



Revista Brasileira de Ciências Policiais  
ISSN: 2178-0013  
ISSN: 2318-6917  
steniosantos.sss@pf.gov.br  
Academia Nacional de Polícia  
Brasil

# Utilização dos relatórios automatizados de alertas de desmatamento na melhoria do processo investigativo criminal ambiental

**Dittmar, Herbert; Mrozinski, Diogo Ricardo**

Utilização dos relatórios automatizados de alertas de desmatamento na melhoria do processo investigativo criminal ambiental

Revista Brasileira de Ciências Policiais, vol. 13, núm. 9, 2022

Academia Nacional de Polícia, Brasil

**Disponível em:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673470948001>

Os direitos autorais dos trabalhos publicados pela RBCP permanecem com seus autores, os quais concedem exclusividade da primeira publicação, comprometendo-se a não reproduzir o texto, total ou parcialmente, em qualquer meio de divulgação, impresso ou eletrônico, em momento anterior, sem prévia autorização da Comissão Editorial da Revista, exceto nos repositórios digitais certificados de pré-print e pós-print, indicados no sítio oficial do periódico e de acordo com a licença Creative Commons atribuída.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

## Utilização dos relatórios automatizados de alertas de desmatamento na melhoria do processo investigativo criminal ambiental

Use of automated reports of deforestation alerts to improve the environmental criminal investigative process

Uso de informes automatizados de alertas de deforestación para mejorar el proceso de investigación penal medioambiental

*Herbert Dittmar*  
Polícia Federal, Brasil  
herbert.hd@pf.gov.br

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673470948001>

*Diogo Ricardo Mrozinski*  
Polícia Federal, Brasil  
mrozinski.drm@pf.gov.br

Recepción: 28 Febrero 2022  
Aprobación: 09 Mayo 2022

### RESUMO:

Diante de um quadro onde há cada vez mais restrições de recursos e aumento do índice de desmatamento ilegal no país, buscou-se nas ferramentas de informática a resposta para a análise de milhares de alertas de desmatamento que são produzidos anualmente na Floresta Amazônica. A automatização pode melhorar a gestão e a produtividade, assim, a criação de um Relatório Automatizado de Desmatamento, a partir de alertas de desmatamento obtidos de imagens Planet/Dove de alta resolução espacial e resolução temporal diária, fornece subsídios para a confecção de Informações Policiais e Laudos Periciais com temporaneidade e robustez. No combate aos crimes de desmatamento ilegal e seus correlatos, apenas aumentar o número de agentes de fiscalização e policiais não é capaz de produzir os resultados almejados, além do alto custo operacional. O uso de metodologias que utilizam ferramentas tecnológicas deveria ser uma das principais políticas a serem implementadas pelas polícias e órgãos gestores ambientais. A aceleração do tempo gasto desde o início do processo investigativo criminal até o julgamento, pode diminuir o sentimento de impunidade relacionado aos crimes ambientais no país.

**PALAVRAS-CHAVE:** automatização, relatório automatizado de desmatamento, floresta amazônica, imagens PlanetScope/Dove, alertas de desmatamento.

### ABSTRACT:

Facing a situation where there are more and more restrictions of resources and an increase in the rate of illegal deforestation in the country, we sought in the computer tools the answer to the analysis of thousands of deforestation alerts that are produced annually from the Amazon Forest. The automation can improve the management and productivity, thus, the creation of an Automated Reports of Deforestation Alerts, with deforestation alerts obtained from Planet/Dove images of high spatial resolution and daily temporal resolution, provides subsidies for the elaboration of Police Information and Expert Reports with timeliness and robustness. In the fight against crimes of illegal deforestation and its correlates crimes, just increasing the number of enforcement agents and police is not capable of producing the results poorly relevant, besides the high operational cost. The use of methodologies that use technological tools should be one of the main policies to be implemented by the police and environmental management agencies. The acceleration of the time spent from the beginning of the criminal investigative process until the trial, can decrease the feeling of impunity related to environmental crimes in Brazil.

**KEYWORDS:** automation, automated deforestation report, amazon forest, PlanetScope/Dove images, deforestation alerts.

### RESUMEN:

Ante una situación en la que hay cada vez más restricciones de recursos y un aumento de la tasa de deforestación ilegal en el país, se buscó en las herramientas informáticas la respuesta para el análisis de miles de alertas de deforestación que se producen anualmente en la Selva Amazónica. La automatización puede mejorar la gestión y la productividad, así, la creación de un Informe Automatizado de Alertas de Deforestación, con alertas de deforestación obtenidas a partir de imágenes Planet/Dove de alta resolución espacial y resolución temporal diaria, proporciona ayudas para la elaboración de Informes Policiales y Periciales con temporalidad y robustez. En la lucha contra los delitos de deforestación ilegal y delitos conexos, el mero aumento del número de agentes y policías no es

capaz de producir los resultados deseados, además del elevado coste operativo. El uso de metodologías que utilicen herramientas tecnológicas debería ser una de las principales políticas a aplicar por la policía y los organismos de gestión medioambiental. La aceleración del tiempo transcurrido desde que se inició el procedimiento de investigación penal hasta el juicio, puede disminuir la sensación de impunidad relacionada con los delitos ambientales en Brasil.

**PALABRAS CLAVE:** automatización, informe automatizado de deforestación, selva amazónica, imágenes de PlanetScope/Dove, alertas de deforestación.

## 1. INTRODUÇÃO

A velocidade da informação está cada vez maior, por meio de inovações tecnológicas e transformação digital crescente (SOUSA; ALMEIDA, 2020). Com o desenvolvimento da tecnologia de automatização de documentos, a geração automatizada de relatórios tem encontrado uma amplitude cada vez maior de utilização nos mais variados campos de investigação (BABOUR; KHAN, 2021).

