

TEN CEL SERGIO FILARDO

**TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO COMO SUPORTE DE AÇÃO PELO BATALHÃO
DE POLÍCIA AMBIENTAL FORÇA VERDE DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ
COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO DA DEFESA DO MEIO AMBIENTE**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Ciências Contábeis do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título Especialista em Estratégias em Segurança Pública.

Orientador: Professor Américo Augusto Nogueira Vieira, D. Sc.

CURITIBA

2007

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter permitido que pudéssemos concluir este trabalho, mais uma etapa de nossas vidas, com saúde, paz, serenidade e muita fé.

Ao Professor Américo Augusto Nogueira Vieira, D. Sc., Orientador Metodológico e Professora Katia Aparecida Juliano, M. Sc., Orientadora de Conteúdo, pelas orientações e integral dedicação, que nos possibilitaram a realização deste trabalho científico.

Dedicamos a presente monografia ao Exmo. Sr. Nemésio Xavier de França Filho, Comandante Geral da Polícia Militar do Paraná e a todos aqueles que lutam, incansavelmente, para que a nossa instituição seja reconhecida e respeitada, mostrando o valor que representa para a sociedade.

Nossos agradecimentos e considerações aos amigos, colegas, instrutores e a todos que de forma direta ou indireta, participaram como colaboradores deste trabalho.

Aos meus filhos Sergio Mauri Filardo e Fernando Filardo, e a minha querida esposa Maria Lídia, os quais souberam compartilhar comigo os momentos de inspiração e pesquisa, a minha gratidão e que Deus ilumine seus caminhos.

Resumo da Monografia apresentada à Universidade Federal do Paraná e à Academia Policial Militar do Guatupê, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Especialista em Segurança Pública.

TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO COMO SUPORTE DE AÇÃO PELO BATALHÃO DE POLÍCIA AMBIENTAL FORÇA VERDE DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO DA DEFESA DO MEIO AMBIENTE.

Ten Cel Sergio Filardo

Novembro/2007

Orientador: Professor Américo Augusto Nogueira Vieira, D. Sc.

Programa: Tecnologias de Informação disponíveis para o controle ambiental.

Este trabalho foi idealizado para que o Comando do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde possa através da absorção das tecnologias de informações disponíveis na atualidade, dar continuidade ao trabalho iniciado por ocasião da implantação do Programa Força Verde idealizado pelo Exmo. Sr. Roberto Requião, Governador do Estado do Paraná. De posse destas informações, os Comandantes de Companhias do Batalhão Ambiental exercerão uma ação mais efetiva nas áreas sob suas jurisdições, melhorando o controle ambiental exigido pelo investimento proposto pelo referido programa.

Palavras-Chave: Tecnologia de Informação. Segurança Pública. Otimização.

Summary of presented Monograph to Universidade Federal do Parana and Academia Policial Militar do Guatupe as part of requirements to obtain a Specialized of title in Strategy Public Security.

INFORMATION TECHNOLOGY AS A SUPPORT FUNCTION FOR THE BATALHAO DE POLICIA AMBIENTAL FORCA VERDE OF POLICIA MILITAR DO PARANA AS A FACTOR OF DEVELOPMENT IN THE DEFENSE OF THE ENVIRONMENT.

Lieutenant Colonel: Sergio Filardo

November/2007

Mentor/Advisor: Professor Americo Augusto Nogueira Vieira, D. Sc.

Program: Information Technologies to give for environmental controls.

This thesis was created so that the Command of the Batalhao de Policia Ambiental Forca Verde can use the information technologies at the present time to give continuity to the program started with the Program Forca Verde created by the state of Parana Governor, Robert Requiao. Utilization of this information by the Commanders of Company Batalhao Ambiental should be more effective in areas under their jurisdiction and help to improve the environmental controls and more efficiently utilize program funds.

Key-word: Information Technologies. Public Security. Optimize.

A ansiedade gera a tensão;

a tensão destrói a alegria;

e quando a alegria se vai,

a espontaneidade é dissipada.

(Passagem Bíblica)

A instrução de manutenção se assemelha a educação do pai para o filho; é necessária, pois para que a sociedade acolha este filho como uma pessoa de bem, com valores, ele necessita ser educado continuamente.

