

Governança ambiental e segurança pública amazônica: tecnologias de monitoramento e desafios da fiscalização territorial no Pará.

Environmental governance and Amazonian public security: monitoring technologies and challenges of territorial inspection in Pará.

Francieude Silva*

Rômulo Bruno do Carmo Cabral

Reldicy Darling Mendes da Silva

Murilo Augusto Maia Serrão

Resumo

A Amazônia brasileira apresenta elevada relevância ambiental, territorial e estratégica, concentrando importantes desafios relacionados à governança ambiental, fiscalização territorial e segurança pública. Nesse contexto, o avanço dos crimes ambientais, especialmente o desmatamento ilegal, as queimadas e a exploração irregular de recursos naturais, evidencia a necessidade de fortalecimento das ações de monitoramento ambiental e inteligência territorial na região amazônica. O presente estudo teve como objetivo analisar a contribuição das tecnologias de monitoramento ambiental, com ênfase no sistema DETER/INPE e na utilização de drones ambientais, para a governança ambiental e os desafios da fiscalização territorial no estado do Pará. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise documental acerca das tecnologias de monitoramento aplicadas à fiscalização ambiental amazônica. Os resultados demonstraram que a integração entre sensoriamento remoto, drones ambientais e inteligência territorial amplia significativamente a capacidade estatal de monitoramento, prevenção e enfrentamento dos crimes ambientais na Amazônia.

Observou-se ainda que essas tecnologias fortalecem a governança ambiental, contribuem para o planejamento operacional das ações fiscalizatórias e apresentam elevado potencial estratégico para aplicação no contexto da segurança pública ambiental paraense, especialmente no âmbito da Polícia Militar do Pará. Conclui-se que a modernização tecnológica da fiscalização ambiental representa importante instrumento para consolidação da proteção socioambiental amazônica e fortalecimento das estratégias de segurança pública territorial na região.

Palavras-chave: governança ambiental; Amazônia; fiscalização territorial; DETER/INPE; drones ambientais; segurança pública.

Abstract

The Brazilian Amazon holds significant environmental, territorial, and strategic importance, concentrating major challenges related to environmental governance, territorial inspection, and public security. In this context, the advancement of environmental crimes, especially illegal deforestation, wildfires, and irregular exploitation of natural resources, highlights the need to strengthen environmental monitoring and territorial intelligence actions in the Amazon region. This study aimed to analyze the contribution of environmental monitoring technologies, with emphasis on the DETER/INPE system and the use of environmental drones, to environmental governance and the challenges of territorial inspection in the state of Pará. Methodologically, the research is characterized as qualitative, exploratory, and descriptive, developed through bibliographic review and documentary analysis concerning monitoring technologies applied to Amazon environmental inspection. The results demonstrated that the integration between remote sensing, environmental drones, and territorial intelligence significantly expands the State's capacity for monitoring, prevention, and combating environmental crimes in the Amazon. It was also observed that these technologies strengthen environmental governance, contribute to operational planning of inspection activities, and present high strategic potential for application within environmental public security in Pará, especially in the context of the Military Police of Pará. It is concluded that the technological

modernization of environmental inspection represents an important instrument for consolidating Amazon socio-environmental protection and strengthening territorial public security strategies in the region.

Keywords: environmental governance; Amazon; territorial inspection; DETER/INPE; environmental drones; public security.

1. Introdução

A Amazônia brasileira constitui um dos mais relevantes patrimônios ambientais do planeta, desempenhando papel estratégico na regulação climática global, na conservação da biodiversidade e na manutenção dos recursos hídricos e ecológicos essenciais à sustentabilidade ambiental. Além de sua importância ecológica, a região amazônica apresenta elevada complexidade territorial, marcada por extensas áreas de difícil acesso, baixa densidade demográfica em determinados espaços e limitações estruturais relacionadas à presença estatal, fatores que ampliam os desafios associados à fiscalização e ao controle ambiental. Nesse contexto, os crimes ambientais, especialmente o desmatamento ilegal, as queimadas, a mineração clandestina e a exploração irregular de recursos naturais, configuram ameaças crescentes à governança territorial e à segurança pública amazônica (BECKER, 2005).

Nas últimas décadas, o avanço das atividades ilícitas ambientais na Amazônia passou a ser compreendido não apenas como uma problemática ecológica, mas também como uma questão estratégica de soberania, governança e segurança multidimensional. A expansão do desmatamento ilegal está frequentemente associada a redes criminosas organizadas, conflitos fundiários, violência rural e ocupações irregulares, evidenciando a necessidade de integração entre políticas ambientais, inteligência territorial e ações de segurança pública (LEFF, 2001). Nesse contexto, a proteção ambiental amazônica assume papel relevante na consolidação das políticas de desenvolvimento sustentável e na preservação dos recursos naturais essenciais às futuras gerações (SACHS, 2008).