Com o automatismo computacional de atividades como detecção, armazenamento e tratamento de informações, aparelhos eletrônicos realizam no lugar do cérebro parte dos exercícios de repetição (CAMPOS, 2018). A informática é utilizada na análise massiva de dados, enquanto os humanos podem trabalhar na edição dos relatórios produzidos (BABOUR; KHAN, 2021). A automação de qualquer tarefa não é um fim em si mesmo; atende a objetivos humanos, cuja realização às vezes é mais bem efetivada por máquinas (OLIVEIRA, 2019).

A multiplicação das demandas de informação, as distâncias, a regionalização da informação, a velocidade de transmissão, a convergência de diferentes tecnologias e a necessidade e capacidade de reagir rapidamente, especialmente em situações de crise, levaram os gestores da área a aperfeiçoarem técnicas de atuação por meio de sistemas interativos (CUENCA-FONTBONA *et al*, 2020). Processos automatizados, que anteriormente eram manipulados por pessoas, liberam tempo e recursos, o que aumenta a produtividade (SILVA, 2019).

A automatização define padrões e regras que têm que ser especificadas apenas uma vez, sendo posteriormente atualizadas de acordo com as necessidades dos produtos e dos clientes (ANTUNES, 2020). Ela permite que as energias humanas sejam canalizadas para trabalhar com relações desconhecidas, inesperadas e detalhes novos presentes nas experiências que realiza (CAMPOS, 2018). Na aviação e na medicina, por exemplo, o alto grau de automação está relacionado ao desejo por mais agilidade, preservando a segurança e a precisão. Em diversos setores da indústria, a automação permite uma gestão mais eficiente de gastos e um aumento de produtividade; cada aplicação possui suas peculiaridades e objetivos (OLIVEIRA, 2019).

A implantação de um sistema automatizado reduz os tempos de execução das tarefas, aumentando a eficiência, melhorando o aproveitamento dos recursos e os possíveis erros humanos que podem surgir são eliminados. Vale lembrar que os avanços tecnológicos fazem parte da modernização da gestão pública, cujos benefícios se traduzem tanto para os usuários como para a sociedade (JIMÉNEZ, 2020). O foco da automatização é o desenvolvimento de produtos que melhorem a gestão e aumentem a produtividade. Ela transforma processos manuais em operações digitais, ajudando a acelerar os processos, reduzir a carga de trabalho e garantir a consistência dos métodos. É possível tornar automatizadas desde tarefas repetitivas a trabalhos de conhecimento especializado (ANTUNES, 2020).

A eficiência que os softwares introduzem na realização de uma tarefa, substitui a expertise humana, dispensando o ser humano tanto de esforços manuais, como da execução de uma performance cognitiva refinada. Desta forma, se o usuário limitar seu trabalho ao uso da ferramenta, acaba condicionando suas percepções às delimitações físicas do computador (CAMPOS, 2018). Os pacotes de softwares, por meio de regras, procuram substituir todo o trabalho até então manual e documentar os procedimentos utilizados. Deixa de ser necessário haver o conhecimento especializado para executar os processos, bastando apenas definir inicialmente todas as regras (ANTUNES, 2020).

O sucesso na implantação das modernas ferramentas digitais exige uma estratégia coordenada e uma visão abrangente de transformação. A lentidão na utilização desses processos nos faz perder oportunidades. Transformações digitais requerem lideranças fortes para impulsionarem as mudanças (CUENCA-FONTBONA *et al*, 2020). Não adianta implantar a automação e se manter hermético, com baixa divulgação dos resultados e com pouca transparência da sua própria gestão (AQUINO *et al*, 2016).

Por outro lado, tentar eliminar a ação humana totalmente em um processo leva ao aumento desnecessário do esforço na automatização, trazendo mais custos e/ou atraso para se obter os benefícios. A transformação digital traz benefícios na melhoria dos processos, na eficiência e na redução de custos, e no melhor direcionamento do trabalho humano (GRANDE, 2021).

Como afirmam Sousa; Almeida (2020), é importante utilizar modelos de gestão que possibilitem o alcance de soluções rápidas (entrega de resultados em prazos menores), com planejamento, tomadas de decisões rápidas e assertivas, monitoramento e controle. A capacidade de inovar necessita estar alinhada com a capacidade de execução e gerenciamento dos projetos, a fim de atingir o menor custo e tempo de execução. Além disso, é muito importante o desenvolvimento de equipes e gestores.

A confecção de relatórios é uma tarefa muitas vezes enfadonha, que consome tempo e exige algumas competências. Isto cria a necessidade da criação de sistemas automatizados que, de forma fiável, possa processar eficazmente os dados e gerar informações úteis na forma de relatórios (LOVEYMI *et al*, 2021).

O avanço da tecnologia e da sociedade da informação é evidente na nossa vida cotidiana. Observando da perspectiva do utilizador final, os vários serviços de tecnologia da informação que utilizamos diariamente parecem simples e facilmente funcionais. No entanto, em segundo plano existem complexas bases e repositórios de dados.

A geração de relatórios automatizados e padronizados, por meio de computador, já existe em vários campos de aplicação. Pode ajudar as pessoas a compreender melhor os dados e acelerar a geração de conteúdo (LEI *et al*, 2020). No que tange ao combate aos crimes de desmatamento ilegal também é possível a utilização de ferramentas automatizadas para produção de relatórios de alertas de desmatamento, conforme será evidenciado neste trabalho.

Em 17/09/2018 a Superintendência de Polícia Federal no Estado do Amazonas (SR/PF/AM) assinou um contrato com a empresa SCON – Santiago & Cintra Consultoria, representante da Planet Labs no Brasil, no valor de R\$ 372.989,35 para acesso a imagens satelitais ópticas de alta resolução espacial (3 metros) e temporal (diária), bem como aos alertas de desmatamento, gerados a partir da utilização da constelação de satélites PlaneScope, sensor Dove, que cobriram uma área de 5.445.100 hectares naquele momento.