(Sergio Filardo)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Carta Planimétrica da Ilha do Mel (Fonte: IBGE)	pág.26
Figura 02 - Carta Plani-altimétrica de Antonina (Fonte: IBGE)	pág.27
Figura 03 - Carta Temática da Região do Médio Iguaçu com localização de jazidas de areia em exploração entre os municípios de União da Vitória e Porto União (Fonte: JULIANO, 2005)	pág.28
Figura 04 - Carta Náutica da Baía de Paranaguá (Fonte: DHN).....	pág.29
Figura 05 - Imagem Landsat de Guaratuba-Pr (Fonte: ENGESAT).....	pág.30
Figura 06 - Imagem IKONOS da Ilha do Mel com resolução espacial de 4 m (Fonte: ENGESAT)	pág.30
Figura 07 - Foto Aérea convencional com câmara aérea métrica tomada em 2000, durante o vazamento de óleo da REPAR no Rio Iguaçu, na escala 1:5000 (Fonte: Esteio Engenharia)	pág.31
Figura 08 - Ortofotocarta, fotografia retificadora por transformação digital. (Fonte: Esteio Engenharia)	pág.31
Figura 09 - Fotografia Aérea da região de Clevelândia	pág.46
Figura 10 - Fotografia de Reserva da mata viva.....	pág.47
Figura 11 - Fotografia de Plantação de Pinus	pág.47
Figura 12 - Fotografia do Rio Chopim na região de Clevelândia	pág.48
Figura 13 - Traçado básico do Plano de Vôo	pág.49
Figura 14 - GPS Garmim 295	pag.50
Figura 15 - Imagem LANDSAT.....	pág.55

Figura 16 - Imagem IKONOS	pág.56
Figura 17 - Imagem CBERS	pág.57
Figura 18 - Imagem CBERS Foz do Iguaçu	pág.57

LISTA DE ABREVIATURAS

PMPR	Polícia Militar do Paraná.
IAP	Instituto Ambiental do Paraná.
BPamb FV	Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde.
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
SESP	Secretaria de Estado da Segurança Pública.
COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica.
UFPR	Universidade Federal do Paraná.
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba.
UTM	Universal Transverse Mecator.
JPG ou JPEG	Joint Photographic Experts Group.
GIS	Geografic Information Sistem.
SIG	Sistema de Informações Geográficas.
SISCOP	Sistema de Controle Operacional.
OPENGIS	Sistema de Informações Geográficas Aberto.
GNU	GNU is Not Unix - É um Sistema de Software Livre.
CAD	Computer-Aided Design.
SAD69	South Americam Datum.
Formato A0	Tamanho da folha, maior folha usada.

SPOT.....Satellite pour L'Observation de la Terre.

LAE.....Levantamento Aéreo Expedito.

GEOCOVER.....Imagens via Satélite.

LANDSAT Satélite de Observação.

GPS..... Sistema de Posicionamento Global.

GRID.....Layout de mapas: Grid é a grade de coordenadas.

IKONOS..... Satélite de Observação Terrestre Comercial.

ENGESAT Distribuidora de Imagens de Satélite.

LAYER..... Nível utilizado em Cartografia.

ELT Transmissor do Localizador de Emergência.

OGC Open Geospatial Consortium.

SQL Server.....Gerenciador de Banco de Dados.

ARCVIEW..... Programa usado no Geoprocessamento da PMPR.

SGBDR..... Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados.

CAPE..... Coordenadoria de Análise e Planejamento Estratégico.

DATUM..... Sistema de Referência usado para o Controle Geodésico.