A crescente complexidade dos crimes ambientais na Amazônia tem exigido a adoção de mecanismos tecnológicos capazes de ampliar a capacidade estatal de

monitoramento territorial e resposta operacional. Nesse cenário, a incorporação de tecnologias de monitoramento ambiental tornou-se elemento central para o fortalecimento das estratégias de fiscalização territorial. Entre essas ferramentas, destaca-se o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cuja finalidade consiste em gerar alertas rápidos de alterações na cobertura florestal para subsidiar ações de fiscalização e controle ambiental (INPE, 2023).

O sistema DETER opera a partir de imagens de satélite e fornece informações geoespaciais capazes de identificar desmatamentos, degradação florestal, queimadas e áreas de mineração ilegal em tempo quase real. A implementação do DETER-B ampliou significativamente a capacidade de detecção de áreas menores de desmatamento mediante utilização de sensores com maior resolução espacial, fortalecendo as ações de inteligência ambiental e monitoramento da Amazônia Legal (INPE, 2023). Dessa forma, o sensoriamento remoto passou a desempenhar papel estratégico na produção de informações territoriais voltadas ao planejamento e à execução das operações de fiscalização ambiental (CÂMARA; MONTEIRO, 2001).

Paralelamente ao monitoramento orbital, o uso de drones ambientais vem se consolidando como importante ferramenta de inteligência territorial e fiscalização ambiental. Essas tecnologias possibilitam maior precisão operacional, ampliação da capacidade de vigilância em áreas remotas e redução dos custos logísticos associados às operações presenciais na Amazônia. Além disso, os drones permitem a obtenção de imagens aéreas georreferenciadas, contribuindo para o reconhecimento territorial, identificação de áreas degradadas e acompanhamento de regiões sob pressão ambiental (LONGHITANO, 2010).

No estado do Pará, um dos principais epicentros do desmatamento amazônico, os desafios relacionados à fiscalização territorial tornam-se ainda mais complexos em razão das dimensões geográficas, da presença de atividades ilegais em áreas isoladas e das limitações operacionais impostas pelas características socioambientais da região. Nesse contexto, a integração entre tecnologias de monitoramento ambiental, inteligência territorial e estratégias de segurança pública revela-se fundamental para o fortalecimento da governança ambiental amazônica e para o aprimoramento das ações

preventivas e repressivas voltadas ao enfrentamento dos crimes ambientais (OSTROM, 1990).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a contribuição das tecnologias de monitoramento ambiental, com ênfase no sistema DETER/INPE e na utilização de drones ambientais, para a governança ambiental e os desafios da fiscalização territorial no Pará, discutindo suas potencialidades estratégicas no fortalecimento das ações de segurança pública ambiental na Amazônia.

2. Referencial Teórico

2.1 Governança Ambiental e Sustentabilidade na Amazônia

A discussão sobre governança ambiental ganhou centralidade nas últimas décadas em razão do agravamento das crises ecológicas globais e da necessidade de construção de modelos sustentáveis de desenvolvimento. Nesse contexto, a Amazônia assume posição estratégica devido à sua relevância ambiental, climática e geopolítica, sendo considerada uma das principais reservas de biodiversidade do planeta (BECKER, 2005). A complexidade territorial amazônica exige a articulação entre políticas públicas, fiscalização ambiental, inteligência territorial e mecanismos de proteção socioambiental capazes de assegurar o uso sustentável dos recursos naturais.

A sustentabilidade, nesse cenário, ultrapassa a dimensão estritamente ambiental, incorporando aspectos sociais, econômicos e institucionais relacionados à governança dos territórios. Sachs (2008) defende que o desenvolvimento sustentável depende da integração equilibrada entre crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental, especialmente em regiões marcadas por vulnerabilidades estruturais e pressões sobre os recursos naturais. Na Amazônia, tais desafios tornam-se ainda mais evidentes em razão da expansão do desmatamento, da exploração ilegal de recursos e da fragilidade de determinadas áreas sob limitada presença estatal.

Segundo Leff (2001), a crise ambiental contemporânea está diretamente associada aos modelos predatórios de exploração econômica, tornando indispensável a construção de uma racionalidade ambiental baseada na gestão sustentável dos territórios. Nesse sentido, a governança ambiental surge como mecanismo de articulação entre Estado, instituições de fiscalização, sociedade civil e tecnologias de

monitoramento territorial, visando fortalecer o controle ambiental e reduzir os impactos das atividades ilícitas sobre os ecossistemas amazônicos.