Tal ação decorreu principalmente da necessidade de respostas rápidas no combate à exploração madeireira ilegal, após a deflagração da primeira fase da Operação Arquimedes, em 15/12/2017. Anteriormente, trabalhando principalmente com análises de imagens ópticas de média resolução espacial, os investigadores e peritos tinham dificuldades na aquisição dessas imagens, em virtude da baixa resolução temporal e, conseqüentemente, em determinar e acompanhar a evolução da extração madeireira ilegal nas áreas examinadas. A Tabela 1 mostra as imagens ópticas atualmente passíveis de utilização pelos usuários.

SATÉLITE/FONTE	RESOL. ESPACIAL	REVISITA	TENTATIVAS
Cbers/INPE	20 m	26 dias	14/ano
ResourceSat/INPE	23,5 m	24 dias	15/ano
Landsat/INPE	30 m	16 dias	22/ano
Sentinel/ESA	10 m	5 dias	73/ano
RapidEye/MMA	6,5 m (contrato)	Banco de dados	2011 a 2015
Inteligeo/DITEC/PF	0,5 m (contrato)	Banco de dados	Por solicitação
Planet/Dove	3,0 m (contrato)	diária	365/ano

TABELA 1  
Imagens ópticas disponíveis para a perícia da PF  
Herbert Dittmar; Diogo Ricardo Mrozinski

Mesmo após a efetivação do contrato de aquisição de imagens PlanetScope/Dove de alta resolução espacial e temporal, os Laudos Periciais confeccionados a partir destas imagens levavam de uma a duas semanas para serem finalizados. Constatou-se uma grande quantidade de alertas de desmatamento, o que gerou um volume de dados acima da capacidade de processamento de qualquer instituição pública.

Observou-se que os dados recebidos possuíam uma base técnica padronizada e rica em informações, incluindo camadas vetoriais. Dessa forma, seria possível criar um fluxo de dados capaz de gerar um produto padronizado. Ao perceber o potencial dos alertas de desmatamento e destas imagens, quase em tempo real, os autores, com o apoio da SR/PF/AM, contactaram os fornecedores para que, de forma conjunta, construíssem uma espécie de sistema automatizado de laudos de desmatamento para a região amazônica.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do Relatório Automatizado de Alertas de Desmatamento, os autores forneceram suas expertises de combate ao desmatamento ilegal na Polícia Federal (PF), tanto no conhecimento de campo, quanto na área de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), aos técnicos e programadores de sistemas desta empresa, com a finalidade de construir um relatório de alertas de desmatamento que pudesse abarcar o maior número possível de informações, para a produção de um relatório policial ou uma informação técnica robusta.

Foram utilizadas imagens satelitais PlanetScope/Dove, de resolução temporal diária, bancos de dados de acesso público, relativos a áreas públicas e privadas, obtidos a partir dos sites do Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA), da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural do Serviço Florestal Brasileiro (SICAR/SFB).

Após uma série de reuniões, foi possível construir uma ferramenta que poderia ser utilizada como um modelo para forças policiais e de fiscalização, com o intuito de fornecer uma resposta célere a crimes de exploração florestal ilegal em qualquer região do país em que o monitoramento estivesse alocado. Posteriormente o “Laudo Automatizado” passou pelo crivo da Diretoria Técnico-Científica da PF, que aprovou e disponibilizou a ferramenta para todos os policiais e agentes de fiscalização do IBAMA e dos órgãos de controle estaduais, por meio do Programa Brasil M.A.I.S. (Meio Ambiente Integrado e Seguro).

A partir daí foi possível criar um ambiente para geração de relatórios de todos os alertas de desmatamento das áreas monitoradas. O relatório pode ser criado a partir de um ou mais alertas de desmatamento; tais alertas são gerados a partir da detecção de alteração nas feições das imagens de satélite, que são recebidas diariamente.

De modo *on-line*, em alguns minutos é produzido o relatório, bastando apenas que o usuário escolha uma das áreas atingidas pela exploração florestal. Deste modo, a área monitorada escolhida pela SR/PF/AM

poderia a partir de então sofrer qualquer tipo de ação policial, com auxílio de um instrumento valioso de informação.

O cotejo realizado pelo relatório de alertas entre as áreas desflorestadas e os polígonos de áreas públicas e privadas, tais como: unidades de conservação, terras indígenas, polígonos cadastrados no SICAR/SFB, áreas embargadas pelo IBAMA e pelo ICMBio, sítios arqueológicos, áreas de comunidades quilombolas, polígonos do INCRA e Glebas Federais, permite que este relatório seja utilizado imediatamente pelos investigadores ou sirva como base para a elaboração de Laudos Periciais de exploração florestal, bastando que o usuário complemente com outras informações, tais como, qualificação dos autores, outros mapas e imagens, ou mesmo que apresente a valoração dos danos ambientais e o custo de recuperação da área desmatada ilegalmente.

Segundo o Ministério da Justiça, este programa atingiu a marca de 200 instituições federais e estaduais com acesso gratuito ao sistema. Em 16 meses, o novo contrato possibilitou que a ferramenta auxiliasse na deflagração de mais de 70 operações no país, com mais de 12 mil usuários cadastrados. A utilização da ferramenta em todo o país já causou prejuízo de mais de R\$ 987 milhões com a aplicação de multas, apreensões e bloqueio de bens. A plataforma é intuitiva e permite o acesso aos alertas e emissão de relatórios automatizados (BRASIL, 2022).

O produto foi nomeado como “Relatório Analítico de Alertas de Desmatamento” que, por meio de imagens Planet/Dove de alta resolução, e uso de banco de dados de diversas instituições, permite a execução de flagrantes de extração madeireira em até um dia após sua ocorrência, pois o lapso de tempo entre a detecção da exploração e a possibilidade de gerar um relatório automatizado pode ser de apenas um dia.