REPARRefinaria de Petróleo Presidente Getúlio Vargas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OS PROCEDIMENTOS ATUAIS DE FISCALIZAÇÃO COM APOIO AÉREO.....	19
3. O LEVANTAMENTO AÉREO	22
3.1 O Monitoramento	22
3.2 O Levantamento Aéreo Expedito (Lae)	23
3.3. Histórico do Uso do Levantamento Aéreo Expedito	24
3.4 Operacionalização do LAE	25
3.4.1 Tipos de aeronaves a serem utilizadas	25
3.4.2 Especificações de Vôo	26
3.4.3 Perfil do observador aéreo – capacidades pessoais e habilidades básicas	26
3.4.4 Tipos de mapas a serem utilizados e escalas	27
3.4.5 Execução do plano de vôo.....	33
3.4.6 Definição de procedimentos da equipe de vôo	34
3.4.7 Equipamentos utilizados	35
3.4.8 Organização dos dados do levantamento	35
4. GEO-PROCESSAMENTO DOS DADOS	36
4.1 Estrutura Geral de um SIG	37
4.2 Arquitetura Interna	38
4.3 Arquitetura OPENGIS.....	38
4.4 O Uso do Geo-processamento pela Polícia Militar do Paraná.....	39
4.5 O Uso Integrado do Geo-processamento	41
4.6 O Geo-processamento Aplicado no Combate aos Crimes Ambientais.....	42
5. LEVANTAMENTOS AÉREOS – RESULTADOS OBTIDOS.....	44
5.1 Resultado dos Testes de Aeronaves e Equipamentos	45
5.2 Levantamentos Aéreos com Técnicas de Aerofotogrametria de Curta Distância	45
5.3 Testes de Levantamento Aéreo Expedito (LAE).....	49
5.4 Levantamento Aéreo com Aeronave Modelo Ximango.....	53
6. ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS.....	54
6.1 Monitoramento por Imagem de Satélite.....	54
6.1.1 Resolução espacial.....	55

6.1.2 Resolução temporal.....	55
6.1.3 Resolução radiométrica.....	55
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	61
REFERÊNCIAS	64

1. INTRODUÇÃO

Das vinte maiores temperaturas anuais na superfície da Terra em mais de um século de registro, dezenove delas ocorreram a partir da década de 80. O aquecimento global já mostrou seus sinistros sinais no recuo das geleiras, nos fortes e freqüentes furacões ou ainda nos casos de canibalismo entre ursos polares famintos. Caso mantenha a mudança acelerada do clima, poderemos nos deparar com epidemias, incêndios florestais, ameaça aos corais e outros organismos marinhos, secas e enchentes. Escapar destas catástrofes representa talvez o maior desafio técnico e científico já enfrentado pela humanidade. A eliminação do carbono da atmosfera terrestre é um desafio mundial para a manutenção da vida na Terra, isto sem prejudicar o desenvolvimento econômico mundial, daí a necessidade de mudanças tecnológicas e político-energéticas urgentes, das matrizes energéticas principais atuais como o petróleo e carvão. De toda liberação de carbono na atmosfera a América Latina contribui com apenas 4%, inversamente proporcional, a América do Norte contribui com 28% sendo o maior responsável do problema atual. Todo esse carbono é produzido à custa dos recursos naturais e por conseqüência provoca extinção de espécies da fauna e da biodiversidade.

Cinquenta anos atrás estas ameaças ainda pareciam distantes e não faziam parte das preocupações diárias, apesar disso, surgia o Corpo de Polícia Florestal. Sua história inicia-se com a Lei nº 2.059 de 23 de novembro de 1.955, que instituiu a Polícia Florestal, deixando-a subordinada à Secretaria da Agricultura. Em 04 de abril de 1.957, através da Lei nº 3.076, o Poder Público criou o Corpo de Polícia Florestal, subordinado à Polícia Militar do Paraná, o qual foi regulamentado através do Decreto nº 5.651 de 19 de julho de 1.967. Com isso a Polícia Militar do Paraná antecipava-se ao futuro. Procurava criar mecanismos para reduzir o impacto da modernização dos processos produtivos e da ação predatória contra o meio ambiente. Agora, cinquenta anos após, já transformado em Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde, através da Lei nº 14.960 de 21 de dezembro de 2005, demonstra que o esforço do Comando Geral da PMPR e do Governo do Estado é exemplo de eficiência e integração na defesa do meio ambiente.

O Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde é a Unidade da Polícia Militar do Paraná detentora da missão específica de proteger o meio ambiente. Hoje o

Batalhão possui quatro Companhias, sediadas em Paranaguá, Londrina, Guarapuava e Foz do Iguaçu, conta com mais de 600 policiais especializados, viaturas 4X4, barcos e equipamentos modernos, inclusive aeronaves e aparelhos de GPS. Possui um canal aberto com a comunidade através do disque denuncia Força Verde (0800643-0304), buscando envolver toda a população paranaense neste contexto de caos ambiental mundial.

Através de convênio firmado com o Instituto Ambiental do Paraná e Secretaria de Estado do Meio Ambiente, o Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde atua no campo administrativo utilizando o Auto de Infração Ambiental daquele Instituto, bem como na esfera penal, executando a prisão em flagrante delito com encaminhamentos para as Delegacias de Polícia Civil e Federal e Termos Circunstanciados com encaminhamento para o Fórum das Comarcas do Estado.