Além disso, a governança ambiental também está relacionada à capacidade institucional de produzir respostas eficientes diante das dinâmicas territoriais complexas presentes na Amazônia. Ostrom (1990) destaca que a gestão eficiente dos recursos naturais depende da construção de sistemas cooperativos de monitoramento e controle capazes de fortalecer a ação coletiva e a proteção dos bens comuns. Aplicada ao contexto amazônico, essa perspectiva evidencia a necessidade de integração entre órgãos ambientais, instituições de segurança pública e tecnologias de inteligência territorial.

Nesse contexto, a proteção ambiental passa a dialogar diretamente com os conceitos de segurança ambiental e segurança multidimensional. De acordo com Buzan e Hansen (2012), às ameaças ambientais contemporâneas possuem impactos que ultrapassam os limites ecológicos, afetando estabilidade social, governança estatal e segurança territorial. Assim, os crimes ambientais na Amazônia não podem ser compreendidos apenas como infrações administrativas ou ecológicas, mas como fenômenos associados à criminalidade organizada, à ocupação irregular do território e à fragilização institucional.

Dessa forma, a governança ambiental amazônica exige estratégias integradas capazes de combinar sustentabilidade, monitoramento territorial, inteligência ambiental e fortalecimento institucional. Nesse processo, o uso de tecnologias aplicadas à fiscalização ambiental representa importante instrumento para ampliação da capacidade estatal de prevenção, monitoramento e enfrentamento dos ilícitos ambientais na região amazônica.

2.2 Crimes Ambientais e Segurança Pública Amazônica

Os crimes ambientais na Amazônia constituem um dos principais desafios contemporâneos relacionados à proteção territorial, à sustentabilidade ambiental e à segurança pública brasileira. A expansão do desmatamento ilegal, das queimadas, do garimpo clandestino e da exploração irregular de recursos naturais evidencia a

crescente pressão exercida sobre os ecossistemas amazônicos, produzindo impactos ambientais, sociais e econômicos de grande magnitude (FEARNSIDE, 2005).

A dinâmica dos ilícitos ambientais na Amazônia está diretamente associada à ocupação desordenada do território e à atuação de redes criminosas organizadas voltadas à exploração econômica ilegal dos recursos naturais. Becker (2005) destaca que o avanço da fronteira econômica amazônica historicamente ocorreu de forma marcada por conflitos fundiários, ausência estatal e fragilidade dos mecanismos de fiscalização territorial, fatores que contribuíram para a intensificação dos processos de degradação ambiental.

Nesse contexto, os crimes ambientais passaram a assumir características cada vez mais complexas e transnacionais, envolvendo atividades ilícitas articuladas a esquemas de mineração ilegal, extração clandestina de madeira, tráfico de fauna e ocupações irregulares em áreas protegidas. Segundo Le Tourneau (2015), a dimensão territorial amazônica e as dificuldades logísticas da região favorecem a atuação de organizações criminosas em áreas de baixa presença institucional, ampliando os desafios relacionados ao monitoramento e à fiscalização ambiental.

Além dos impactos ecológicos, os crimes ambientais produzem efeitos significativos sobre a segurança pública amazônica. A exploração ilegal dos recursos naturais frequentemente está associada ao aumento da violência rural, aos conflitos territoriais e à fragilização das comunidades tradicionais e populações indígenas. Nesse sentido, a segurança ambiental passa a integrar o campo da segurança multidimensional, exigindo ações estatais capazes de articular fiscalização territorial, inteligência estratégica e proteção socioambiental (BUZAN; HANSEN, 2012).

Do ponto de vista jurídico, a proteção ambiental brasileira encontra respaldo na Constituição Federal de 1988, especialmente no artigo 225, que estabelece o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida. Complementarmente, a Lei nº 9.605/1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, define sanções penais e administrativas aplicáveis às condutas lesivas ao meio ambiente, fortalecendo os instrumentos legais de repressão aos ilícitos ambientais no território nacional (BRASIL, 1998).

Entretanto, apesar dos avanços normativos, a efetividade das ações de fiscalização ambiental na Amazônia ainda enfrenta obstáculos relacionados à extensão territorial, às limitações operacionais e à insuficiência de recursos tecnológicos e logísticos. Nesse cenário, o fortalecimento da inteligência ambiental e a incorporação de tecnologias de monitoramento territorial tornam-se elementos fundamentais para ampliação da capacidade estatal de prevenção e enfrentamento dos crimes ambientais na região amazônica.