### 3. RESULTADOS

Com a utilização desse sistema de monitoramento é possível avaliar, dimensionar recursos e prioridades, e melhorar a tomada de decisão para as áreas de atuação das instituições estatais de fiscalização, controle e policiamento. Atualmente os alertas de desmatamento e corte seletivo estão disponíveis no endereço <https://plataforma-pf.scon.com.br/#/>, mediante cadastro. Nesta plataforma é possível obter os arquivos dos alertas nos formatos *kml*, *kmz*, *gpx*, *shapefile* ou *geojson* de até 1 MB. As imagens PlanetScope são disponibilizadas na rede em até 24 horas após a aquisição a partir do endereço <https://plataforma.scon.com.br/#/> ou por um plugin do software de código aberto denominado de QGIS.

Pelo fato das imagens Planet/Dove estarem tratadas e disponíveis na rede, não há necessidade de infraestrutura para armazenamento e processamento, o que permite aumentar a velocidade de resposta aos alertas de desmatamento. A Figura 1 mostra a tela do painel de alertas de desmatamento (corte raso) sobre mosaico PlanetScope/Dove de uma determinada área da região amazônica.



FIGURA 1  
Tela do painel de alertas de desmatamento sobre mosaicos Planet/Dove  
Plataforma PF/Planet

O efeito desta metodologia também pode ser econômico, uma vez que os recursos humanos dos órgãos envolvidos no combate a este tipo de crime são qualificados e representam um custo considerável para a sociedade.

Outro exemplo prático da utilização de imagens de alta resolução foi a apreensão de duas balsas carregadas com 3.000 metros cúbicos de toras de madeira nativa. O monitoramento das balsas se iniciou nos primeiros dias do mês de agosto de 2018 e após um longo processo de investigação e uso análise de imagens, uma das balsas foi localizada nas margens do Rio Madeira, município de Novo Aripuanã/AM (Figura 2). O fato das imagens terem alta taxa de revisita (resolução temporal) contribuiu de forma determinante para elucidação deste caso.



FIGURA 2  
Balsas com toras de madeira nativa no Rio Madeira  
Imagem Planet/Dove – 18/08/2018

Após a detecção, as equipes de investigação a campo foram acionadas e, juntamente com uma equipe do IBAMA, apreenderam as duas balsas no Rio Madeira, no município de Novo Aripuanã/AM e realizaram todos os procedimentos administrativos e criminais necessários (Figura 3).

O emprego da ferramenta tornou possível a confecção de Informações Policiais e Laudos Periciais em apenas um dia, o que pode antecipar as ações da área de fiscalização, que geralmente é a primeira a chegar nos locais de desmatamento ilegal.

Atualmente, muitos policiais federais e centenas de instituições governamentais podem utilizar os relatórios automatizados de desmatamento. É necessário que esta ferramenta esteja disseminada em todos

os órgãos públicos que atuam no controle, na fiscalização e no policiamento da extração madeireira ilegal e demais crimes conexos. Destarte, a obtenção de informações de forma automática permite que policiais e agentes de fiscalização possam dedicar seu tempo para atividades mais complexas.



FIGURA 3

Balsas carregadas com toras de madeira nativa apreendidas no Rio Madeira

IBAMA – 18/08/2018 – Novo Aripuanã/AM

A plataforma fornece um relatório no formato *Word*, bastando o usuário desenhar a área de interesse no mapa interativo. No relatório estão registrados os mapas, imagens e polígonos semanais das áreas desmatadas no interior do polígono de interesse, e as coordenadas geodésicas dos centroides de cada alerta.

A geração de Relatórios Automatizados de Desmatamento, que foi posteriormente incorporada ao Programa Brasil M.A.I.S., é um método confiável para a visualização, a busca e a interpretação dos dados obtidos a partir de diversas plataformas de acesso aberto.

Como os órgãos de fiscalização, controle e gestão recebem as mesmas informações, é possível a criação de forças-tarefa com o intuito de debelar o avanço do desmatamento ilegal nas áreas avaliadas como prioritárias.

O relatório também indica diferentes classes de danos ambientais, os quais são classificados de acordo com o padrão de resposta espectral do alvo imageado: corte raso, degradação ou acesso (estrada ou ramal), com as datas e áreas de cada alerta. Recentemente foram adicionados os alertas de focos de queimada, pista de pouso, cultivos ilícitos e embarcações (em fase experimental). A disponibilização adicional da imagem Landsat-5/TM, obtida a partir de 22/07/2008, sobre a área de interesse, permite ao usuário visualizar a cobertura florestal do local dos exames nesta época, para fins de determinação das áreas consideradas como “consolidadas” pelo Novo Código Florestal.

Entre as principais informações contidas no relatório estão: localização e centroide da área atingida; sobreposição com áreas protegidas, com áreas registradas no SICAR/SFB e INCRA; com outras áreas públicas e áreas embargadas pelo IBAMA/ICMBio e/ou com autos de infração; data de ocorrência do desmatamento; área total desmatada; imagens utilizadas. Na Figura 4 é possível visualizar a página inicial de um Relatório Analítico de Alertas de Desmatamento.

