODES e DETER utilizam sensores ópticos para detecção dos polígonos de desmatamento e degradação. Esse tipo de sensor não consegue captar as imagens de áreas sobrepostas por nuvens, o que dificulta o monitoramento de uma região como a Amazônia em que a ocorrência de nuvens é constante, em especial no período de outubro a abril. Para melhorar a capacidade de detecção do desmatamento neste período foi desenvolvido um projeto pelo CENSIPAM, vinculado ao Ministério da Defesa (MD), com apoio financeiro do Fundo Amazônia, para o monitoramento do desmatamento na Amazônia com radar orbital denominado Amazônia SAR.

O Amazônia SAR teve início em 2016 e seu objetivo era disponibilizar a infraestrutura necessária para operacionalizar o Sistema Integrado de Alerta de Desmatamento com Radar Orbital (SIPAM SAR), capaz de disponibilizar alertas de desmatamento no período de alta densidade de nuvens na Amazônia, atuando de forma complementar ao DETER⁴ (MINISTÉRIO DA DEFESA, sítio do CENSIPAM).

PRODES, DETER e SIPAM SAR atuam de forma complementar e possuem características distintas para melhor atender as demandas para as quais foram criados. As principais características de cada um deles estão descritas no quadro abaixo (Tabela 1).

Tabela 1: Principais características dos sistemas de monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal.

Sistema	Finalidade	Instituição responsável	Periodicidade do dado	Tipo de Imagens	Resolução espacial (área mínima identificada)	Resolução temporal (tempo de revisita)
PRODES	estimar a taxa anual de desmatamento por corte raso da floresta primária na Amazônia Legal	INPE	anual	Classe Landsat	aproximadamente 30 metros (6,25 hectares)	de 15 a 20 dias
DETER A	sistema de apoio à fiscalização e controle do desmatamento e degradação na Amazônia Legal	INPE	quinzenal	Modis	250 metros (25 hectares)	1 a 2 dias

⁴ Informações do site do CENSIPAM (<http://www.sipam.gov.br/assuntos/projeto-amazonia-sar>).

DETER B	sistema de apoio à fiscalização e controle do desmatamento e degradação na Amazônia Legal	INPE	quase diário	AWiFS e WFI	56 e 64 metros (3 hectares)	5 dias
SIPAM SAR	gerar alertas de desmatamento na época em que a Amazônia está sob maior cobertura de nuvens.	CENSIPAM	mensal, e restrito ao período de chuvas (outubro a abril)	Radar de abertura sintética - SAR	De 3 a 6 metros	30 dias

Tendo como foco os dois principais sistemas de monitoramento da Amazônia criados para auxiliar as ações de fiscalização, DETER e SIPAM SAR, para responder ao segundo objetivo específico, **descrever como os dados** dos sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra por satélites **são empregados** para apoiar o trabalho de fiscalização ambiental, foram realizadas entrevistas semiestruturadas (MALHOTRA, 2006 *apud* CHAER, *et. al.*, 2011) com Analistas Ambientais do IBAMA e do ICMBIO que trabalham diretamente com os dados disponibilizados pelo INPE e CENSIPAM.

Fluxo de informações no IBAMA

A partir das informações obtidas foram elaborados fluxogramas utilizando o programa Bizagi Modeler (Programa Bizadi Modeler versão 3.6) que apresentam a forma de obtenção dos dados e polígonos de alerta do DETER e SIPAM SAR, as informações analisadas e agregadas, e a forma de repasses das informações à fiscalização em campo.

No IBAMA as entrevistas foram realizadas com Analistas Ambientais que atuam no Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais (CENIMA), área responsável pela coleta, tratamento e disponibilização das informações de alerta de desmatamento para as demais áreas da instituição, e na Diretoria de Proteção Ambiental (DIPRO).

Os polígonos de alertas produzidos pelo DETER são disponibilizados em ambiente de internet, via *web services* para a área técnica do IBAMA. Até o ano de 2010, era feito *download* dos polígonos identificados diariamente e as informações que auxiliavam as ações de fiscalização eram repassados por e-mail as superintendências. A partir de 2010 a busca por novos polígonos de alerta no sistema do INPE foi automatizada e criou-se, no IBAMA, um novo

sistema com banco de dados para disponibilizar a todos os técnicos da instituição informações geradas pelos diferentes sistemas de monitoramento e demais informações pertinentes as áreas detectadas. Desta forma, todas as informações agregadas aos polígonos de alerta ficam disponíveis em banco de dados em um sistema interno da instituição, podendo ser acessadas pela área de fiscalização a qualquer momento.

Na fase do DETER A, o Centro de Sensoriamento Remoto (CSR), atualmente CENIMA, realizava a qualificação dos dados quanto ao tipo de dano ambiental, utilizando imagens de satélite com melhor resolução especial. Com o DETER B essa estratificação por classes passou a ser disponibilizada pelo próprio INPE e atualmente as informações agregadas aos polígonos de alerta, incluídos na base de dados, se referem à dominialidade, à identificação do proprietário e ao tamanho das áreas e à coordenada do centro do polígono. Outras informações adicionais que podem facilitar a ação de fiscalização em campo, como mapas e rotas de acesso, são repassadas em arquivos formato PDF aos fiscais.

Quanto à utilização dos dados de radar produzidos pelo CENSIPAM, as entrevistas com a área técnica do IBAMA indicaram que os dados seguem o mesmo fluxo das informações obtidas no INPE, também sendo incorporadas ao banco de dados e ficando disponível para a fiscalização juntamente com as informações dos demais sistemas de monitoramento. Ressalta-se que os dados de radar só são fornecidos no período de chuva, que vai de outubro a abril, e são disponibilizados mensalmente, por isso compõem uma parte menor do banco de dados do IBAMA, se comparado aos dados do DETER que disponibiliza suas informações quase diariamente.

Além do CENIMA, responsável pela disponibilização das informações no banco de dados, a DIPRO também possui um núcleo específico capacitado para trabalhar com informações geográficas que auxilia as equipes de fiscalização em campo, com imagens e vetorização de novos polígonos identificados. Além deste núcleo, a Coordenação de Operações de Fiscalização também utiliza este banco de dados com as informações de monitoramento já qualificadas para planejar novas ações de fiscalização, ou atualizar as bases operativas sobre a ocorrência de novos polígonos em áreas próximas as operações em curso.

Devido a dificuldades logística no deslocamento das bases operativas, muitas vezes são realizadas varreduras a partir dos locais de operação, definidos com base nos dados de monitoramento do DETER, que identificam uma série de outras infrações ambientais em áreas próximas e muitas autuações são realizadas na região. Após a atuação em campo, os registros realizados pela fiscalização ficam disponíveis em sistema eletrônico do IBAMA.

A partir das entrevistas realizadas foi possível elaborar o seguinte fluxograma para representar o caminho percorrido pelas informações de monitoramento dentro do IBAMA até chegar à fiscalização em campo (Figura 1):

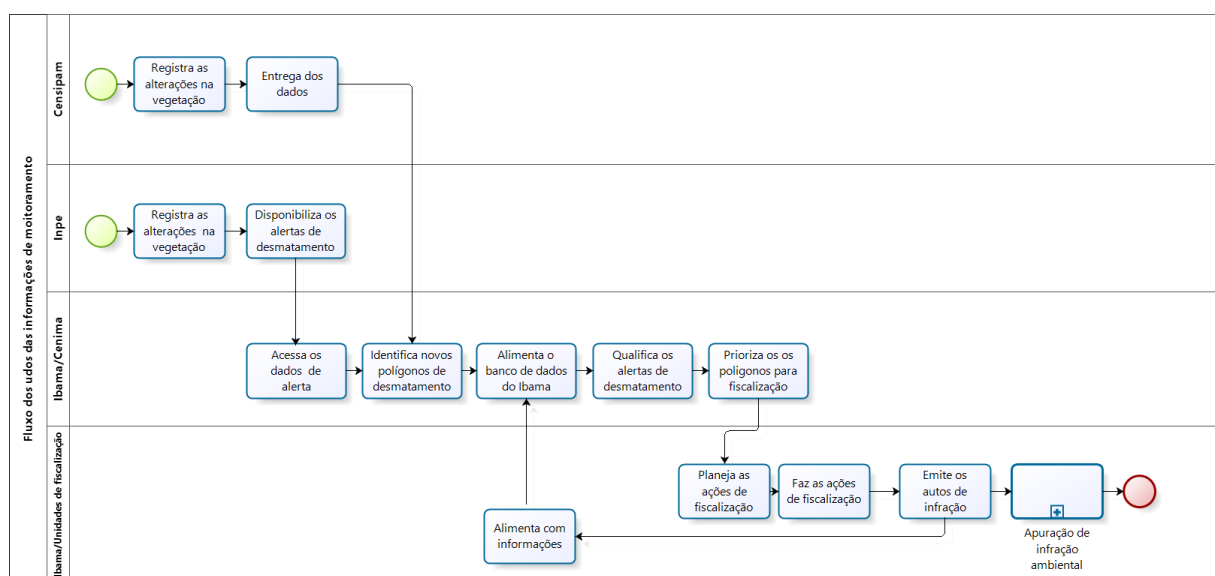


Figura 1: Fluxo das informações disponibilizadas pelos sistemas de monitoramento para subsidiar as operações de fiscalização do IBAMA (elaborado pela autora).

Devido à grande quantidade de polígonos gerados pelo DETER, o IBAMA utiliza algumas estratégias de priorização para fiscalização, uma delas é a análise de densidade de polígonos de alerta por Kernel, priorizando a atuação em locais com maior densidade de polígonos com áreas maiores. Essa análise é realizada mensalmente utilizando os dados do DETER para programar as ações do mês seguinte. Além do critério de densidade, também são avaliadas outras características das áreas como: dominialidade, priorizando a atuação em áreas protegidas; presença de áreas remanescentes no entorno; e ocorrência de áreas com desmatamento ativo.