2.3 Tecnologias de Monitoramento Ambiental e Inteligência Territorial

O avanço das tecnologias de monitoramento ambiental tem promovido profundas transformações nos mecanismos de fiscalização territorial e gestão ambiental, especialmente em regiões de elevada complexidade geográfica, como a Amazônia. A incorporação de ferramentas de sensoriamento remoto, geoprocessamento, imagens orbitais e sistemas de inteligência territorial ampliou significativamente a capacidade de monitoramento das dinâmicas ambientais e identificação de ilícitos em áreas de difícil acesso (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

O sensoriamento remoto consiste na obtenção de informações sobre a superfície terrestre por meio de sensores instalados em satélites, aeronaves ou veículos aéreos não tripulados, permitindo o acompanhamento contínuo das alterações ambientais e da ocupação territorial. Segundo Novo (2010), essas tecnologias possibilitam o monitoramento sistemático de grandes extensões territoriais, fornecendo dados essenciais para planejamento ambiental, fiscalização e tomada de decisão estratégica.

No contexto amazônico, destaca-se o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cuja finalidade consiste em produzir alertas rápidos sobre alterações na cobertura florestal da Amazônia Legal. O sistema utiliza imagens de satélite para identificar áreas de desmatamento, degradação florestal e queimadas, subsidiando ações de fiscalização ambiental e operações de controle territorial (INPE, 2023).

A implementação do DETER-B representou importante avanço tecnológico ao ampliar a resolução espacial das imagens utilizadas no monitoramento ambiental,

permitindo maior precisão na identificação de áreas degradadas e fortalecimento das ações de inteligência ambiental. Dessa forma, o sistema passou a desempenhar papel estratégico no apoio às operações de fiscalização desenvolvidas pelos órgãos ambientais e instituições de segurança pública (ASSIS et al., 2019).

Paralelamente ao monitoramento orbital, os drones ambientais vêm se consolidando como ferramentas estratégicas para fiscalização territorial e inteligência ambiental. Os veículos aéreos não tripulados possibilitam a obtenção de imagens aéreas de alta resolução, monitoramento em tempo real e acesso a áreas remotas da Amazônia, reduzindo custos operacionais e ampliando a eficiência das ações de fiscalização (LONGHITANO, 2010).

Além da vigilância ambiental, os drones permitem aplicações relacionadas ao georreferenciamento, mapeamento territorial, identificação de áreas degradadas e suporte às operações de campo. Sua utilização favorece maior capacidade de resposta operacional, contribuindo para ações preventivas e repressivas contra ilícitos ambientais em regiões de difícil acesso logístico.

Nesse contexto, a inteligência territorial emerge como importante instrumento estratégico para integração entre dados geoespaciais, monitoramento ambiental e ações de fiscalização. Segundo Raffestin (1993), o território deve ser compreendido não apenas como espaço físico, mas como resultado das relações de poder, controle e organização social exercidas sobre determinada área. Assim, o monitoramento tecnológico da Amazônia fortalece a capacidade estatal de controle territorial e proteção ambiental, contribuindo para o enfrentamento das dinâmicas criminosas associadas aos ilícitos ambientais.

Dessa forma, as tecnologias de monitoramento ambiental representam ferramentas essenciais para consolidação da governança ambiental amazônica, fortalecendo os mecanismos de fiscalização territorial, inteligência estratégica e segurança pública ambiental.

3. Materiais e Métodos

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, desenvolvido a partir de revisão bibliográfica

e análise documental acerca da utilização de tecnologias de monitoramento ambiental aplicadas à fiscalização territorial na Amazônia. A investigação busca compreender a contribuição do sistema DETER/INPE e do uso de drones ambientais para o fortalecimento da governança ambiental e das estratégias de segurança pública voltadas ao enfrentamento dos crimes ambientais no estado do Pará.

A abordagem qualitativa foi escolhida por possibilitar análise interpretativa dos fenômenos relacionados à governança ambiental, inteligência territorial e fiscalização ambiental amazônica, considerando as especificidades socioambientais e operacionais da região. Segundo Gil (2008), pesquisas exploratórias permitem maior aproximação com o problema investigado, favorecendo a construção de análises mais amplas sobre fenômenos complexos e interdisciplinares.

Quanto aos objetivos, a pesquisa possui caráter descritivo-exploratório, buscando identificar as potencialidades e limitações das tecnologias de monitoramento ambiental aplicadas à fiscalização territorial amazônica. Conforme Lakatos e Marconi (2017), estudos descritivos têm como finalidade analisar características de determinados fenômenos ou processos, permitindo compreender suas relações, impactos e aplicações em contextos específicos.

O procedimento metodológico adotado fundamenta-se em revisão bibliográfica sistemática e análise documental. A revisão bibliográfica foi realizada a partir de artigos científicos, livros, dissertações, teses e publicações institucionais relacionadas aos temas governança ambiental, crimes ambientais, inteligência territorial, sensoriamento remoto, drones ambientais e segurança pública amazônica. Para Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica possibilita a construção do referencial teórico necessário à compreensão crítica do objeto investigado.