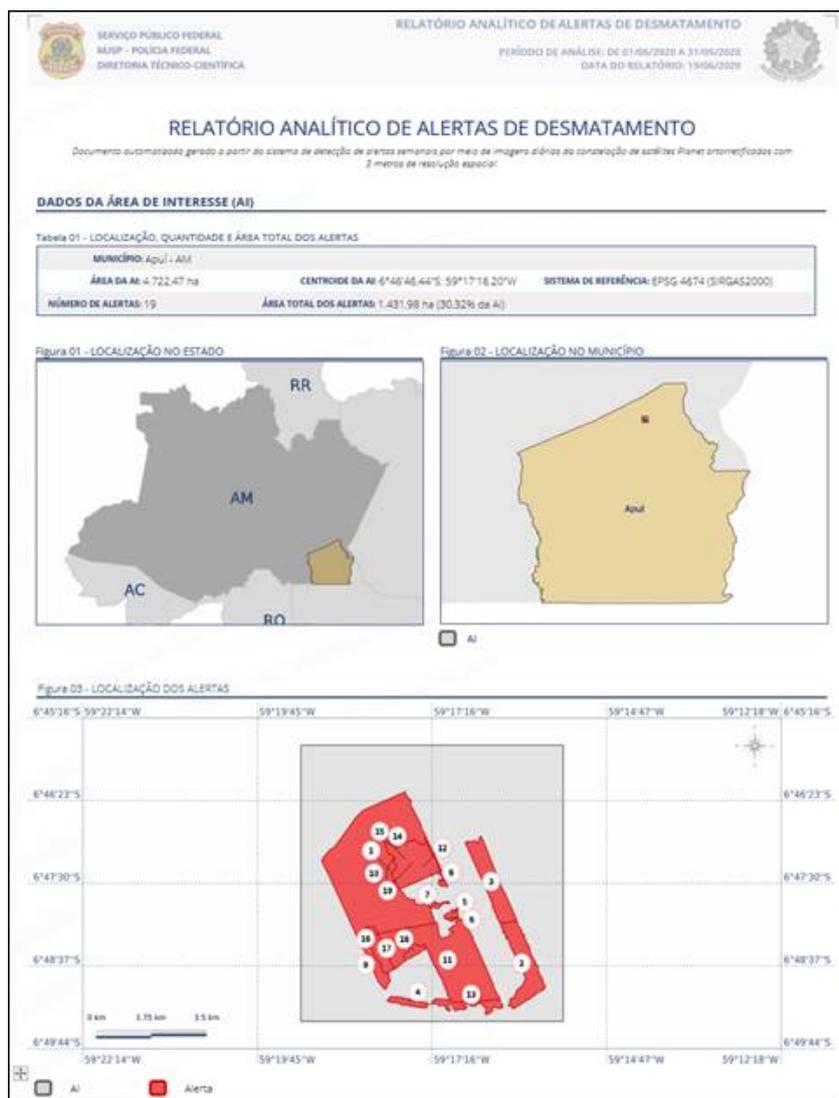


FIGURA 4  
 Página inicial do relatório  
 Plataforma PF/Planet

#### 4. DISCUSSÃO

Em nosso caso, a utilização da automação teve o intuito de produzir informações seguras, relevantes e que pudessem aumentar a eficiência tanto da repressão ao crime de desmatamento ilegal e seus correlatos. Tecnologias de geração de relatórios automatizados facilitam a análise em conjunto dos resultados obtidos, pois processam, analisam, catalogam e interpretam os dados, gerando informações relevantes, o que facilita a tomada de decisões.

Dessa forma, é possível priorizar estrategicamente os “alvos” que merecem maior atenção, agindo de forma racionalizada. Apesar de parecer claro, faz-se necessário registrar a possibilidade de trabalhar estrategicamente, pois, no âmbito da Perícia Criminal Federal, não é raro receber um conjunto de requisições de perícia de desmatamento em áreas de baixo impacto ambiental.

A automatização pode alterar o processo de auditoria, de uma situação passiva tradicional para uma auditoria contínua. A coleta, armazenamento e processamento prévio de dados, tem impacto direto na

celeridade da auditoria e no aumento da probabilidade de detecção de irregularidades. A automatização também possibilita o uso mais amplo dos dados (AQUINO *et al*, 2016).

Um trabalho conduzido por Barreto *et al* (2009) estimou que processos contra crimes ambientais em áreas protegidas federais do Pará duram em média 5,5 anos desde a investigação até a sentença. Atrasos levaram à prescrição de aproximadamente 15% dos processos avaliados. Há demora no início da investigação dos crimes em virtude da demora da comunicação dos crimes aos órgãos responsáveis pela investigação criminal ou da demora destes em agir, o que contribui para a prescrição e dificulta a coleta de provas.

A utilização dos Relatórios de Desmatamento, juntamente com Laudos Periciais contemporâneos, pode reduzir substancialmente o tempo de julgamento dos processos criminais. Seria necessário apenas o tempo de executar investigações complementares e relatar o inquérito policial (IPL).

Nesta esteira, a sociedade atual não mais tolera aguardar longos prazos para ver seus pedidos atendidos, requerendo soluções mais rápidas e, por conseguinte, eficazes, demonstrando, desse modo, que o Estado não vem cumprindo com seu papel de mediador dos conflitos de forma satisfatória. O prazo razoável para a duração de um processo judicial não encontra delimitação legal (RISSO; SANTOS, 2009).

De um modo geral, desde a autuação administrativa do crime ambiental, até a análise realizada pelo Ministério Público e o envio do material para a investigação policial, decorre um longo processo investigatório, após o qual segue-se um longo processo judicial, até o julgamento do criminoso, conforme podemos observar na Figura 5. Isto se considerarmos apenas a primeira instância do processo (DITTMAR, 2022).



FIGURA 5  
Caminho do processo desde a autuação administrativa até o julgamento  
Dittmar (2022)

Como afirmam Ferreira; Pedroso (1997), o tempo da justiça pode ser um tempo perverso quando constringe a procura de justiça, introduzindo desnecessariamente morosidade na resolução de um litígio. A morosidade pode ser compreendida como a duração irrazoável ou excessiva do processo judicial. Ela pode ser organizacional e consubstancia-se em comportamentos negligentes involuntários dos atores judiciais e pode ser provocada por uma das partes no litígio, em defesa dos seus interesses.

O considerável aumento do número de ações decorrentes dos novos direitos reconhecidos aos cidadãos (de terceira e quarta geração), oriundos do aumento populacional, e a evolução tecnológica atual, podem ser entendidos como desencadeadores das complexas relações sociais atuais e, em consequência, do grande aumento no número de demandas (RISSO; SANTOS, 2009).