Este último critério é considerado pelos entrevistados neste trabalho a melhor abordagem para o controle do desmatamento. A identificação destes desmatamentos ativos é realizada desde 2017 pelo IBAMA, a partir da agregação de novos polígonos adjacentes a polígonos já detectado anteriormente pelo DETER. Esta abordagem visa priorizar áreas com alta velocidade de desmatamento. A velocidade é calculada considerando o crescimento da área desmatada em um curto período, aproximadamente 15 dias, e, de acordo com as análises realizadas pelos técnicos do IBAMA possui correlação com a área final a ser desmatada.

Quanto maior a velocidade do desmatamento maior a probabilidade de a área final do polígono também ser grande. A velocidade do desmatamento está relacionada ao investimento aplicado e a capacidade de estruturação e planejamento para a ação do desmatamento. Nesta perspectiva, áreas com baixa velocidade de desmatamento são áreas com baixo investimento empregados na ação e que não devem acarretar grandes áreas desmatadas, enquanto as áreas com rápido crescimento do desmatamento são áreas onde são investidos grandes recursos e acarreta grandes desmatamentos.

Segundo os entrevistados ainda há passos a serem dados para melhorar o uso desta ferramenta.

Fluxo de informações no ICMBIO

A utilização dos dados do DETER pelo ICMBIO ocorre no âmbito da Divisão de Monitoramento e Informações Ambientais (DMIF), vinculada a Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação (DIMAM). A DMIF, por meio de uma senha especial, tem acesso aos dados do DETER, no site TerraBrasilis (ASSIS *et. al.*, 2019). Diariamente é realizada busca de novos polígonos de alerta usando o recorte das áreas ocupadas por unidades de conservação federais e de margem de 5 km no entorno de cada Unidade de Conservação (UC).

Os polígonos identificados são encaminhados para as respectivas unidades gestoras responsáveis pelas unidades de conservação atingidas. Este procedimento ocorre via *e-mail* toda vez que novos polígonos de alerta são detectados em UCs federais e em seu entorno e, uma vez por mês, as informações são compiladas em planilhas e mapas e encaminhadas via Processo no Sistema Eletrônico de Informação (SEI) a cada unidade gestora responsável pela UC atingida.

A formalização deste repasse de informações é realizada para que as unidades gestoras possam reportar ao ICMBIO as ações desencadeadas para verificação em campo das áreas identificadas e atuação dos procedimentos cabíveis à fiscalização, uma vez que não existe um sistema eletrônico de registro das informações da fiscalização. Foi informado também que as equipes de campo contam com especialistas em geoprocessamento para auxiliar no registro das atuações.

Quanto à utilização dos dados do SIPAM SAR, o ICMBIO utiliza as informações obtidas diretamente no Geoserver SIPAM SAR e realiza o mesmo procedimento adotado para as informações disponibilizadas pelo DETER, sendo repassadas por *e-mail* às UCs, ressaltando que a disponibilização dos dados do SIPAM SAR é menor e em período específico do ano.

Os dados de monitoramento do DETER e do SIPAM SAR são utilizados pelo ICMBIO conforme descrito no fluxograma abaixo (Figura 2).

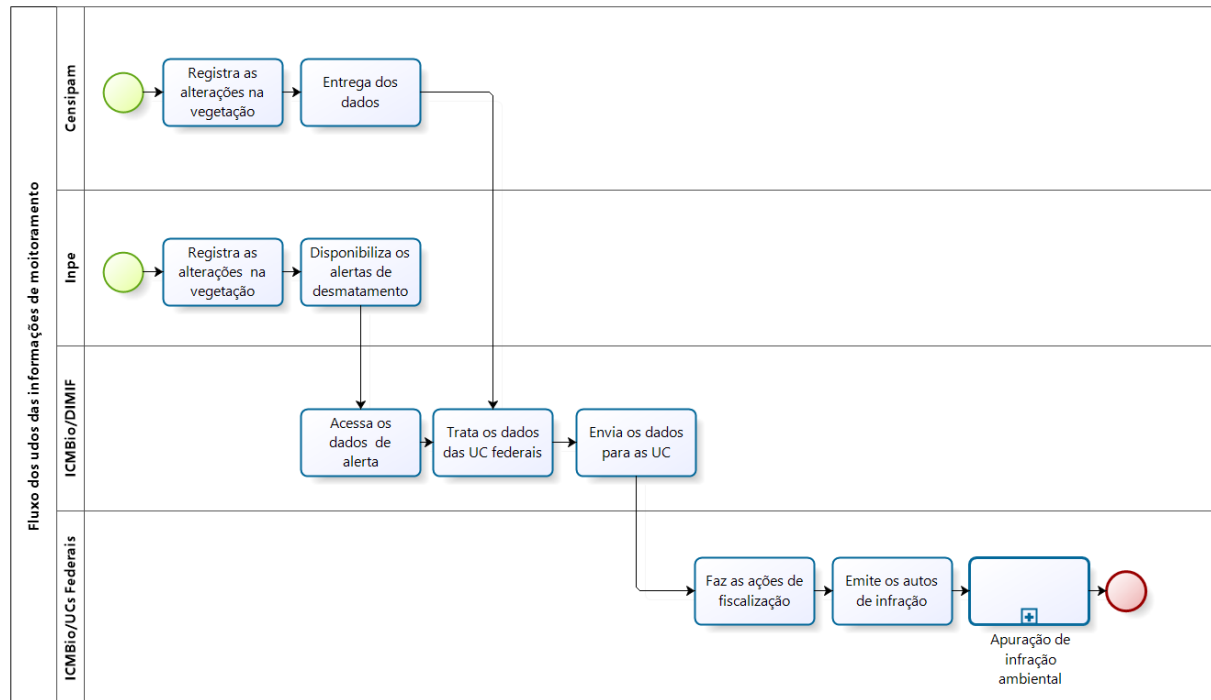


Figura 2: Fluxo das informações disponibilizadas pelo Deter para subsidiar as operações de fiscalização do ICMBIO (elaborado pela autora).

Aproveitamento das informações de monitoramento pelos órgãos ambientais

Para analisar os resultados do emprego dos dados dos sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra por satélites no apoio ao trabalho de fiscalização ambiental, os dados do IBAMA e ICMBIO foram analisados separadamente.

Cabe ressaltar que esta análise se restringiu aos dados de alerta disponibilizados pelo INPE, utilizando especificamente os alertas do DETER devido à série histórica e à temporalidade das informações, que possui registro diário para o período proposto neste estudo. Os dados de monitoramento do DETER foram obtidos diretamente no site do INPE⁵.

As informações sobre as autuações foram solicitadas as duas instituições via Sistema de Informação ao Cidadão (SIC), para três tipos de autuações (áreas embargadas, autos de infração e apreensões) e foram aplicados filtros específicos para incluir na análise apenas as autuação de crimes contra a flora, na área da Amazônia Legal, e no período de agosto de 2011 a julho de 2019.

Diante da relevância das ações de fiscalização ambiental realizadas por estas duas instituições, acredita-se ter utilizado nesta análise grande parte dos processos de infração ambiental relacionados a flora na área de abrangência da Amazônia Legal.

Nestas análises foram considerados os dois períodos correspondentes as diferentes fases do monitoramento do DETER, sendo utilizado o período de agosto de 2011 a julho de 2016 referente ao DETER A (5 anos), e de agosto de 2016 a julho de 2019 referente ao DETER B (3 anos), pois, embora o DETER B tenha iniciado em 2015, as informações disponíveis no site TerraBrasilis são apenas a partir de julho de 2016.

É importante ressaltar também que para o dado disponível para o período do DETER B encontra-se de forma agregada, não permitindo analisar o histórico de polígonos que mudaram sua classificação ao longo dos anos. O registro disponível é sempre da última classificação do polígono, havendo assim maior registro de polígonos de desmatamento do que de degradação (Tabela 9, em Anexo). Além disto, a área calculada para cada polígono se refere à área do polígono no município, indicando que o polígono detectado pode ser maior, mas por estar

⁵ Site do INPE – TerraBrasilis (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>).

localizado em mais de um município, foi fracionado e a área registrada corresponde a área dele em cada um dos municípios abrangidos (BRASIL, 2018).

Os dados disponibilizados pelo IBAMA e ICMBIO sobre autos de infração, embargos e apreensão foram disponibilizados em formato *shapefile*. Os autos de infração e as apreensões estão geograficamente representados como pontos, referente a uma coordenada geográfica, e os dados de embargos foram repassados como polígonos. O ICMBIO repassou dados referentes apenas aos registros de embargos e autos de infração.

Os embargos e autos de infração do IBAMA possuem campo específico para registro da área embargada ou autuada. No entanto, muitos registros possuíam valor 0 de área (59% dos embargos e 34% dos autos de infração). Assim, optou-se por utilizar o valor de área do polígono de alerta do DETER interceptado pelo ponto referente aos embargos e autos de infração.

Para os dados do ICMBIO a informação de área estava registrada na forma de texto com a descrição de autuações para em 96% dos registros de embargos e para todos os registros de auto de infração. Para manter a metodologia utilizada para os dados do IBAMA, optou-se por usar também a área do polígono interceptado do DETER.

Para realização das análises, os polígonos de área embargada foram convertidos em pontos, utilizando a ferramenta de cálculo do centroide, de forma a minimizar uma superestimativa dos dados de embargos em relação às demais formas de autuação representadas apenas por pontos, uma vez que um único polígono de área embargada poderia interceptar mais de um polígono de alerta do DETER, sendo contabilizado mais de uma vez.

Os registros disponibilizados pelo IBAMA e pelo ICMBIO que possuíam coordenadas geográficas fora da área de abrangência da Amazônia Legal foram excluídos da análise e os registros considerados válidos foram analisados separadamente (embargos, autos de infração e apreensão) para os dois períodos (DETER A e DETER B), considerando a data de autuação do órgão.

Em seguida foi realizada a intersecção dos pontos correspondentes às autuações realizadas pelos dois órgãos e os polígonos do DETER em cada um dos períodos. Para os pontos

de autuação interceptados por polígono de alerta, foi calculado o tempo decorrente entre a detecção do polígono pelo DETER e a data de registro na autuação realizada pelo órgão.