O Paraná está na vanguarda, tem a melhor política de meio ambiente já criada no Estado, graças ao Programa Força Verde, elaborado pelo Governador do Estado, Roberto Requião, no ano de 2003. Este programa proporcionou uma sinergia dos trabalhos envolvendo a Polícia Militar, através do Batalhão Ambiental, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e o Instituto Ambiental do Paraná, bem como as entidades e organizações públicas e privadas que atuam no controle ambiental do Estado, e um avanço significativo nas ações de proteção do meio ambiente paranaense, devido ao fato de que mesmo tendo o segundo menor litoral do Brasil, possui a melhor preservação no tocante à Mata Atlântica.

O Estado do Paraná possui o maior projeto de plantio de mudas de árvores nativas que o Brasil já viu, são 69 milhões em poucos anos, o aumento da fiscalização e o aperfeiçoamento da legislação ambiental fez com que a mata ciliar e a reserva legal fossem pouco a pouco sendo recompostas e tornando-se parte importante da propriedade rural, um bem comum a todos que habitam o planeta. A cada dia que passa vemos a importância da conscientização das pessoas, a separação de resíduos e sua destinação se mostram de fundamental importância, somos, hoje, pouco mais de seis bilhões de pessoas vivendo no planeta, a média é de um quilo de resíduos por dia, isto quer dizer que por dia produzimos seis bilhões de quilos de resíduos, entre recicláveis e orgânicos. A política ambiental do governo paranaense dá preferência à recuperação do ambiente degradado como, por exemplo, a recomposição das matas ciliares e o manejo ecológico das propriedades. É preciso repensar e buscar energias renováveis sem agredir mais o meio ambiente,

as tecnologias têm avançado, a energia solar, a eólica e a de biocombustíveis surgindo como opções para a redução da liberação de carbono. O Mundo sem o nível de industrialização que existe hoje é uma imagem difícil e distante. Contudo, nesse ritmo alucinante de desenvolvimento também há o lado negativo.

Durante gerações a natureza foi explorada sem que houvesse preocupação com o seu equilíbrio. Mas a humanidade nunca deixou de querer um meio ambiente limpo, equilibrado e saudável. O que mudou é que hoje as pessoas se sentem parte desse processo e começam a assumir o seu papel nas mudanças que devem ser feitas.

Com isso, a sociedade deve ser aliada da natureza nas tão necessárias e simples mudanças em favor do meio ambiente, apoiando, no futuro, ações determinantes para a preservação da vida no planeta. Esta batalha é um desafio de todos, e todas as vitórias que conquistarmos será em benefício de nossas futuras gerações.

Há a necessidade de estruturar as ações do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde da Polícia Militar do Paraná, que atua em todo o Estado do Paraná, visando a que o Comando do Batalhão, e por conseqüência os Comandantes das suas Companhias localizadas nas cidades de Paranaguá, Londrina, Guarapuava e Foz do Iguaçu, possam através do mapeamento aéreo expedito desenvolver ferramentas que auxiliem as ações de controle ambiental de maneira informatizada, permitindo que o trabalho desenvolvido pelos policiais militares pertencentes ao batalhão seja otimizado.

As ações de fiscalização por meio de monitoramento aéreo trazem enorme contribuição no controle ambiental, pois através de sobrevôos, com aeronaves disponibilizadas especialmente para este fim, em áreas previamente determinadas, pode-se identificar com coordenadas geográficas os locais de danos ambientais, utilizando-se de equipamentos GPS¹, (Global Position System), encaminhando essas coordenadas para as equipes de terra, que fazem o atendimento de cada local

¹ Termo da língua inglesa e significa *Global Position System* – Sistema de Posicionamento Global. Sistema operado pelo Governo dos Estados Unidos da América, que utiliza 24 satélites que distribuem informações em tempo real para aparelhos receptores, auxiliando a navegação, orientação e localização em qualquer local do planeta.

identificado geograficamente, tornando-se uma ferramenta de controle ambiental poderosa e muito respeitada.

As equipes de terra de posse das coordenadas encaminhadas pelo apoio aéreo, utilizando-se de viaturas com tração 4x4, checam individualmente os pontos repassados e, constatando o dano ambiental previamente visualizado pela equipe aérea, aplicam a legislação ambiental pertinente.