Há demora no processamento dos casos na justiça brasileira em razão de diversos fatores, como problemas cartorários, déficit de pessoal, uso de cartas precatórias, recursos e intimação de testemunhas. Com a utilização de Relatórios Automatizados de Desmatamento e a ação conjunta da PF com os órgãos de fiscalização é possível acelerar a investigação do crime e, conseqüentemente, o início das medidas judiciais de responsabilização ambiental.

Aliado a estas e outras dificuldades no combate aos crimes ambientais, ainda temos que suportar a enorme quantidade de recursos nos processos que envolvem esses crimes, o que prorroga o tempo para o julgamento, o que aumenta a sensação de impunidade e incentiva as organizações criminosas ligadas à grilagem e à desmatamento ilegal. Porém, no Recurso Extraordinário RE 654833 AC – Tema 999, o Supremo Tribunal Federal (STF) fixou a seguinte tese: “É imprescritível a pretensão de reparação civil de dano ambiental”.

É necessária não só a implementação dessas ferramentas de automatização, mas também a comunicação, o treinamento e o acompanhamento dos resultados, a fim de garantir o uso dessas plataformas eletrônicas e as mudanças dos processos internos (SILVA, 2019). O armazenamento dos dados relativos aos alertas de desmatamento permite a consulta a qualquer tempo, a fim de se obter o histórico das perdas florestais de qualquer área monitorada, assim como é possível acompanhar o avanço das frentes de desmatamento. É possível agrupar os alertas por tamanho de área desflorestada, por tempo transcorrido e por categoria de área atingida (pública, privada, terra indígena, unidade de conservação).

Como não é possível inicialmente operacionalizar respostas a todos os alertas de desmatamento produzidos, uma análise prévia sobre as áreas mais críticas além de dar uma resposta eficiente a curto prazo, diminui a sensação de impunidade, o que facilita as próximas operações de controle.

Compreendendo quais são os fatores de estrangulamento do sistema é possível intervir sobre eles, fazendo com que um número maior de casos passe de uma fase para outra, reduzindo a impunidade. Por outro lado, não procurar compreender quais são as causas e, por conseguinte, quais poderiam ser as políticas de intervenção sobre estas, faz com que a impunidade se reproduza ao longo do tempo, ao invés de reduzir (RIBEIRO, 2009).

Como sempre é necessário aplicar os recursos públicos de forma eficiente, tais procedimentos permitiriam diminuir de forma consistente o desperdício de verbas governamentais. Como o trabalho “braçal” é executado pela máquina, a mão de obra qualificada pode ser utilizada com mais coerência e eficiência; é possível concentrar os esforços em trabalhos que exigem o capital intelectual da equipe de policiais e fiscais.

Muitas vezes o policial pode estar esquecendo de verificar alguma informação relevante relativa a um determinado banco de dados, todavia, a automatização fornecerá tal informação, uma vez que o Relatório Automatizado de Alertas de Desmatamento inclui todas as informações relevantes no que diz respeito às áreas desflorestadas, mitigando as falhas humanas durante a coleta de informações. De posse das informações fornecidas é possível reunir as informações necessárias para o controle do desmatamento ilegal.

Assim, além da rapidez e padronização dos relatórios de desmatamento produzidos, há confiança dos resultados apresentados, que são gerados a partir de bancos de dados governamentais de acesso público. A tempestividade é outro fator a ser considerado, pois relatórios intempestivos produzem pouco ou nenhum resultado quando se trata de desmatamento ilegal.

Apesar do relatório ser automatizado, o utilizador pode criar seu próprio modelo de relatório de informação e utilizar as informações que julgar mais importantes registradas no relatório automatizado. É necessário apenas que o utilizador tenha algum conhecimento de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

O relatório produzido a partir da plataforma SIG deve ser interpretado e utilizado na tomada de decisões relativas às operações policiais de combate aos crimes de desmatamento ilegal ou de fiscalizações ambientais, conforme o caso. Este relatório é a informação inicial na geração de uma investigação.

A tomada de decisão a partir de relatórios com informações atualizadas, geradas a partir de imagens satelitais com resolução temporal diária, permite a realização de flagrantes de desmatamento ilegal que anteriormente seriam bem mais raros, em virtude da resolução temporal de 16 dias das imagens Landsat ou de 5 dias das imagens Sentinel. De posse desta ferramenta os órgãos fiscalizadores e as polícias, de forma conjunta, podem fazer refrear os altos índices de desmatamento ilegal dos últimos anos.

O desafio de realizar operações contra crimes ambientais no ambiente amazônico é grande, principalmente devido ao deslocamento, pois é necessário cobrir enormes distâncias, com sérias dificuldades de acesso, trabalhando em locais com infraestrutura precária.

As populações no interior da Amazônia sofrem com a ausência do Estado. No momento em que uma ferramenta permite a visualização das áreas mais críticas de desmatamento e exploração florestal ilegal, há maior retorno dos recursos investidos, maior êxito nas operações e satisfação das equipes policiais e de fiscalização.

Ao realizar uma prisão em local remoto, por exemplo, que seja objeto de desmatamento ou extração de madeira, o preso é conduzido para a cidade mais próxima, a qual, em regra, não possui delegacia da Polícia Federal. Muitas vezes também não há uma estrutura de delegacia da Polícia Civil para prestar apoio, não existe estrutura de carceragem, nem representação da Justiça Federal, ademais a internet geralmente é precária.

Atualmente existe uma estrutura tecnológica para monitorar o desmatamento em tempo quase real. Nesse sentido, deflagração de operações periódicas, realizando a prisão dos maiores desmatadores de cada região/estado pode representar um efeito social e psicopedagógico de dissuasão dessa atividade ilegal, também reforçaria a presença do Estado, além de alterar a sensação de impunidade para esse tipo de crime.