Resultados das autuações do IBAMA e ICMBIO

Do ponto de vista da utilização dos dados disponibilizados pelos sistemas de monitoramento, considerou-se que a informação disponibilizada foi aproveitada pelos órgãos de fiscalização quando o ponto correspondente a um dos três tipos de autuação interceptou algum polígono de alerta.

Nesta perspectiva, observa-se que o melhor aproveitamento das informações pelo IBAMA e pelo ICMBIO ocorreu para os embargos, que chegou a pouco mais de um terço (34%) e um quinto (21%) dos embargos registrados na Amazônia Legal, respectivamente (Tabelas 2 e 3). Já o aproveitamento das informações de monitoramento foi de 15% para os autos de infração do IBAMA e 8% dos autos de infração emitidos pelo ICMBIO, e de apenas 4% das apreensões registradas pelo IBAMA.

Essa porcentagem de aproveitamento não difere muito entre os dois períodos do DETER quando analisados os dados do IBAMA (Tabela 2). Já os dados do ICMBIO apresentam um aumento do aproveitamento dos dados para o período DETER B, chegando a dobrar tanto o número de registro de autos de infração quanto a porcentagem de correspondência com polígonos de alerta (Tabela 3).

Tabela 2: Número de autuação do IBAMA por período DETER e com correspondência com polígonos de alerta (elaborado pela autora).

Tipo de autuação			Período		Intersecção*		Não cancelados*		Autuações válidas e/ou correspondência DETER
	Total	Amazônia Legal	08/2011 a 12/2016	08/2016 a 07/2019	DETER A	DETER B	DETER A	DETER B	
Embargos	26.629	25.950 (97%)	16.881 (65%)	9.069 (35%)	6.221 (37%)	2.996 (33%)	6.109 (36%)	2.929 (32%)	34%
Autos de infração	41.401	37.844 (91%)	20.991 (55%)	16.853 (45%)	4.173 (20%)	4.379 (26%)	4.131 (20%)	2.186 (13%)	15%
Apreensões	17.255	12.360 (72%)	6.501 (53%)	5.859 (47%)	355 (5%)	315 (5%)	348 (5%)	302 (6%)	4%

*Porcentagem em relação ao total de autuações do IBAMA no período correspondente à fase DETER

Tabela 3: Número de autuação do ICMBIO por ano DETER e com correspondência com polígonos de alerta.

Tipo de autuação	Total	Período		Intersecção*		Total de autuações válidas com correspondência ao DETER
		08/2011 a 12/2016	08/2016 a 07/2019	DETER A	DETER B	
Embargos	1.560	691 (44%)	869 (56%)	108 (16%)	221 (25%)	21%
Autos de infração	4.077	2311 (57%)	1766 (43%)	110 (5%)	222 (13%)	8%

Os valores encontrados indicam que a maior parte das ações de fiscalização realizadas pelo IBAMA e pelo ICMBIO não possuem correspondência geográfica com os polígonos detectados pelo sistema DETER. Este resultado diferente do esperado se considerarmos as informações obtidas junto aos dois órgãos, que afirmaram utilizar os dados do DETER para informar e planejar sua atuação em campo.

Como explicar então este baixo aproveitamento das informações disponibilizadas pelo DETER no direcionamento das ações dos dois órgãos aqui estudados?

O uso de outros sistemas de monitoramento, governamentais e não governamentais, foi relatado tanto pelo IBAMA como pelo ICMBIO, e pode explicar por que parte das ações de fiscalização destas instituições ocorrem em área diversas das identificadas pelos DETER.

Para alguns estados, onde há predominância do bioma Cerrado, em especial Tocantins e Maranhão, é possível que grande parte da autuação decorra de outro sistema de monitoramento. O Cerrado possui os seus próprios sistemas de monitoramentos PRODES e DETER e as áreas detectadas por estes sistemas não foram utilizadas nesta análise. É possível observar, neste caso, que o estado de Tocantins possui três vezes mais autuações do IBAMA do que o número de polígonos de alerta detectados pelo DETER (Tabela 4 e Figura 3).

Tabela 4: Número total de registros de alertas do DETER e de autuações pelo IBAMA e ICMBIO dividido por Estado no período de agosto de 2011 a julho de 2019.

Estado	Alertas DETER	Autuações IBAMA	Autuações ICMBIO
AC	7.323	2.864	672
AM	18.487	10.079	674

AP	289	1.203	161
MA	4.500	3.374	324
MT	36.336	17.371	347
PA	49.848	21.822	2.516
RO	24.115	13.506	776
RR	5.911	2.877	121
TO	1.524	3.058	21
Total geral	148.333	76.154	5.641

Fonte: INPE, IBAMA e INPE (organizado pela autora).

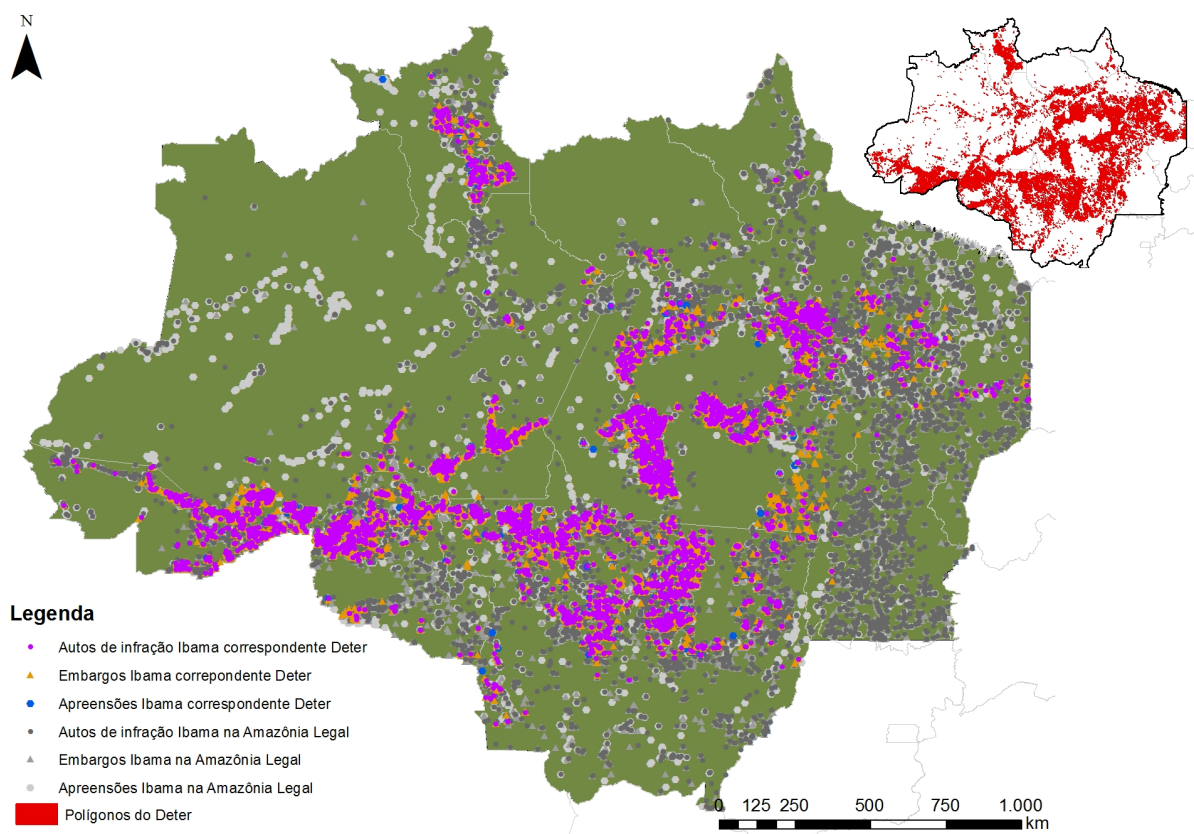


Figura 3: Mapa com todas os pontos correspondente as áreas autuadas pelo IBAMA no período de agosto de 2011 a julho de 2019, destacando os pontos que tiveram interseção com polígonos de alerta do DETER, e em vermelho os polígonos detectados por este sistema (elaborado pela autora).

Outro fator que também pode contribuir com este resultado se refere às deficiências nos registros das coordenadas geográficas no momento das autuações pelos órgãos de fiscalização, em especial pelo IBAMA que nem sempre conta com servidores preparados para registrar as

informações espaciais. A tabela acima (Tabela 2) mostra que 9% dos autos de infração foram registrados fora a área de abrangência da Amazônia Legal e 28% das apreensões apresentaram este mesmo problema. Para os dados de embargos, esta porcentagem é menor, apenas 3%.

Foi relatado pelos servidores entrevistados que é bastante comum o registro da coordenada geográfica referente a sede da fazenda ao invés do registro na área de ocorrência do desmatamento ou da degradação. Essa forma de anotação pode ter reflexo na baixa correspondência dos registros de autuações com polígono de alerta do DETER.

Pelas entrevistas realizadas com Analistas Ambientais do IBAMA e do ICMBIO foi possível notar que existe uma carência de informações sobre as áreas já vistoriadas pela fiscalização, gerando revisitas as mesmas áreas, e muitas falhas nos sistemas eletrônicos de autuação. No IBAMA ocorreram muitas modificações no sistema e as diversas migrações de um para o outro acarretam dificuldades de contabilização e perda de informações.

O ICMBIO relatou que, mesmo formalizando via SEI as consultas aos gestores das unidades de conservação para consolidar as ações de fiscalização frente aos dados encaminhados pela DMIF, há um baixo retorno de informações sobre as ações realizadas. Além disso, o uso de um sistema eletrônico para registro dos autos de infração pelo órgão é muito recente e a maior parte das informações sobre as autuações realizadas pela instituição ainda estão disponíveis apenas em papel.