Após todo esse esforço, o Comando do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde, bem como, os Comandantes das Companhias podem acompanhar o trabalho executado através de um mapeamento do crime ambiental em suas áreas de atuação individual e coletivamente. Para este acompanhamento se faz necessária a utilização de uma ferramenta capaz de organizar todos os dados obtidos referenciados geograficamente, uma vez que estes dados do monitoramento aéreo e os autos de infração ambiental possuem coordenadas geográficas. O objetivo é fornecer ao Comando do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde e a todos os seus Comandantes de Companhia, mapas digitais geo-referenciados (no computador de suas salas de comando) que podem ser acessados rapidamente, disponibilizando vários tipos de informações, chamados *layers*², para o acompanhamento eficaz e seguro dos resultados da atuação do policiamento ambiental em todas as regiões do estado.

Buscou-se identificar no Estado do Paraná trabalhos que estavam sendo executados que pudessem se enquadrar nas necessidades para montar a estrutura. Assim, identificou-se que o Programa de Governo Paraná - Biodiversidade dispõe de um projeto que visa ao desenvolvimento e utilização de tecnologias de monitoramento aéreo ambiental de baixo custo com diversas finalidades, pois os sistemas desenvolvidos devem ser úteis às várias instituições do Estado responsáveis pela conservação do meio ambiente.

Um dos projetos em desenvolvimento pelo Paraná - Biodiversidade, em parceria com várias instituições estaduais que visam à conservação do meio ambiente é a implantação do monitoramento aéreo através do LAE (levantamento aéreo expedito), que é uma técnica de sensoriamento remoto usada para a observação e acompanhamento de componentes florestais ou mudanças em eventos vinculados à paisagem em extensas áreas. Esta técnica mostra-se

² Layer é um nível utilizado em cartografia.

adequada para a otimização máxima dos recursos hoje disponíveis para a fiscalização aérea, fornecendo dados ambientais georeferenciados confiáveis e com possibilidade de atualização periódica.

Este trabalho tem por objetivo geral demonstrar que a substituição dos atuais procedimentos de fiscalização aérea, por um novo método pautado no “Levantamento Aéreo Expedito” com geoprocessamento como ferramenta fundamental para o aumento da eficácia dos procedimentos, irá acarretar a possibilidade de ganho de eficiência, transformando a atual fiscalização do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde em um procedimento mais eficaz que denominaríamos de “Monitoramento”.

2. OS PROCEDIMENTOS ATUAIS DE FISCALIZAÇÃO COM APOIO AÉREO

A liberação das aeronaves é autorizada pelo Secretário Chefe da Casa Militar do Governo do Estado, mediante solicitação do Secretário de Estado do Meio Ambiente, do Diretor Presidente do Instituto Ambiental do Paraná, ou ainda mediante Ordem de Serviço do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde, sendo que para escolha das aeronaves e detalhes técnicos das missões aéreas é realizado um contato do Coordenador de Operações Aéreas, que atualmente é um Oficial designado pelo Comandante do BPamb FV, com a Seção de Transporte Aéreo da Casa Militar, para as tratativas pertinentes.

As solicitações são realizadas no endereço eletrônico desse Coordenador das Operações Aéreas contendo as seguintes informações, data de início e fim do sobrevôo, locais de sobrevôo, base da missão, nome dos agentes que realizarão o sobrevôo e finalidade da missão.

No Batalhão de Polícia Ambiental, de posse de coordenadas geográficas provenientes de denúncias ou de qualquer outra fonte, os Comandantes das Companhias Ambientais com sedes nos municípios de Paranaguá (1ª Cia Pamb), Londrina (2ª Cia Pamb), Guarapuava (3ª Cia Pamb) e Foz do Iguaçu (4ª Cia Pamb), enviam solicitação formal ao Comando do Batalhão Ambiental, que por sua vez através da Seção de Planejamento e Operações do Batalhão elabora Ordem de Operação solicitando ao Chefe da Casa Militar do Governo do Estado, que coordena o uso das aeronaves e pilotos pertencentes ao Estado do Paraná, a autorização para uso dessa aeronave para a fiscalização ambiental.

Estabelecido um plano de vôo para o recobrimento da área em questão, a equipe de fiscalização aérea, composta de um piloto treinado para fiscalização ambiental e um policial militar com conhecimentos específicos no combate aos crimes ambientais, procede a um levantamento cuidadoso da área sobrevoada, identificando locais de crimes ambientais com coordenadas geográficas e fotografias aéreas.