A análise documental concentrou-se em relatórios técnicos, legislações ambientais, dados oficiais e documentos produzidos por instituições públicas relacionadas ao monitoramento ambiental, especialmente o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram analisadas informações referentes ao funcionamento do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), bem como dados

relacionados ao monitoramento do desmatamento e às tecnologias utilizadas no acompanhamento territorial da Amazônia Legal.

Como estratégia analítica, adotou-se o estudo de caso tecnológico aplicado ao sistema DETER/INPE e à utilização de drones ambientais no contexto da fiscalização territorial amazônica. Segundo Yin (2015), o estudo de caso constitui importante método investigativo para análise aprofundada de fenômenos contemporâneos inseridos em contextos complexos, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não se apresentam claramente definidos.

A escolha do sistema DETER/INPE como objeto central da análise justifica-se por sua relevância estratégica no monitoramento ambiental brasileiro e por sua ampla utilização como ferramenta de inteligência territorial aplicada ao combate ao desmatamento na Amazônia. Complementarmente, a utilização de drones ambientais foi incorporada à pesquisa devido ao crescente emprego dessas tecnologias em operações de fiscalização ambiental, reconhecimento territorial e monitoramento remoto de áreas de difícil acesso.

A análise dos dados foi conduzida por meio de abordagem qualitativa interpretativa, buscando identificar as contribuições das tecnologias de monitoramento ambiental para o fortalecimento da governança ambiental amazônica e para a ampliação da capacidade operacional dos órgãos de fiscalização e segurança pública. Nesse processo, foram considerados aspectos relacionados à eficiência do monitoramento territorial, prevenção de ilícitos ambientais, inteligência ambiental e desafios operacionais da fiscalização na Amazônia paraense.

Por fim, os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica e documental foram discutidos à luz das particularidades territoriais amazônicas, permitindo a construção de reflexões acerca das potencialidades estratégicas das tecnologias de monitoramento ambiental para o fortalecimento das ações de segurança pública ambiental no estado do Pará, especialmente no contexto da atuação integrada entre governança ambiental e inteligência territorial.

4. Resultados e Discussões

4.1 Territorialidade Amazônica e Complexidade da Fiscalização Ambiental

A análise da literatura e dos documentos institucionais evidencia que a fiscalização ambiental na Amazônia brasileira está diretamente condicionada às particularidades geográficas, territoriais e socioambientais da região. A Amazônia Legal possui dimensões continentais, extensas áreas de difícil acesso e significativa cobertura florestal, fatores que dificultam a presença contínua do Estado e ampliam os desafios relacionados ao monitoramento territorial e ao enfrentamento dos crimes ambientais (BECKER, 2005).

No estado do Pará, tais dificuldades tornam-se ainda mais evidentes em razão da elevada incidência de desmatamento, exploração ilegal de madeira, garimpo clandestino e ocupações irregulares em áreas protegidas. A expansão dessas atividades ilícitas está frequentemente associada à abertura de novas fronteiras econômicas e à atuação de organizações criminosas voltadas à exploração predatória dos recursos naturais amazônicos (FEARNSIDE, 2005).

Além das limitações territoriais, a fiscalização ambiental amazônica enfrenta obstáculos logísticos relacionados ao deslocamento em regiões remotas, baixa conectividade em determinadas áreas e insuficiência de recursos operacionais. Segundo Le Tourneau (2015), a dificuldade de acesso terrestre e fluvial compromete a rapidez das ações fiscalizatórias e reduz a capacidade estatal de monitoramento contínuo em áreas sob intensa pressão ambiental.

Nesse contexto, a governança ambiental amazônica depende da construção de estratégias capazes de integrar inteligência territorial, tecnologias de monitoramento e atuação coordenada entre instituições públicas. A complexidade da dinâmica criminal ambiental exige mecanismos modernos de identificação, rastreamento e resposta operacional, especialmente em regiões marcadas pela limitada presença institucional.

Os resultados da análise bibliográfica demonstram que a incorporação de tecnologias digitais de monitoramento representa importante avanço para redução das limitações operacionais da fiscalização ambiental na Amazônia. Ferramentas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e monitoramento aéreo passaram a ampliar significativamente a capacidade estatal de acompanhamento territorial,

permitindo maior rapidez na identificação de áreas desmatadas e fortalecimento das ações preventivas e repressivas (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Dessa forma, verifica-se que os desafios da fiscalização ambiental amazônica ultrapassam questões exclusivamente ecológicas, envolvendo também dimensões relacionadas à soberania territorial, segurança pública e governança ambiental. Assim, a utilização de tecnologias de inteligência territorial surge como elemento estratégico para fortalecimento das capacidades operacionais dos órgãos responsáveis pela proteção ambiental na Amazônia.