Aproveitamento dos dados DETER

Do ponto de vista da **capacidade de atuação frente a quantidade de informações** geradas pelo DETER, foi comparado a quantidade de polígonos de alerta gerados por ano pelo DETER e a quantidade de polígonos que foram interceptados por algum dos três tipos de autuação do IBAMA e ICMBIO.

No período correspondente ao DETER A tanto o número médio de polígonos detectados quanto a área média eram aproximadamente 10 vezes menores do que no período do DETER B. O aumento no número de polígonos detectado reflete as melhorias realizadas no sistema para identificação de áreas menores e não apenas do desmatamento, mas também de áreas degradadas

Mesmo com a redução do desmatamento registrado pelo sistema PRODES para os anos de 2017-2018 e 2018-2019, em comparação ao ano 2016-2017 (Figuras 5 e 6), o número de polígonos detectados pelo DETER foi maior neste dois períodos (Tabelas 5 e 6).

O aumento na detecção de polígonos apresentando a partir de 2016 foi seguido de um aumento no número de autuações pelos dois Órgãos (Figuras 5 e 6). No entanto, devido à grande disponibilidade de informações, o percentual de aproveitamento das informações diminuiu consideravelmente, em especial se é considerado o dado referente a “área” (Tabelas 5 e 6). No período DETER A, a área alcançada pelas ações do IBAMA correspondia a aproximadamente 50% da área detectada pelo DETER. Atualmente, essa área variou entre 3 e 14,1% do total de embargos e entre 4,1 e 24,1% dos autos de infração (Tabela 5).

Para as ações do ICMBIO, é possível verificar um crescimento contínuo de registros no período DETER B (Figuras 5). Também, para este Órgão, foi possível verificar um aumento da ordem de 40% no registro de áreas embargadas no último ano, 2018-2019 (Tabela 6). Se é considerado o dado de “área”, o ICMBIO conseguiu embargar 40,2% da área dos polígonos detectados pelo DETER em unidades de conservação neste último ano, 2018-2019, e 35,7% da área detectada pelo DETER receberam autos de infração (Tabela 6).

Tabela 5: Número de alertas e áreas dos polígonos gerados por ano pelo DETER e porcentagem de autuação do IBAMA em áreas correspondentes aos polígonos de alerta (elaborado pela autora).

Ano- PRODES	Correspondentes a polígonos do DETER						
	DETER		Embargos		Autos de infração		Apreensão
	Nº de registros	Área (km²)	Nº de registros	Área (km²)	Nº de registros	Área (km²)	Nº de registros
2011-2012	2.541	2.051,0	364 (14,3%)	4.91,1 (23,9%)	294 (11,6%)	1.298,2 (63,3%)	8 (0,3%)
2012-2013	3.041	2.765,6	1.307 (43%)	2.023,8 (73%)	799 (26,3%)	1.377,3 (49,8%)	63 (2,1%)
2013-2014	3.565	3.036,8	1.228 (34,4%)	1.945,2 (64%)	694 (19,5%)	1.381,8 (45,5%)	78 (2,2%)
2014-2015	6.658	5.121,8	2.030 (30,5%)	2.672,9 (52,2%)	1.317 (19,8%)	2.409,4 (47%)	138 (2,1%)
2015-2016	8.754	5.971,9	1.292 (14,8%)	2.001,6 (33,5%)	1.069 (12,2%)	2.053,8 (34,4%)	68 (0,8%)
2016-2017	31.745	28.388,8	865 (2,7%)	849,5 (3%)	749 (2,4%)	1.173,8 (4,1%)	94 (0,3%)
2017-2018	37.318	29.627,8	978 (2,6%)	3.440,2 (11,6%)	1.391 (3,7%)	1.177,9 (4%)	120 (0,3%)
2018-2019	37.834	14.812,3	1.153 (3%)	2.089,3 (14,1%)	2.239 (5,9%)	2.083,0 (24,1%)	101 (0,3%)

Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

Tabela 6: Número de alertas e áreas dos polígonos gerados por ano pelo DETER em Unidades de Conservação e porcentagem de autuação do ICMBIO em áreas correspondentes aos polígonos de alerta (elaborado pela autora).

Ano-PRODES	DETER em UC		Correspondentes a polígonos do DETER			
			Embargos		Autos de infração	
	Nº de registros	Área (km²)	Nº de registros	Área (km²)	Nº de registros	Área (km²)
2011-2012	376	271,21	2 (0,5%)	1,55 (0,6%)	4 (1,1%)	14,23 (5,2%)
2012-2013	468	520,92	28 (6%)	27,46 (5,3%)	38 (8,1%)	48,46 (9,3%)
2013-2014	468	1.144,69	16 (3,4%)	15,36 (1,3%)	15 (3,2%)	12,77 (1,1%)
2014-2015	1.484	1.372,43	29 (2%)	26,15 (1,9%)	29 (2%)	40,21 (2,9%)
2015-2016	1.744	1.530,74	33 (1,9%)	48,45 (3,2%)	24 (1,4%)	18,27 (1,2%)
2016-2017	31.745	1.540,63	33 (0,1%)	52,64 (3,4%)	42 (0,1%)	85,82 (5,6%)
2017-2018	37.318	1.008,36	71 (0,2%)	46,22 (4,6%)	76 (0,2%)	160,31 (15,9%)
2018-2019	37.834	595,95	117 (0,3%)	212,83 (35,7%)	104 (0,3%)	239,64 (40,2%)

Fonte: ICMBIO e INPE (organizado pela autora).

:

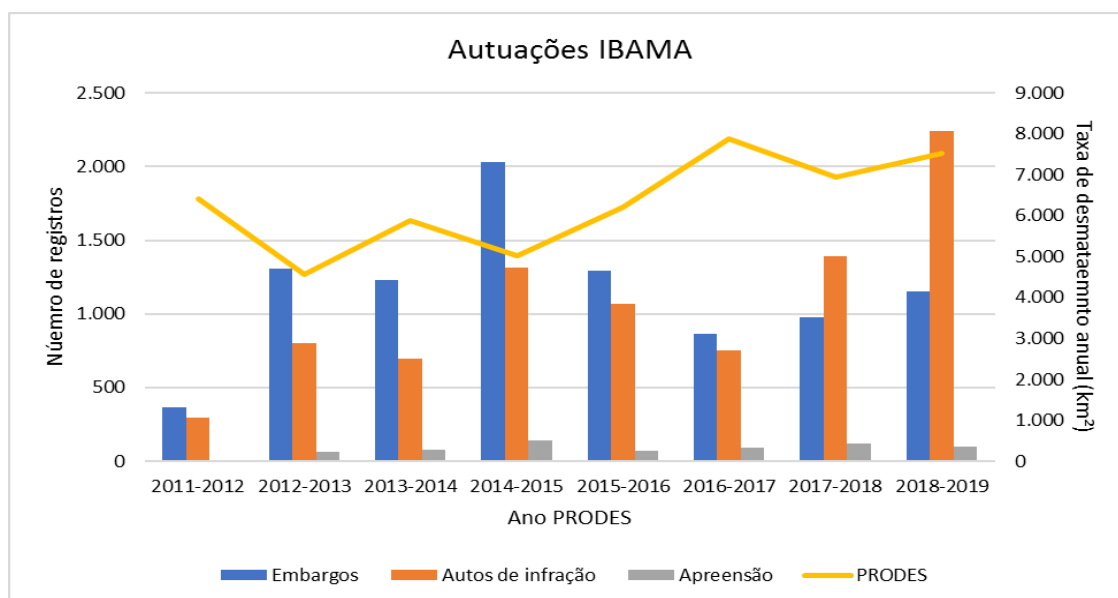


Figura 5: Número de registro dos três tipos de autuação realizados pelo IBAMA com correspondência aos polígonos detectados pelo DETER ao longo do período descrito como ano PRODES de 2012 a 2018. Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

.

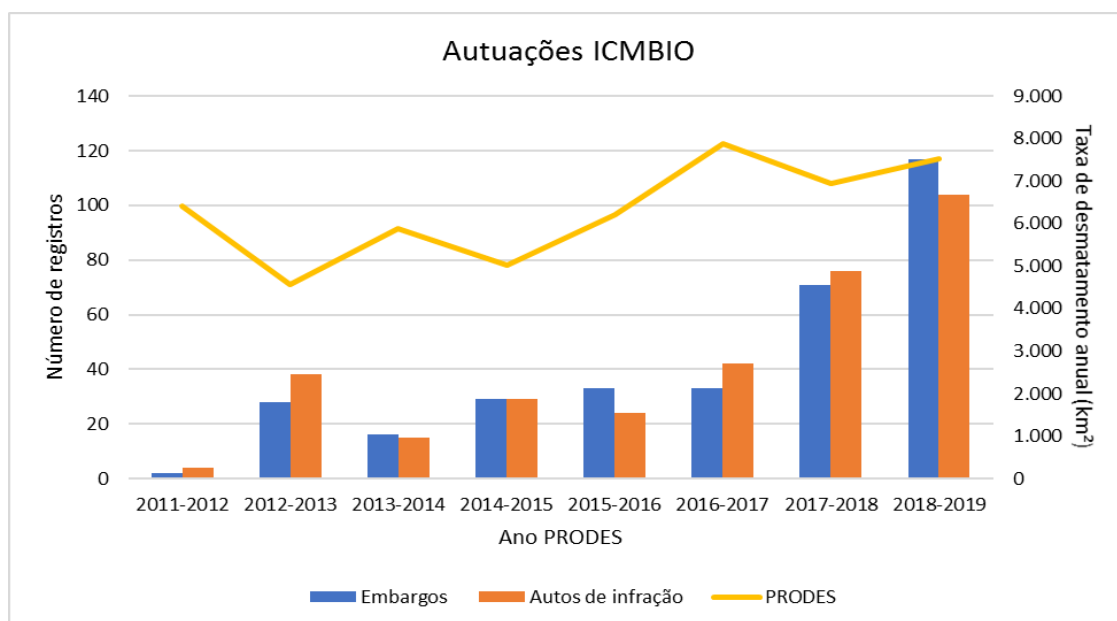


Figura 6: Número de registro dos dois tipos de autuação realizados pelo ICMBIO com correspondência aos polígonos detectados pelo DETER ao longo do período descrito como ano PRODES de 2012 a 2018. Fonte: ICMBIO e INPE (organizado pela autora).