As missões, geralmente se referem a monitoramento ambiental, licenciamentos industriais e florestais, verificação de denúncias, operações aquáticas em rios e mar, diagnóstico da área de abrangência dos Escritórios

Regionais do IAP e Companhias de Polícia Ambiental do BPamb FV, coordenação de operações integradas, operações em áreas de difícil acesso ou grandes áreas.

Quando as missões se referem à diagnose e verificação de áreas de florestas nativas, ou seja, quando o caráter não é de Licenciamento ou verificação de Termos de Compromisso, ou ainda, verificação de processos em andamento, onde o próprio fiscal, titular do mesmo, tem que realizar as incursões, é confeccionado relatório geo-referenciado para repasse às equipes de campo para verificação dos pontos e adoção das medidas cabíveis.

De posse de um mapa e um equipamento de GPS, faz-se a plotagem³ dos pontos observados para posterior checagem pela equipe de terra, e em determinados casos até com o auxílio de fotografias digitais para auxiliar na posterior localização terrestre. Na seqüência, as equipes de terra, com viaturas apropriadas para acesso até às topografias mais acidentadas, de posse das coordenadas levantadas pelo apoio aéreo, executam os procedimentos formais que envolvem uma ocorrência ambiental.

Nos casos de verificação de crimes ambientais pelo(s) agente(s) que realiza(m) o sobrevôo, é disponibilizado, pela Coordenação das Operações Aéreas, o relatório on line, no site do BPamb FV, na seção de controle de vôo, para que as Cias Pamb possam dar atendimento e a devida resposta, em um sistema muito semelhante ao do Disque Força Verde⁴.

Primeiramente fazem o reconhecimento juntamente com o dono da área, após as anotações necessárias provenientes do reconhecimento; se o dono da área possuir autorização⁵ para a atividade na citada área, pois nem sempre a ação degradante envolverá manejo necessariamente, o mesmo será notificado a apresentar a documentação em data e local definido pela equipe; caso não comprove estar devidamente autorizado a realizar a atividade constatada, através da documentação pertinente será autuado por infração ambiental; se for visualizado

³ Termo utilizado em Cartografia e significa marcar ou localizar uma coordenada geográfica ou plana numa Carta (mapa).

⁴ Utilizado para denúncias de crimes ambientais no qual o usuário não precisa ser identificado, através do numero 0800-643-0304.

⁵ Toda atividade que cause ou possa causar danos ambientais ou ainda que utilize recursos ambientais deve ser autorizada ou licenciada por órgãos ambientais federais e/ou estaduais e até municipais. Muitas vezes tal autorização é escrita e formal, como no caso de desmatamentos.

pela equipe no local da ocorrência dano ambiental previsto nas normas em vigor será o responsável pela área e outros encaminhados para lavratura de flagrante em Delegacia de Policia Civil da área ou Termo Circunstanciado no Fórum da Comarca, de acordo com os casos apresentados.

Identificados os pontos através do sobrevôo com a aeronave, e checados pelas equipes de terra, elabora-se um relatório que contém todos os pontos levantados na área escolhida e procedimentos adotados. Finalizando, tais relatórios são encaminhados para a Seção de Planejamento e Operações na sede do Batalhão Ambiental, que os utilizará para fins estatísticos.

Ultimamente, as aeronaves estão sendo muito bem utilizadas na verificação de Termos de Compromisso e no auxílio de licenciamentos e verificações de Informação de Corte e Autorizações Florestais, já que é possível fazer em três ou quatro horas de vôo, em muitos casos, o mesmo número de verificações que se faria em duas semanas utilizando veículos terrestres para tal fim.

A utilização das aeronaves nas fiscalizações, verificações, monitoramentos e operações ambientais, geram economia, eficiência e eficácia na preservação e defesa do meio ambiente.

3. O LEVANTAMENTO AÉREO

Com relação à Base Cartográfica do Estado do Paraná a SEMA disponibiliza para as diversas instituições usuárias do Estado a base cartográfica de seu acervo já escaneado e geo-referenciada, em escala 1:50.000 em formato JPG.

Dispõe também de levantamentos aerofotogramétricos de 1962 em escala 1:25.000 e levantamento de 1980 em escala 1: 70.000.

Existem imagens GEOCOVER de 1990/2000, que foram baixadas da internet e, ainda, um recobrimento Landsat (sensoriamento remoto) de 2001/2002.