Devido ao grande número de alertas de desmatamento ou exploração florestal seletiva, ao pretender debelar a exploração madeireira ilegal é possível aplicar o princípio de Pareto, segundo o qual maior parte dos problemas se concentra em poucas causas. Desta forma, 80% dos resultados totais se originariam a partir de 20% dos elementos. Brito; Barreto (2006) mostraram que apenas 16% dos infratores foram responsáveis por 84% do valor total das multas.

É possível discorrer sobre a ineficácia das ações administrativas em autuar os danos causados ao meio ambiente. Recentemente, milhões devidos pelos criminosos ambientais aos cofres do Estado do Rio Grande do Sul prescreveram por total omissão do ente público. As infrações não seguiram seu trâmite nas dependências da Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA/RS (CUNHA *et al.*, 2017).

A busca de eficácia é primordial e um dos caminhos é atingir aqueles que realmente causam grandes danos. Não é plausível que, de posse de posse de tecnologias como os alertas diários de desmatamento, já utilizados pela PF e, brevemente a ser utilizado por todos os órgãos de combate ao desmatamento ilegal, que ainda continuemos a observar índices crescentes de desmatamento na Amazônia.

Em relação às demandas periciais, um dos grandes gargalos é a grande demanda existente para confecção de Laudos Periciais de pequenas áreas desmatadas. Com esta metodologia é possível entregar laudos de boa qualidade com a rapidez desejada para permitir o declínio de tais demandas no Sistema de Criminalística da Diretoria Técnico-Científica da Polícia Federal (SISCRIM/DITEC/PF).

De posse do Laudo Pericial, a equipe investigativa pode inclusive executar flagrantes, o que facilita a identificação da autoria e permite recolher maior quantidade de provas materiais. A Figura 6 mostra a validação da ferramenta em um caso de exploração florestal seletiva ilegal (corte seletivo) ocorrida no sul do Amazonas, no município de Apuí, em 08/11/2018, neste caso um corte seletivo da floresta amazônica, no qual a equipe de campo alcançou a área-alvo municiada com o Relatório Automatizado de Alertas de Desmatamento e o respectivo Laudo Pericial em mãos. Como são utilizados polígonos do INCRA e do SICAR/SFB, a questão das irregularidades fundiárias, uma das maiores responsáveis pelo desmatamento ilegal, também pode ser avaliada.



**FIGURA 6**  
Validação de alerta de corte seletivo da floresta  
Herbert Dittmar – 08/11/2018 – Apuí/AM

Operações de pequeno porte, utilizando tal ferramenta e um número reduzido de policiais e fiscais, mas que sejam permanentes e capilarizadas na região amazônica, têm capacidade para mostrar uma presença contínua e persistente do Estado, o que diminuiria o sentimento de impunidade. Além disso, órgãos como o IBAMA, Ministério Público Federal (MPF) e Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) poderão atuar em conjunto com a PF, trazendo mais eficácia e resultados para a sociedade como um todo.

A imagem das Figura 6 mostra que os trabalhadores utilizados nos desmatamentos ilegais e furtos de madeira da União, no município de Apuí/AM, em 08/11/2018, são pessoas de baixa qualificação profissional, que não encontram alternativas de emprego na região onde habitam e se submetem a condições degradantes apenas para enriquecer grileiros de terras e ladrões de madeira.

São pessoas socialmente frágeis e reféns do crime organizado ambiental, que se locupleta com grandes somas de dinheiro provenientes do desmatamento ilegal e da grilagem de terras públicas. A título de ilustração, uma área de 2.000 hectares pode render 60 milhões de reais ou 12 milhões de dólares em toras de madeira nativa.

Tais crimes ainda não são bem compreendidos por parte da sociedade brasileira, que não consegue perceber a dilapidação do patrimônio público nestas situações. Nas regiões amazônicas, as ilegalidades fundiárias, que fomentam diversos tipos de crime. A intenção dos grileiros é desmatar e legalizar as áreas devolutas e glebas federais.



FIGURA 6  
Pessoas humildes utilizadas no desmatamento ilegal  
Herbert Dittmar – 08/11/2018 – Apuí/AM

## 5. CONCLUSÃO

A proposta de utilização de uma nova ferramenta, tal como o Relatório Automatizado de Alertas de Desmatamento, visa transformar a realidade atual, acelerando o processo investigativo criminal. Tal transformação somente ocorrerá se os atores envolvidos (agentes de fiscalização e policiais) a utilizarem de modo contínuo e massivo. Talvez avaliações contínuas de desempenho e resultados se façam necessárias, a fim de se produzir melhorias consistentes.

A automatização, aliada neste processo, permite a eliminação de falhas humanas durante a confecção da informação ou laudo. A maior geração de relatórios automatizados aumenta a performance do serviço e embasam a definição de estratégias de atuação na proteção das florestas brasileiras.

A partir da utilização dessa ferramenta e dos alertas de desmatamento é possível debelar o desmatamento ilegal, com a realização de flagrantes e a confecção rápida de Informações Policiais e Laudos Periciais, o que facilita a indicação dos autores e torna mais robusta a materialidade. Deste modo, o funcionário público que serve a sociedade buscando sempre a melhoria dos processos e sistemas, transforma seu trabalho e a própria sociedade. A inovação pode facilitar a vida tanto do funcionário público quanto de outros atores que fazem parte da mesma cadeia de ação.

Tudo isto forma um novo cenário, onde os criminosos podem passar a perceber que qualquer ação deste tipo, por mais longínquo que seja o local, será alcançada de modo rápido pelas forças ostensivas. Isto posto, a proteção dos biomas Amazônicos, do Cerrado, do Pantanal e da Mata Atlântica, ganha uma ferramenta bastante auspiciosa. O resultado é uma resposta mais rápida do Estado. A demora da justiça, que muitas vezes causa impunidade, já não é mais possível neste aspecto.