Um dos fatores que deve ser considerado nesta análise são as estratégias de atuação das instituições pois, com o volume de dados gerados pelo sistema DETER B, é praticamente impossível atuar em todos os polígonos detectados.

O IBAMA tem como prioridade a realização de ações de fiscalização em regiões com maior densidade de desmatamento de áreas grandes e, também em áreas protegidas legalmente ou na identificação de desmatamentos ativos. No entanto, ao se analisar os dados produzidos pelo sistema DETER B, verifica-se que há uma predominância de detecção de polígonos pequenos, as áreas inferiores a 20 hectares correspondem a 55,5% dos polígonos detectados, 80% possuem área inferior a 50 hectares. O somatório das autuações do IBAMA em áreas inferiores a 50 hectares corresponde a 57,5% das ações de fiscalização da instituição neste período (Tabela 7).

Da mesma forma, apenas 11% dos polígonos detectados pelo DETER possuem área superior a 100 hectares, enquanto quase 25% das ações realizadas pelo IBAMA concentram-se nestas áreas maiores. Por essa razão, quando se analisa o aproveitamento das informações considerando a porcentagem de área autuada frente a área detectada o resultado é mais positivo,

se comparado à porcentagem de número de registros frente ao número de polígonos detectados (Tabela 7).

Tabela 7: Número de polígonos e autuações pelo IBAMA distribuídos em classes de tamanho e o valor relativo de cada classe na composição total dos alertas de desmatamento e das autuações realizadas pelo órgão no período de agosto de 2011 e julho de 2019.

Classe de tamanho (hectares)	Dados dos polígonos do DETER			Dados das áreas de autuações realizadas pelo IBAMA		
	Número de polígonos	Valor relativo	Valor relativo acumulado	Número de polígonos	Valor relativo	Valor relativo acumulado
0 a 5	3.712	3%		10	0%	
5 a 10	24.801	23%	27%	564	7%	7%
10 a 15	19.101	18%	45%	782	10%	17%
15 a 20	11.706	11%	55%	760	9%	26%
20 a 25	7.999	7%	63%	624	8%	34%
25 a 30	5.575	5%	68%	475	6%	39%
30 a 35	4.225	4%	72%	454	6%	45%
35 a 40	3.188	3%	75%	260	3%	48%
40 a 45	2.606	2%	78%	437	5%	54%
45 a 50	2.110	2%	80%	322	4%	58%

50 a 55	1.712	2%	81%	209	3%	60%
55 a 60	1.462	1%	83%	197	2%	63%
60 a 65	1.275	1%	84%	221	3%	65%
65 a 70	1.097	1%	85%	156	2%	67%
70 a 75	924	1%	86%	209	3%	70%
75 a 80	777	1%	86%	101	1%	71%
80 a 85	739	1%	87%	127	2%	72%
85 a 90	691	1%	88%	88	1%	74%
90 a 95	619	1%	88%	71	1%	74%
95 a 100	557	1%	89%	142	2%	76%
maior que 100	12.021	11%	100%	1.941	24%	100%

Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

Tempo entre detecção do polígono e as ações dos órgãos de fiscalização

A análise do tempo decorrido entre a detecção do polígono pelo DETER e a ação de fiscalização indica que a maior parte das autuações possuem data anterior à data de detecção pelo sistema ou foram realizadas em período superior a seis meses após a detecção (Figuras 7 a 10).

Estes resultados indicam que, na maioria das vezes, as instituições conseguem se adiantar e atuar antes mesmo da detecção pelo sistema de monitoramento ou que existe uma grande quantidade de revisitas aos mesmos polígonos pelo sistema, que são registrados apenas com a última data de observação.

Analisando o tempo médio decorrente por ano há indicação de uma mudança brusca no ano de implementação do novo sistema DETER. As curvas encontradas para os três tipos de autuações, tanto do IBAMA como do ICMBIO (Figuras 7 e 8), apresentaram redução no tempo de resposta das ações de fiscalização que poderia ser atribuída às melhorias do DETER B. No entanto, devido à agregação dos dados do DETER, é possível que esta mudança seja apenas um reflexo da implementação de um novo banco de dados para registro dos polígonos identificados, reduzindo a possibilidade de a autuação ter ocorrido em área identificada previamente pelo DETER, mas revista ou reclassificada em data posterior a autuação.

Da mesma forma, é possível observação que o tempo decorrente médio para os anos 2011-2012 foi o de menor valor, o que reforça a suposição que a grande frequência de registros de autuação anteriores à detecção da área pelo DETER decorre da reincidência de ações de degradação e desmatamento nas áreas previamente detectadas e autuadas.

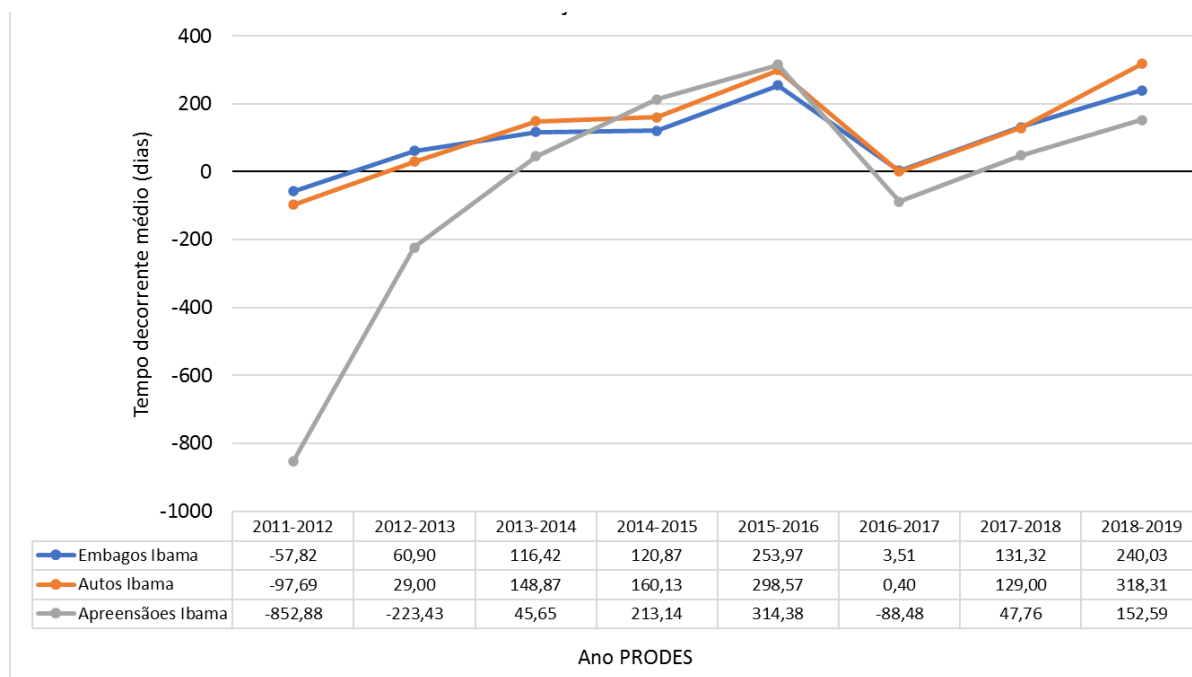


Figura 7: Tempo decorrente médio entre a detecção de uma área pelo DETER e a ação de fiscalização na mesma área para cada tipo de autuação do IBAMA. Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

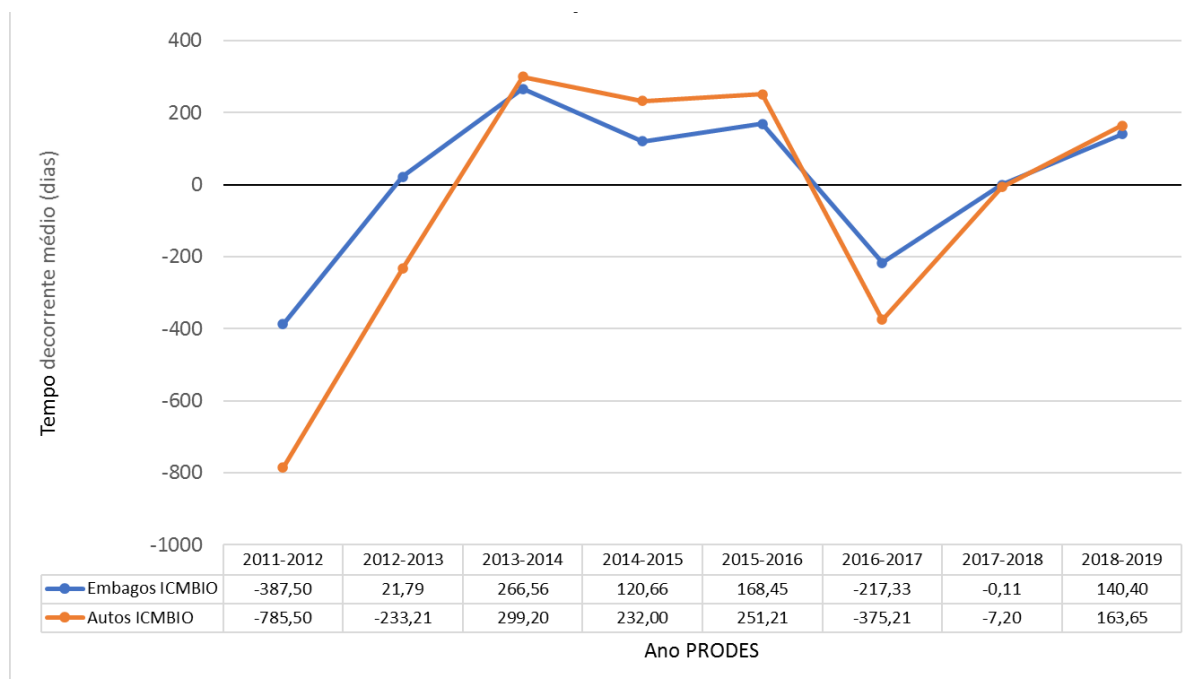


Figura 8: Tempo decorrente médio entre a detecção de uma área pelo DETER e a ação de fiscalização na mesma área para cada tipo de autuação do ICMBIO. Fonte: ICMBIO e INPE (organizado pela autora).