4.2 O Sistema DETER/INPE e o Monitoramento do Desmatamento na Amazônia

A análise do sistema DETER/INPE demonstra que o sensoriamento remoto constitui uma das principais ferramentas tecnológicas utilizadas no monitoramento ambiental da Amazônia Legal. Desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real foi criado com o objetivo de fornecer alertas rápidos sobre alterações na cobertura florestal, subsidiando ações de fiscalização ambiental e combate aos ilícitos ambientais (INPE, 2023).

O funcionamento do DETER baseia-se na utilização de imagens de satélite capazes de identificar áreas desmatadas, queimadas, degradação florestal e atividades minerárias ilegais. Diferentemente de sistemas voltados exclusivamente à quantificação anual do desmatamento, o DETER possui caráter operacional e preventivo, permitindo o monitoramento contínuo das dinâmicas ambientais amazônicas e fornecendo informações estratégicas para ações de inteligência territorial.

Os resultados observados indicam que a implementação do DETER-B ampliou significativamente a capacidade de detecção de áreas degradadas de menor extensão territorial, aumentando a precisão do monitoramento ambiental. Segundo Assis et al. (2019), o aprimoramento tecnológico do sistema fortaleceu a capacidade estatal de identificação rápida de ilícitos ambientais, permitindo maior eficiência no direcionamento das operações fiscalizatórias.

Outro aspecto relevante identificado refere-se à integração entre dados geoespaciais e planejamento operacional. Os alertas emitidos pelo sistema possibilitam que órgãos ambientais e instituições de segurança pública realizem ações direcionadas em áreas críticas de desmatamento, otimizando recursos humanos e logísticos. Essa integração entre monitoramento remoto e inteligência territorial contribui para maior efetividade das operações ambientais na Amazônia.

Além disso, os dados produzidos pelo DETER possuem relevância estratégica para formulação de políticas públicas ambientais e construção de mecanismos de governança territorial. A produção contínua de informações geoespaciais permite identificar padrões de avanço do desmatamento, áreas de pressão ambiental e regiões prioritárias para fiscalização, fortalecendo o planejamento institucional das ações ambientais.

Entretanto, a análise também evidencia limitações operacionais relacionadas à dependência de condições climáticas favoráveis para captação de imagens de satélite, especialmente em períodos de elevada cobertura de nuvens na Amazônia. Ademais, embora o sistema forneça alertas rápidos, a efetividade das ações fiscalizatórias ainda depende da capacidade operacional das instituições responsáveis pelo enfrentamento dos crimes ambientais.

Assim, os resultados demonstram que o DETER/INPE representa importante instrumento de inteligência ambiental e monitoramento territorial, ampliando a capacidade de prevenção e resposta diante das dinâmicas criminosas associadas ao desmatamento ilegal na Amazônia.

4.3 Drones Ambientais e Fiscalização Territorial

Paralelamente ao avanço do sensoriamento remoto orbital, os drones ambientais vêm se consolidando como ferramentas estratégicas de monitoramento territorial e fiscalização ambiental na Amazônia. Os veículos aéreos não tripulados ampliam significativamente a capacidade de vigilância em áreas remotas, permitindo coleta de imagens aéreas de alta resolução e acompanhamento em tempo real de regiões sob pressão ambiental (LONGHITANO, 2010).

A análise bibliográfica evidencia que a utilização de drones apresenta importantes vantagens operacionais para ações de fiscalização ambiental, especialmente em territórios de difícil acesso logístico. Em comparação às operações terrestres convencionais, os drones possibilitam redução de custos operacionais, maior rapidez no reconhecimento territorial e diminuição dos riscos associados às ações presenciais em áreas de atuação criminosa.

Além da vigilância ambiental, os drones contribuem para atividades de georreferenciamento, identificação de áreas degradadas, mapeamento de queimadas e monitoramento de atividades minerárias ilegais. A elevada capacidade de detalhamento das imagens obtidas favorece a produção de informações estratégicas para inteligência territorial e planejamento das operações fiscalizatórias.

Outro aspecto relevante refere-se à possibilidade de integração entre drones ambientais e sistemas de monitoramento por satélite. Os alertas emitidos pelo DETER/INPE podem ser complementados por levantamentos aéreos realizados por drones, ampliando a precisão das informações coletadas e fortalecendo a capacidade de resposta operacional dos órgãos ambientais e instituições de segurança pública.