Atualmente a SEMA trabalha na verificação da recobertura de 2005/2006, imagens SPOT, em escala 1:50.000, sendo que as cartas podem ser ampliadas para escala 1:30.000.

As recoberturas acima referidas são totais, mas dispõe-se também de recoberturas parciais por regiões, como no caso do litoral, que é atendido pelo Programa Pró-Atlântica, com mapeamento em escala 1:25.000 e ortofotos de 1996.

A região leste do Estado, mais especificamente a região coberta pelos últimos remanescentes da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) no Paraná, conta com um rico levantamento cartográfico, com Cartas em meio físico com escalas 1:25.000 e 1:50.000, e em meio digital, tanto topográficas como temáticas do tipo vegetação, uso e ocupação do solo e geologia do terreno. Tal base cartográfica, além de softwares desenvolvidos com tais informações geo-processadas (Geo Pró Vegetação e Geo Pró Ortofotos), são importantes instrumentos para as atividades de observação aérea, localização e levantamento terrestre de degradações ambientais, desenvolvido pelo Programa Pró-Atlântica.

3.1 O Monitoramento

A Declaração de Santiago define monitoramento como sendo a medição e avaliação periódica e sistemática da mudança de um indicador, mais especificamente, “a aferição regular que tem como objetivo determinar a ocorrência de desvios com relação a uma norma esperada” (ESTRAVIZ, RODRIGUES,1998, p. 9-22). O mesmo documento, em sua Seção 2, define um indicador como sendo “uma

das medidas escolhidas pelo critério para se avaliar a sustentabilidade, e que, ao ser medida periodicamente demonstra a existência ou não de tendências”.

Existem várias classificações de indicadores para recursos ambientais, porém, no caso do monitoramento de crimes ambientais, interessam particularmente os indicadores de resposta, ou seja, verificação de eficiência de crescimento, danos florestais visuais, abundância e composição de espécies florestais na vegetação secundária, etc.(CIESLA, 2002, p. 31-38)

O monitoramento é uma atividade que requer recursos humanos, financeiros e operacionais consideráveis, e, quando aplicado em grandes áreas, como, por exemplo, o caso do monitoramento dos recursos florestais no estado do Paraná, torna-se bastante complexo. Em função desta complexidade devem-se usar técnicas que facilitem e agilizem o processo. Normalmente são usadas técnicas que envolvem o uso de imagens (fotografias aéreas e imagens de satélite), com o respectivo acompanhamento de campo, feito com o uso imprescindível do GPS para que o sistema seja geo-referenciados.

Um sistema de monitoramento de abrangência regional ou estadual deve prever em sua estruturação ferramentas que viabilizem a associação entre a verificação de grandes áreas com o nível de detalhamento desejável para a variável de interesse. Nos sistemas de monitoramento e áreas florestais, as técnicas de levantamento aéreo (associadas à aquisição de imagens ou não) mostram-se sem dúvida como as mais eficazes no controle ambiental.

3.2 O Levantamento Aéreo Expedido (LAE)

O levantamento aéreo expedito é uma técnica de sensoriamento remoto usado para observação de componentes florestais e mudanças em eventos vinculados à paisagem. A técnica consiste no sobrevôo de áreas, que podem ser extensas, com o uso de aviões de pequeno porte, em baixa velocidade e em altura de vôo relativamente baixa. Durante o vôo o observador aéreo identifica o evento ambiental de interesse naquela missão específica, como por exemplo focos de desmatamento, e assinala no mapa (com indicação de forma e intensidade aproximada), com a localização em coordenadas.

O mapa acima mencionado deve ser preparado previamente para ser utilizado como base, podendo ser um mapa planimétrico ou plani-altimétrico, ou

ainda uma carta imagem, obtida de sensoriamento remoto por satélite. A escala dos mapas dependerá da área a ser coberta em cada voo e deve ser definida para cada missão especificamente. As informações obtidas passam a compor um layer de dados e podem ser atualizadas periodicamente.

Através do levantamento aéreo expedito é possível realizar um levantamento completo da cobertura florestal no Estado, utilizando no planejamento dos voos técnicas da aerofotogrametria que devem ser assimiladas por pilotos e observadores aéreos.

Vôos planejados de levantamentos aerofotogramétricos permitem a atualização periódica dos dados e acompanhamento eficaz dos pontos críticos de desmatamento no estado e dos resultados da atuação da polícia ambiental.