Ao classificar o tempo de corrente, observa-se que as maiores frequências são encontradas para classe “anterior ao alerta” seguido da classe “mais que 180 dias” (Figuras 8 a 12).

Os dados de apreensões realizadas pelo IBAMA chamam a atenção por apresentarem uma frequência muito alta nesta classe “anterior ao alerta” para todos os anos analisados (Figura 10). O esperado era que, à medida que se descapitaliza os infratores com a apreensão de ferramentas e maquinários utilizados nas atividades de degradação e desmatamento, houvesse um constrangimento pela fiscalização para a não retomada das ações de desmatamento na região. No entanto, os bens apreendidos em infração ambientais ficam na maioria dos casos em posse dos infratores como fiéis depositários (SCHMITT, 2015), o que aumenta a possibilidade de abertura de novas áreas de desmatamento ou degradação.

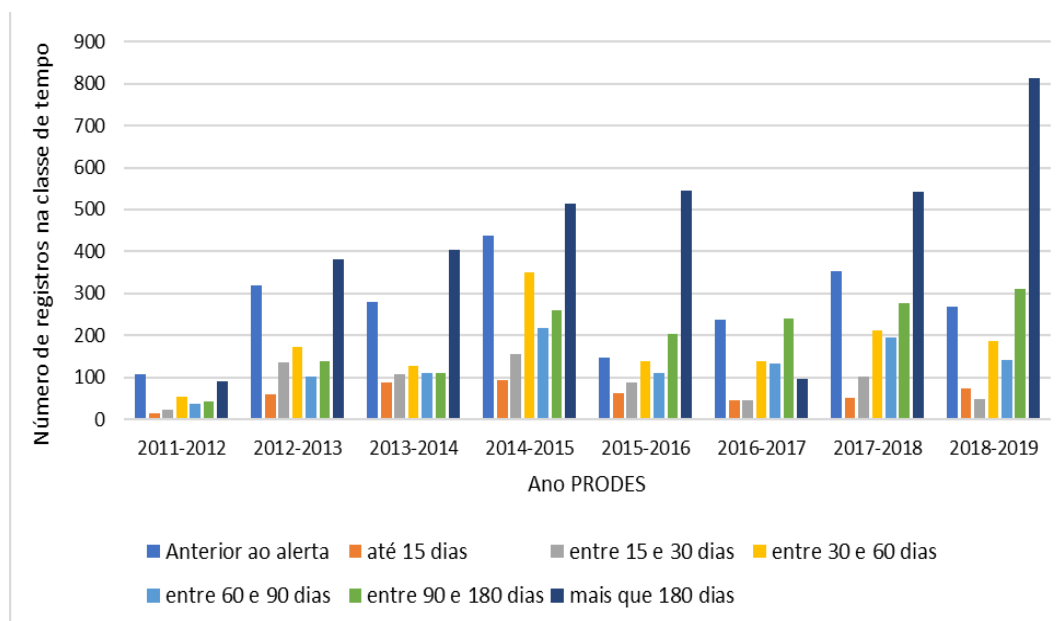


Figura 9: Frequência com o número de embargos do IBAMA correspondente a polígonos do DETER, dividida por classes de tempo decorrido entre a detecção e autuação. Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

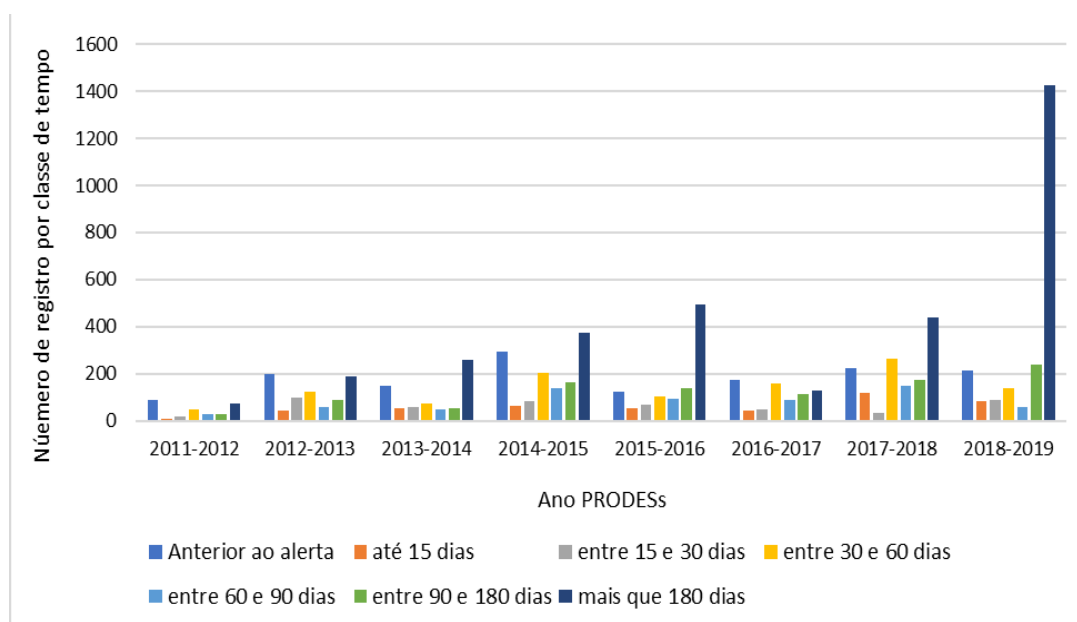


Figura 10: Frequência com o número de autos de infração do IBAMA correspondente a polígonos do DETER, dividida por classes de tempo decorrido entre a detecção e autuação. Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

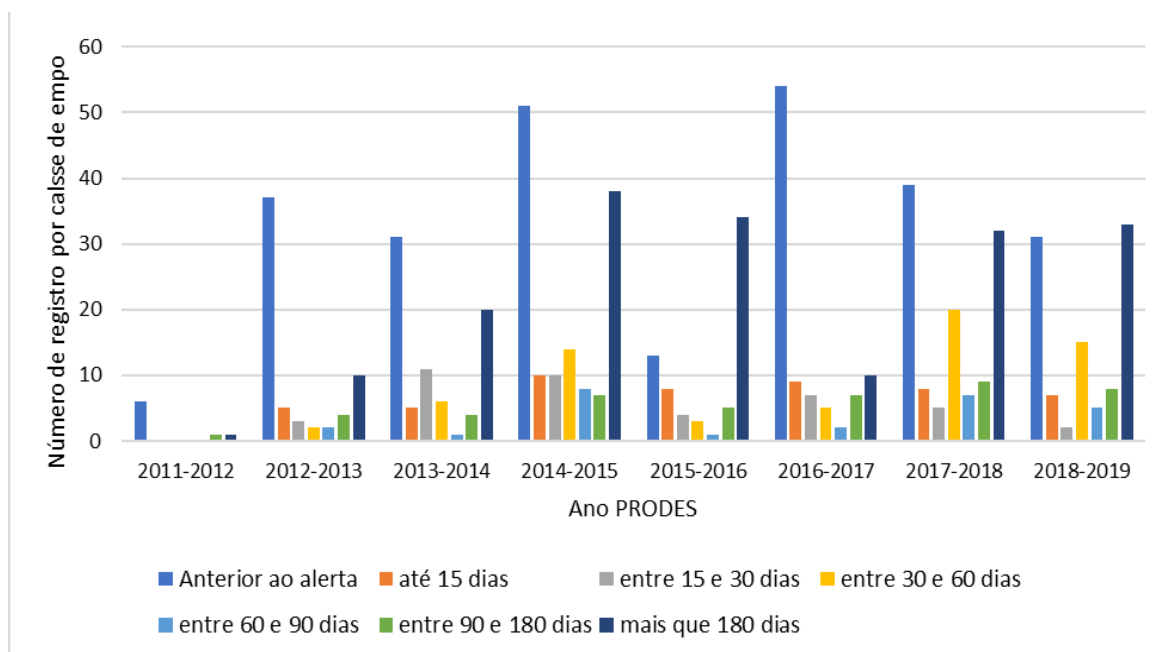


Figura 11: Frequência com o número de embargos do IBAMA correspondente a polígonos do DETER, dividida por classes de tempo decorrido entre a detecção e autuação. Fonte: IBAMA e INPE (organizado pela autora).

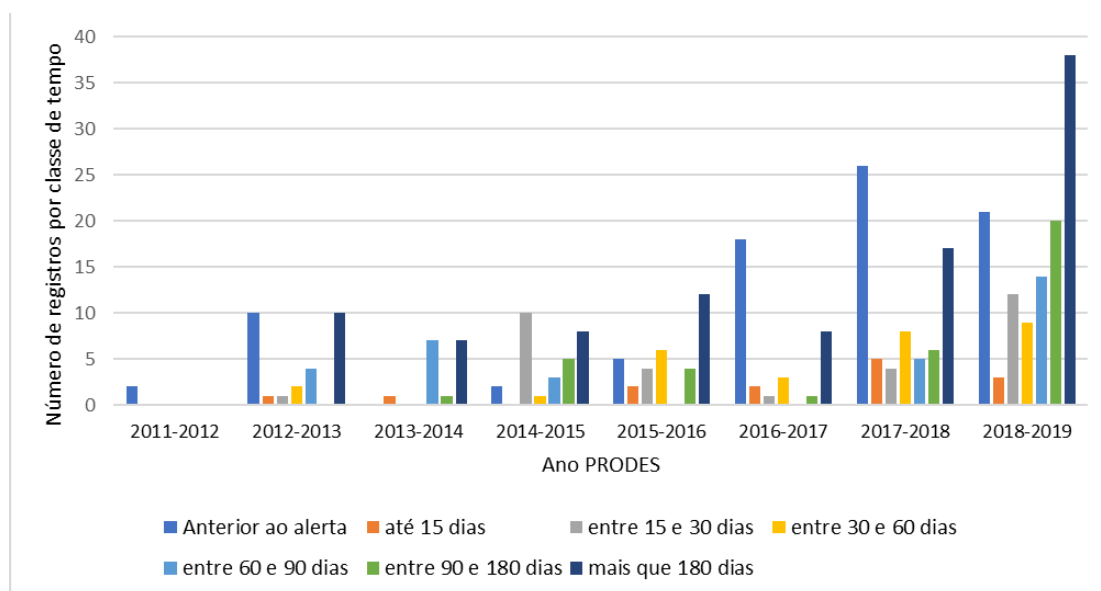


Figura 12: Frequência com o número de embargos do ICMBIO correspondente a polígonos do DETER, dividida por classes de tempo decorrido entre a detecção e autuação. Fonte: ICMBIO e INPE (organizado pela autora).