No contexto amazônico, essa integração tecnológica torna-se particularmente relevante em razão das dificuldades de acesso e da extensão territorial da região. O uso combinado de sensoriamento remoto orbital e drones ambientais permite maior cobertura espacial das áreas monitoradas, favorecendo ações preventivas e repressivas mais eficientes diante dos ilícitos ambientais.

Entretanto, a implementação dessas tecnologias também enfrenta desafios relacionados à infraestrutura operacional, capacitação técnica e disponibilidade de recursos financeiros. Em determinadas áreas da Amazônia, limitações de conectividade e dificuldades logísticas podem comprometer a transmissão de dados e a continuidade das operações de monitoramento remoto.

Apesar dessas limitações, os resultados demonstram que os drones ambientais representam importante ferramenta de inteligência territorial aplicada à governança ambiental amazônica, contribuindo para modernização das estratégias de fiscalização territorial e fortalecimento das ações de proteção ambiental.

4.4 Governança Ambiental e Perspectivas Estratégicas para a Segurança Pública no Pará

A análise realizada evidencia que a governança ambiental amazônica depende crescentemente da integração entre tecnologia, inteligência territorial e segurança pública. O avanço dos crimes ambientais na Amazônia demonstra que os mecanismos tradicionais de fiscalização apresentam limitações diante da complexidade territorial e das dinâmicas criminosas associadas ao desmatamento ilegal e à exploração predatória dos recursos naturais.

Nesse cenário, as tecnologias de monitoramento ambiental surgem como instrumentos estratégicos para fortalecimento da capacidade estatal de controle territorial e proteção socioambiental. A utilização integrada de sistemas de sensoriamento remoto, drones ambientais e ferramentas de geoprocessamento amplia significativamente as possibilidades de monitoramento contínuo da Amazônia, favorecendo ações preventivas e respostas operacionais mais eficientes.

No contexto do estado do Pará, tais tecnologias apresentam elevado potencial de aplicabilidade no fortalecimento das estratégias de segurança pública ambiental. A utilização de inteligência territorial pode contribuir para identificação de áreas críticas de desmatamento, otimização do planejamento operacional e ampliação da capacidade de fiscalização em regiões de difícil acesso.

Além disso, a integração entre monitoramento ambiental e segurança pública fortalece os mecanismos de governança territorial ao permitir maior articulação entre órgãos ambientais, instituições de fiscalização e forças de segurança. Essa perspectiva aproxima a proteção ambiental das estratégias contemporâneas de segurança multidimensional, nas quais as ameaças ambientais passam a ser compreendidas como fatores diretamente relacionados à estabilidade social, econômica e territorial (BUZAN; HANSEN, 2012).

Nesse contexto, verifica-se que a modernização tecnológica da fiscalização ambiental representa não apenas avanço operacional, mas também importante instrumento de fortalecimento institucional e proteção territorial amazônica. A incorporação de tecnologias de inteligência ambiental tende a ampliar a eficiência das

ações preventivas e repressivas voltadas ao enfrentamento dos crimes ambientais, contribuindo para consolidação de modelos mais sustentáveis de governança ambiental na Amazônia paraense.

Dessa forma, os resultados indicam que o uso integrado do DETER/INPE e dos drones ambientais possui elevado potencial estratégico para fortalecimento das ações de monitoramento territorial e segurança pública ambiental, especialmente no contexto das particularidades operacionais e geográficas do estado do Pará.

5. Considerações Finais

A complexidade territorial e socioambiental da Amazônia impõe desafios crescentes à governança ambiental e às estratégias de fiscalização territorial desenvolvidas pelo Estado brasileiro. Nesse contexto, o avanço dos crimes ambientais, especialmente o desmatamento ilegal, as queimadas e a exploração irregular de recursos naturais, evidencia a necessidade de fortalecimento dos mecanismos de monitoramento ambiental e inteligência territorial voltados à proteção da floresta amazônica e à preservação dos recursos naturais estratégicos da região.

O presente estudo demonstrou que as tecnologias de monitoramento ambiental desempenham papel fundamental na ampliação da capacidade estatal de fiscalização e controle territorial na Amazônia. A utilização do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER/INPE) revelou-se importante instrumento de inteligência ambiental, possibilitando monitoramento contínuo da cobertura florestal e fornecimento de alertas rápidos capazes de subsidiar ações preventivas e repressivas relacionadas aos ilícitos ambientais. Da mesma forma, o uso de drones ambientais evidenciou significativo potencial operacional para vigilância territorial, reconhecimento aéreo e produção de informações estratégicas em áreas de difícil acesso logístico.