## BIOGRAFIA DOS AUTORES

### Herbert Dittmar

Doutor em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento pela Universidade Aberta de Lisboa - UAb (2022). Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica pela Universidade Nova de Lisboa - Isegi-UNL (2012). Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1985). Tem experiência na área de melhoramento de sementes de pastagens, manejo de pastagens, produção de eucalipto, silagem, fenação, conservação de solo e geoprocessamento. Perito Criminal Federal na área de Crimes Ambientais da Polícia Federal desde dezembro de 2007.

### Diogo Ricardo Mrozinski

Possui graduação em Agronomia pela Universidade de Brasília (2010). Atualmente é Perito Criminal Federal - Polícia Federal. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Geomática.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Guilherme Diogo Ferreira. *Automatização dos processos de produção e distribuição de pacotes de atualização*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Informática) . Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2020.
- BABOUR, Amal; KHAN, Javed. I. Automatic Generation of a Metric Report: A Case Study of Scientometric Analytics. *IEEE Access*, v. 10, 3923-3934, 2021.
- BARRETO, Paulo; ARAÚJO, Elis; BRITO, Brenda. *A impunidade de crimes ambientais em áreas protegidas federais na Amazônia*. IMAZON-Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2009.
- BRASIL. Ministério da Justiça. *Brasil M.A.I.S alcança 200 instituições com acesso gratuito a imagens de satélite para combate ao crime*. Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/brasil-m-a-i-s-alcanca-200-instituicoes-com-acesso-gratuito-a-imagens-de-satelite-para-combate-ao-crime>. Acesso em 11/05/2022.
- BRITO, Brenda; BARRETO, Paulo. A eficácia da aplicação da lei de crimes ambientais pelo Ibama para proteção de florestas no Pará. *Revista de Direito Ambiental*, v. 43, n. 1, p. 35-65, 2006.
- CAMPOS, Luís Fernando Altenfelder de Arruda. *Inteligência Artificial e Instrumentalização Digital no Ensino: A Semiformação na Era da Automatização Computacional*. Tese (Doutorado em Ciências e Letras). UNESP/Araraquara, 2018.
- CUENCA-FONTBONA, Joan; MATILLA, Kathy; COMPTE-PUJOL, Marc. Transformación digital de los departamentos de relaciones públicas y comunicación de una muestra de empresas españolas. *Revista de comunicación*, v. 19, n. 1, p. 75-92, 2020.
- CUNHA, Ada Helena Schiessl da; BRAUL, Bruno Giacomassa; GOULART, Elisa Tavares. A inefetividade na cobrança de multas fixadas em ações de proteção ambiental. *Novo ciclo econômico? Oportunidades e desafios*, p. 87, 2017.
- SILVA, Raquel Santos Torres da. *A próxima geração do procurement: Como atingir um crescimento sustentável através da automatização?* Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão Internacional) . Faculdade de Economia, Universidade do Porto, 2019.
- AQUINO, André Carlos Busanelli de; AZEVEDO, Ricardo Rocha de; LINO, André Feliciano. *Isomorfismo, Tribunais de Contas e a automatização da coleta de dados de municípios*. XVI Congresso de Controladoria e Contabilidade, Building Knowledge in Accounting, USP, São Paulo, jul. 27-29, 2016.

- DITTMAR, Herbert. *Da sustentabilidade social e ambiental da cadeia produtiva do carvão vegetal nativo no Brasil aos crimes ambientais*. Tese (Doutorado em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento). Universidade Aberta (UAB), Lisboa, Portugal, 2022.
- FERREIRA, António Casimiro; PEDROSO, João. *Os tempos da justiça: ensaio sobre a duração e morosidade processual*. Colégio de São Jerónimo, Centro de Estudos Sociais, Oficina nº 99, Coimbra, 1997.
- GRANDE, Vinícius Augusto. *Desenvolvimento de um sistema para tomada de decisão sobre a automatização de processos de negócio utilizando sistema de inferência fuzzy*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2021.
- JIMÉNEZ, Junior Andrés Farfán. *La implementación de un sistema automatizado reduce los tiempos de atención en los procesos aplicables a la ventanilla única de turismo en la Municipalidad Provincial del Callao*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Industrial Data*, v. 23, n. 2, 2020.
- LEI, Yujiao *et al.* Research of Automatic Generation for Engineering Geological Survey Reports Based on a Four-Dimensional Dynamic Template. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 9, n. 9, p. 496, 2020.
- LOVEYMI, Samira; DEZFOULIAN, Mir Hossein; MANSOORIZADEH, Muharram. Automatic generation of structured radiology reports for volumetric computed tomography images using question-Specific deep feature extraction and learning. *Journal of Medical Signals and Sensors*, v. 11, n. 3, p. 194, 2021.
- OLIVEIRA, Ítalo José da Silva. *Direito, lógica e inteligência artificial: por quê, como e em que medida automatizar a solução judicial de conflitos no Brasil*. Tese (Doutorado em Direito), Faculdade de Direito do Recife da Universidade Federal de Pernambuco, 2019.
- RIBEIRO, Ludmila. *Impunidade no sistema de justiça criminal brasileiro: Uma revisão dos estudos produzidos sobre o tema*. UNM Digital Repository, University of New Mexico, 2009.
- RISSO, Edimara Sacher; SANTOS, Josiane dos. O direito à razoável duração do processo judicial e os meios que garantam a celeridade de sua tramitação. *Revista Faz Ciência*, v. 11, n. 13, p. 99-99, 2009.
- SOUSA, Raila Nascimento; ALMEIDA, Gustavo. Abordagem Híbrida na Gestão de Projetos de Tecnologia e Automatização de Processos. *Boletim do Gerenciamento*, v. 19, n. 19, p. 20-32, 2020.