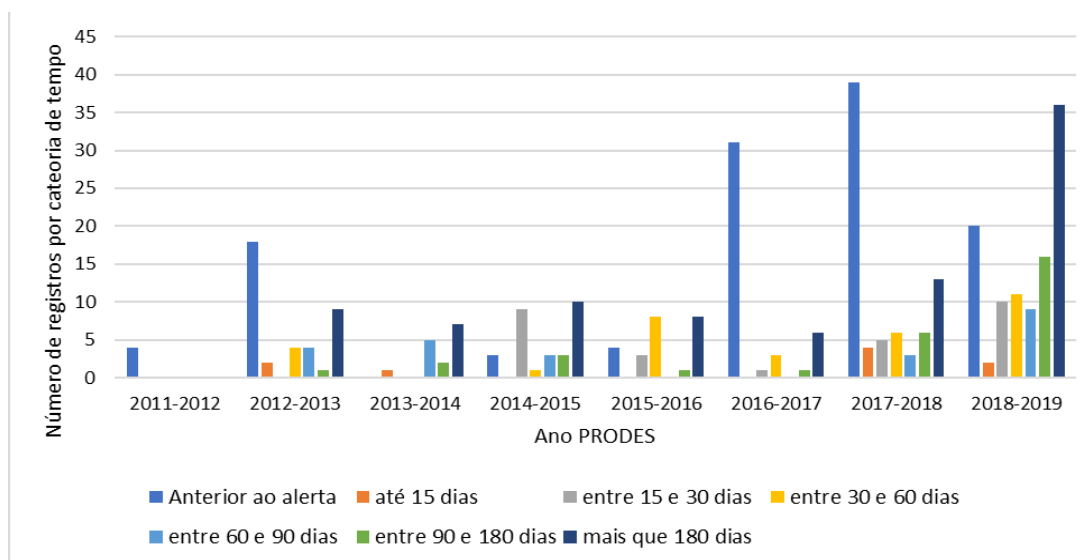


Figura 12: Frequência com o número de autos de infração do ICMBIO correspondente a polígonos do DETER, dividida por classes de tempo decorrido entre a detecção e autuação. Fonte: ICMBIO e INPE (organizado pela autora).

Ao excluir a classe “anterior ao alerta” da análise, a classe de maior frequência indica que o tempo de resposta da fiscalização aos alertas é superior a 180 dias. Com exceção dos embargos e autos de infração emitidos pelo IBAMA nos anos 2016-2017 (Figuras 8 e 9), todos os outros períodos para os três tipos de autuação das duas Instituições apresentaram essa como a classe de maior frequência.

O tempo de resposta das ações de fiscalização é de extrema importância para contenção do desmatamento, especialmente pela possibilidade de responsabilização pela infração, que muitas vezes ocorre em áreas públicas, dificultando a identificação dos responsáveis se a ação não for realizada em curto espaço de tempo.

Análise de custo dos sistemas

Para analisar os custos dos sistemas de monitoramento da cobertura vegetal e de uso da terra por satélites tratados neste trabalho foram solicitadas, via *e-mail*, ao INPE e ao CENSIPAM informações aos gestores dos sistemas em cada Instituição. As informações solicitadas se referem à área imaginada por cada um dos sistemas (PRODES; DETER e SIPAM SAR), aos custos para implementação do mapeamento e as fontes dos recursos financeiros.

De acordo com as informações encaminhadas pelo INPE, o sistema PRODES cobre toda a extensão da Amazônia Legal, uma vez ao ano, o que equivale a 5.015.067,749 km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, sítio). Para o cálculo foi considerada área de 5 milhões de quilômetros quadrados.

O DETER cobre a mesma área, mas com revisita a cada 2 dia no período do DETER A e 5 no período do DETER B. Para o DETER, toda a área da Amazônia é revistada 182 vezes (DETER A) e 73 vezes (DETER B) ao ano. No entanto, devido a cobertura por nuvens, cerca de um terço das imagens não são analisadas. Desta forma consideramos que a área imaginada anualmente pelo DETER A foi de 608 milhões quilômetros quadrados e pelo DETER B foi de 240 milhões de quilômetros quadrados.

Também foi informado que o custo de execução dos dois sistemas de monitoramento de responsabilidade do INPE é oriundo de fonte orçamentária própria. Com a somatória da área imaginada pelos dois sistemas, PRODES e DETER, e as dotações orçamentárias aplicadas por ano para sua execução, foi calculado o custo de se mapear um quilômetro quadrado (Tabela 8).

Tabela 8: Custo de implementação dos sistemas PRODES e DETER nos anos de 2001 a 2019 e custo por quilometro quadrado mapeado.

Sist.	Ano	Total de área mapeada (km ² imaginados por ano)	Custo	
			Custo total	Custo por km ²
DETER A e PRODES	2011-2012	608.000.000	R\$ 5.476.000,00	R\$ 0,009
	2012-2013	608.000.000	R\$ 5.476.000,00	R\$ 0,009
	2013-2014	608.000.000	R\$ 6.389.700,00	R\$ 0,010
	2014-2015	608.000.000	R\$ 6.389.700,00	R\$ 0,010
	2015-2016	608.000.000	R\$ 6.389.700,00	R\$ 0,010
DETER B e PRODES	2016-2017	240.000.000	R\$ 5.916.205,00	R\$ 0,024
	2017-2018	240.000.000	R\$ 5.379.000,00	R\$ 0,022
	2018-2019	240.000.000	R\$ 3.220.000,00	R\$ 0,013
	2019-2020	240.000.000	R\$ 3.220.000,00	R\$ 0,013

Fonte: INPE (organizado pela autora).

O CENSIPAM informou que, desde o início do programa SIPAM SAR em 2016, foram recebidos 6 fornecimentos de imagens totalizando área de 6.277.952,16 km² com custo total de R\$ 3.246.590,77. Este valor advém de fonte orçamentaria da instituição e de projeto apoiado pelo Fundo Amazônia no valor de R\$ 63.923.626,00⁶. Como o valor da área imaginada em cada fornecimento e seu respectivo custo, foi calculado o custo por quilometro quadrado mapeado de 2016 a 2019 (Tabela 9).

Tabela 9: Custo de implementação do sistema SIPAM SAR nos seis fornecimento de imagens obtidos entre o ano de 2016 e 2019 e custo por quilometro quadrado mapeado.

Fornecimento	SIPAM SAR		
	Áreas imaginada (km ²)	Custo	Custo por km ²
1	1.537.000,00	R\$ 799.240,00	R\$ 0,52
2	323.775,79	R\$ 168.363,41	R\$ 0,52
3	1.036.690,78	R\$ 539.079,21	R\$ 0,52
4	323.832,95	R\$ 168.392,95	R\$ 0,52
5	974.814,18	R\$ 506.902,85	R\$ 0,52
6	2.081.838,46	R\$ 1.064.612,35	R\$ 0,51

Fonte: CENSIPAM (organizado pela autora).

Os custos de mapeamento por quilometro quadrado calculados para a implementação dos três sistemas de monitoramento é baixo, em especial se comparado ao último edital⁷, lançado em 2017 pelo MMA com o intuito de contratação de um novo sistema de monitoramento por satélite com previsão de gasto de R\$ 78,5 milhões pelo período de um ano. Este edital foi revogado em cinco meses após sua publicação⁸, mas previa a contratação de empresa privada para realizar serviços especializados de “Suporte à Infraestrutura de Geoprocessamento e Atividades de Sensoriamento Remoto para atendimento as demandas de monitoramento ambiental e geoprocessamento”, sobrepondo as ações já realizadas pelo INPE e CENSIPAM. Em

⁶ Site do Fundo Amazônia (<http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/noticia/Relatorio-de-Atividades-do-Fundo-Amazonia-2019/>).

⁷ Pregão nº 07/2017 do Ministério do Meio Ambiente, lançado em 20 de abril de 2017 no D.O.U. seção 3 página 120.

⁸ Aviso de revogação Pregão Eletrônico nº 7/2017 – SRP, publicado no dia 26 de setembro de 2017 no D.O.U. seção 3 página 113.

2019 o IBAMA também lançou edital no valor de 7 milhões para contratação de serviço de geoprocessamento e sensoriamento remoto para dar suporte as ações de fiscalização.

Conclusão

O Brasil conta com vários sistemas para monitoramento do desmatamento na Amazônia, mas os principais sistemas desenvolvidos pelo governo federal para essa função são: o PRODES, que disponibiliza anualmente a taxa de desmatamento, o DETER, que emite alertas em tempo próximo ao real para auxiliar as ações de fiscalização, e o SIPAM SAR, que utiliza imagens de radar funcionando de forma complementar ao DETER para suporte às ações de fiscalização.

No ano de 2019, quando o DETER registrou um grande aumento detecção de áreas desmatadas no mês de julho viu-se um grande desentendimento dentro do governo federal devido a divulgação dos dados pelo INPE. À época a Presidência da República e o Titular do Ministério do Meio Ambiente colocaram em dúvida a confiabilidade dos dados disponibilizados pela Instituição⁹ (GORTÁZAR, 2019).