Os resultados obtidos indicam que a integração entre sensoriamento remoto orbital, drones ambientais e ferramentas de geoprocessamento fortalece significativamente as estratégias de governança ambiental amazônica. Essa integração tecnológica amplia a eficiência das ações de fiscalização, otimiza o planejamento operacional e favorece maior capacidade de resposta diante das dinâmicas criminosas

associadas ao desmatamento e à exploração ilegal dos recursos naturais (ASSIS et al., 2019).

Além disso, verificou-se que a proteção ambiental amazônica ultrapassa a dimensão exclusivamente ecológica, assumindo relevância estratégica no campo da segurança pública e da soberania territorial. Os crimes ambientais na Amazônia estão frequentemente associados à atuação de organizações criminosas, conflitos fundiários e ocupações irregulares, exigindo modelos de atuação estatal capazes de integrar governança ambiental, inteligência territorial e segurança multidimensional (BUZAN; HANSEN, 2012).

No contexto do estado do Pará, os desafios relacionados à fiscalização ambiental tornam-se ainda mais complexos em razão das grandes distâncias territoriais, das limitações logísticas e da presença de atividades ilícitas em áreas remotas da Amazônia. Nesse cenário, as tecnologias de monitoramento ambiental apresentam elevado potencial estratégico para fortalecimento das ações de fiscalização territorial e segurança pública ambiental, especialmente por meio da ampliação da capacidade de vigilância e identificação de áreas críticas de degradação ambiental.

A pesquisa também evidenciou que a modernização tecnológica da fiscalização ambiental depende não apenas da disponibilidade de equipamentos e sistemas de monitoramento, mas igualmente da integração institucional, capacitação técnica e construção de estratégias coordenadas de inteligência territorial. Assim, a utilização eficiente dessas ferramentas requer investimentos contínuos em infraestrutura tecnológica, qualificação profissional e fortalecimento das políticas públicas voltadas à proteção ambiental amazônica.

Dessa forma, conclui-se que a incorporação de tecnologias de monitoramento ambiental, especialmente o sistema DETER/INPE e os drones ambientais, representa importante avanço para consolidação da governança ambiental e fortalecimento das ações de segurança pública na Amazônia paraense. A integração entre inteligência ambiental, monitoramento territorial e fiscalização estratégica mostra-se essencial para enfrentamento dos crimes ambientais e promoção de modelos sustentáveis de proteção territorial na região amazônica.

A atuação da Polícia Militar do Pará insere-se de forma estratégica nesse cenário de fortalecimento da governança ambiental amazônica, especialmente diante das especificidades territoriais e operacionais do estado do Pará. Considerando sua capilaridade territorial, capacidade de atuação ostensiva e presença em regiões de elevada vulnerabilidade ambiental, a PMPA possui relevante potencial para ampliação das ações de fiscalização ambiental apoiadas por tecnologias de monitoramento territorial e inteligência ambiental.

A integração entre sistemas de sensoriamento remoto, drones ambientais e planejamento operacional pode contribuir significativamente para o fortalecimento das ações preventivas e repressivas desenvolvidas pela corporação no enfrentamento aos crimes ambientais, sobretudo em áreas de difícil acesso logístico (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). Nesse contexto, a modernização tecnológica da segurança pública ambiental representa importante oportunidade para consolidação da PMPA como instituição estratégica na proteção socioambiental amazônica, no fortalecimento da governança territorial e na promoção da sustentabilidade na Amazônia paraense (BECKER, 2005; BUZAN; HANSEN, 2012).

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem análises relacionadas à aplicação prática dessas tecnologias nas instituições de segurança pública amazônicas, investigando modelos integrados de inteligência ambiental, policiamento territorial e governança digital aplicados à proteção ambiental da Amazônia.

6. Referências Bibliográficas

ASSIS, Lucas Ferreira de et al. TerraBrasilis: plataforma de acesso, análise e disseminação de dados geográficos do monitoramento ambiental da Amazônia. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 71, n. 1, p. 344–361, 2019.

BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BUZAN, Barry; HANSEN, Lene. *A evolução dos estudos de segurança internacional*. São Paulo: Editora UNESP, 2012.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001.

FEARNSIDE, Philip Martin. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Projeto DETER: detecção de desmatamento em tempo real*. São José dos Campos: INPE, 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LEFF, Enrique. *Epistemologia ambiental*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

LE TOURNEAU, François-Michel. *Amazônia: história de homens e da natureza*. Curitiba: Editora CRV, 2015.

LONGHITANO, George Alberto. *Veículos aéreos não tripulados na cartografia e monitoramento ambiental*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010.

NOVO, Evelyn Márcia Leão de Moraes. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OSTROM, Elinor. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAFFESTIN, Claude. *Por uma geografia do poder*. São Paulo: Ática, 1993.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

***Autor correspondente:** francieudesilva@gmail.com