A polêmica sobre a divulgação e a qualidade dos dados gerados para o uso da fiscalização é recorrente em vários governos. Em 2014 o DETER passou a ter seus dados divulgados trimestralmente pelo INPE porque, segundo o próprio IBAMA, as informações do sistema estavam sendo utilizados por grileiros, o que dificultava o trabalho da fiscalização (GONÇALVES, 2014). No ano de 2017, como apresentado na seção anterior, foi aberto edital para contratação de um novo serviço de monitoramento pelo próprio MMA e no ano de 2019, novo edital¹⁰ foi lançado pelo IBAMA.

No entanto, o monitoramento do desmatamento na Amazônia realizado pelo INPE continua sendo uma referência e serve de modelo para muitos países (BANCO NACIONAL DE

⁹ Informações obtidas no site do Jornal El País - Edição Brasil https://brasil.elpais.com/brasil/2019/08/02/politica/1564699190_913292.html

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2019, p. 39). A importância dos sistemas de monitoramento para as ações de fiscalização também já foi evidenciada em uma série de estudos.

Um dos objetivos deste trabalho foi descrever como estas informações são incorporadas e utilizadas no planejamento das ações de fiscalização dos dois principais órgãos ambientais federais. Pelas entrevistas realizadas foi possível constatar que os dados são muito utilizados na rotina diária destas instituições e dão base para o planejamento das ações, tendo grande relevância para o combate ao desmatamento.

No entanto, as análises realizadas confrontando os dados de monitoramento e áreas atuadas pelas duas instituições, observa-se que a maior parte das ações de fiscalização não possui correspondência com as áreas detectadas pelos sistemas. Estes dados contradizem o esperado e indicam que mais de 70% das ações de fiscalização ocorrem aparentemente sem uso das informações disponibilizadas pelo principal sistema de alerta, o DETER.

Quando analisamos o tempo de resposta dos órgãos, para o percentual das autuações que de fato possuíam correspondência com os alertas emitido, verifica-se que na maioria dos casos a fiscalização chegou antes da própria detecção do polígono pelo sistema de monitoramento ou foi realizada de forma tardia, ocorrendo seis meses após sua identificação.

Além disto, foi possível observar que a quantidade de informações geradas pelos sistemas disponíveis oferece um conjunto de dados que vão muito além da capacidade de atuação dos órgãos de fiscalização ambiental. O que se nota neste trabalho é que as melhorias no sistema de monitoramento não promovem necessariamente uma melhoria da fiscalização como esperado. Isto ocorreria, em tese, se o gargalo para o controle do desmatamento fosse exclusivamente a disponibilidade de informações de monitoramento. Pode-se afirmar que a melhoria do sistema teve reflexo principalmente nas ações de fiscalização do ICBMIO, que possui suas ações mais restrita no território, atuando apenas nas unidades de conservação e em seu entorno, e conseguiu melhores resultados a partir do lançamento do DETER B.

Ao avaliar os custos dos sistemas disponíveis e a capacidade institucional dos órgãos de fiscalização no aproveitamento das informações geradas pelo monitoramento, não parece

razoável continuar investindo em melhorias ou em novos sistemas sem que haja investimentos também nos órgãos de fiscalização como IBAMA e ICMBIO.

Os resultados deste trabalho ressaltam a relevância e complementariedade dos diferentes sistemas de monitoramento do desmatamento realizados pelo governo federal, mas indicam que as informações geradas por estes sistemas ainda são pouco utilizadas para direcionar as ações de fiscalização pelo IBAMA e ICMBIO. Embora as instituições afirmem incorporar dados do monitoramento no planejamento da fiscalização, o que se vê é uma subutilização das informações para o direcionamento das ações em campo. Neste sentido, percebe-se a necessidade de melhorias nos processos de trabalho dentro dos órgãos de fiscalização.

Referências bibliográficas

ARIMA, Eugenio Y; BARRETO, Paulo, ARAÚJO, Elis e SOARES-FILHO, Britaldo. Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil. **Land use policy**, v. 41, p. 465-473, 2014.

ASSIS, Luis Fernando Ferreira Gomes; FERREIRA, Karine Reis; VINHAS, Lúbia; MAURANO, Luis Eduardo Pinheiro; ALMEIRA, Cláudio; CARVALHO, Andre; RODRIGUES, Jether; MACIEL, Adelaine; CAMARGO, Claudinei. TerraBrasilis: a spatial data analytics infrastructure for large-scale thematic mapping. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 8, p. 513, 2019.

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa e ROCHA, Rudi. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies? **Environment and Development Economics**, v. 20, nº 6, p. 697-722, 2015.

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa e ROCHA, Rudi. **DETERring deforestation in the Amazon: environmental monitoring and law enforcement**. 2019. Disponível em: <https://climatepolicyinitiative.org/publication/deterring-deforestation-in-the-brazilian-amazon-environmental-monitoring-and-law-enforcement/> Acesso em: 12 fevereiro 2020.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Fundo Amazônia – Relatório de atividades 2019**. 2019. Disponível em: http://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/rafa/RAFA_2019_port.pdf Acesso em: 18 julho de 2020

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, sítio do Fundo Amazônia <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Amazonia-SAR/> Acesso em: 18 julho 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (Decreto s/n de 3 de julho de 2003) **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 3ª Fase (2012-2015)**. 2013. Disponível em:

http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/PPCDAM_3aFase.pdf Acesso em: 07 junho 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Nota Informativa nº 5** julho de 2015. Assunto: O Nível de Referência de Emissões Florestais no Brasil para Pagamento por Resultados de Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento no Bioma Amazônia. 2015. Disponível em: <http://redd.mma.gov.br/images/central-de-midia/pdf/artigos/N-info-5I-FREL.pdf>. Acesso em: 07 junho 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Pregão nº 07/2017**. Assunto: O objeto da presente licitação é o Registro de Preços para contratação de serviços especializados de Suporte à Infraestrutura de Geoprocessamento e Atividades de Sensoriamento Remoto para atendimento as demandas de monitoramento ambiental e geoprocessamento, conforme condições e exigências estabelecidas neste Edital e seus anexos. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/11008-preg%C3%A3o-072017>. Acesso em: 15 junho 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **ENREDD+: estratégia nacional para redução das emissões provenientes do desmatamento e da degradação florestal, conservação dos estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal**. 2016. Disponível em: http://redd.mma.gov.br/images/publicacoes/enredd_documento_web.pdf Acesso em: 07 junho 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado (PPCerrado) e plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal (PPCDAm): 4ª fase 2016-2020**. 2018. Disponível em: http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/Planos_ultima_fase.pdf Acesso em: 07 junho 2020.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira e RIBEIRO, Elisa Antônia. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá v.7, nº 7, p. 251-266. 2011

DINIZ, Cesar Guerreiro; SOUZA, Arleson Antonio de Almeida; SANTOS, Diogo Corrêa; DIAS, Mirian Correa; DA LUZ, Nelton Cavalcante; MORAES, Douglas Rafael Vidal de; MAIA,

Janaina Sant'Ana; GOMES, Alessandra Rodrigues; NARVAES, Igor da Silva; VALERIANO, Dalton M.; MAURANO, Luis Eduardo Pinheiro e ADAMI, Marcos. DETER-B: The New Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 8, nº 7, p. 3619 – 3628, jul. 2015

GONÇALVES, Carolina. **Ibama e Inpe lançam calendário para divulgar dados sobre desmatamento** - Agência Brasil – Brasília. 07 de novembro de 2014. Disponível em: agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-11/ibama-e-inpe-lancam-calendario-para-divulgar-dados-sobre-desmatamento. Acesso em: 2 fevereiro 2020

GORTÁZAR, Naiara Galrraga. **Governo contesta Inpe e anuncia licitação para nova medição de desmatamento**. El Pais - Brasil. 1º agosto de 2019. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/08/02/politica/1564699190_913292.html. Acesso em: 31 agosto 2019.

HARGRAVE, Jorge e KIS-KATOS, Krisztina. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: a panel data analysis for the 2000s. **Environmental and Resource Economics**, v. 54, nº 4, p. 471-494, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE sítio <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e> Acesso em: 18 julho 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites, sistema de detecção do desmatamento em tempo real na Amazônia – DETER: aspectos gerais, metodológicos e plano de desenvolvimento**. 2008 Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter/pdfs/metodologia_v2.pdf. Acesso em: 02 fevereiro 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Metodologia utilizada nos projetos PRODES e DETER**. 2019. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia_Prodes_Deter_revisada.pdf Acesso em: 11 julho 2020

KINTISCH, Eli. Improved Monitoring of Rainforests Helps Pierce Haze of Deforestation. **Science**, v. 316, nº 27, p. 536-537, 2007. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/kintish_2007.pdf. Acesso em: 02 fevereiro 2020.

MINISTÉRIO DA DEFESA – MD. sítio do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia – Censipam. <http://www.sipam.gov.br/projeto-amazonia-sar-1/o-sistema-integrado-de-alertas-de-desmatamento-com-radar-orbital-sipamsar>. Acesso em: 11 julho 2020.

PARAGUASSU, Lisandra. **Em carta a governo, empresários cobram combate ao desmatamento**. Reuters. 07 de julho de 2020. Disponível em: https://br.reuters.com/article/domesticNews/idBRKBN24827A-OBRDN?utm_source=akna&utm_medium=email&utm_campaign=08072020-ClimaInfo-Newsletter. Acesso em: 12 jul. 2020.

SCHMITT, Jair. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Universidade de Brasília, 2015.



Escola Nacional de Administração Pública

Curriculum

Mônica de Faria Franco Negrão

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (2000), Mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília (2003) e Especialista em Geoprocessamento Ambiental pelo Departamento de Geociências da Universidade de Brasília (2014). Servidora pública desde 2014, no cargo de Analista Ambiental, lotada no Ministério do Meio Ambiente.

Contato: monica.negrao@mma.gov.br