3.3 Histórico do Uso do Levantamento Aéreo Expedito

O levantamento aéreo expedito, ou *aerial sketchmapping*, como é conhecido em seu país de origem (Estados Unidos), é uma técnica que tem sido usada rotineiramente nos últimos 50 anos nos Estados Unidos e Canadá, para a detecção e mapeamento de danos florestais causados por agentes bióticos (insetos, patógenos e outras pragas) e abióticos (ventos, incêndios, furacões, granizo) (CIESLA, 1998).

Os primeiros estudos com a utilização de técnicas de levantamento aéreo expedito tiveram início por volta de 1920 - Estudos sobre a *Choristoneura occidentalis*, em 1930 - Estudo sobre o besouro da casca, em 1947 - Programas anuais usando levantamentos aéreos, instituído em Washington e Oregon (Estados Unidos), em 1955 - Primeiro guia escrito sobre condução de estudos aéreos, identificando alturas ideais de voo, o que poderia e o que não poderia ser visto, mapas e recursos visuais, e nos anos 80 - México e Quênia iniciam o uso do LAE em campanhas regulares.

Nota-se que os estudos indicados na literatura como pioneiros estão espaçados por muitos anos, o que indica morosidade no desenvolvimento da técnica, talvez por basear-se no uso da tecnologia aérea e pela falta de equipamento para rápida localização há décadas atrás. No entanto, atualmente, o LAE está estabelecido como operação de rotina para detecção de pestes florestais nos

Estados Unidos e Canadá. Os procedimentos são estabelecidos por região geográfica e as campanhas são anuais.

No Brasil esta técnica foi utilizada pela primeira vez em uma fazenda florestal atacada pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) no Estado de Santa Catarina, por W. Ciesla e A. Disperati. Na seqüência, a Embrapa Florestas estabeleceu uma parceria com o Serviço Florestal Americano e realizou um curso em que a técnica foi repassada aos participantes. O objetivo foi o treinamento de técnicos para o reconhecimento, em vôo, das diferentes tipos de danos florestais. Sobrevôos foram realizados sobre uma região onde danos florestais haviam sido previamente detectados, e, dessa forma, classificados e quantificados. (CIESLA, DISPERATI, 1999)

3.4 Operacionalização do LAE

Levantamentos são reconhecidamente um poderoso aliado do monitoramento, em função da rapidez com que é possível sobrevoar grandes áreas.

Entretanto, alguns requisitos, no que se refere aos tipos de aeronaves mais adequadas, sua operacionalização, o perfil do navegador e dos observadores aéreos, além dos requisitos de segurança e de obediência à legislação pertinente devem ser considerados para que esta ferramenta possa ser implantada.

3.4.1 Tipos de aeronaves a serem utilizadas

O Estado do Paraná dispõe de três aeronaves especificamente para o monitoramento ambiental que ficam a disposição do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde, as quais também podem ser utilizadas pelo Instituto Ambiental do Paraná. São dois motoplanadores marca Ximango, fabricados no Brasil, perfeitamente adaptados para o monitoramento de observação ambiental, aeronaves estas de baixo custo de manutenção que tem uma relação custo benefício que justificam totalmente o seu emprego. Dispõe também de um avião monomotor marca Skylane, com capacidade para até quatro passageiros, com asas altas, oferecendo uma boa adaptação no uso do controle ambiental.

Existe o interesse do Governador do Estado em adquirir helicópteros específicos para fiscalização ambiental, melhorando o trabalho que já vem sendo executado.

3.4.2 Especificações de vôo

A preferência de vôo é com os motoplanadores exatamente por existirem duas unidades e também pela relação custo benéfico citada anteriormente. A altura de vôo não muda nas duas aeronaves ficando entre 300 a 400 metros a uma velocidade aproximada de 150 quilômetros por hora, podendo voar até 08 horas por dia, optando-se pelos vôos matinais quando as condições meteorológicas são mais favoráveis, realçando que no caso dos motoplanadores, exatamente pelas características dessas aeronaves os ventos devem estar abaixo de 12 nós de velocidade, em dias claros sem precipitação pluviométrica.

3.4.3 Perfil do observador aéreo - capacidades pessoais e habilidades básicas

O observador aéreo deve poder localizar-se exatamente durante todo o tempo de vôo para permitir que os dados sejam registrados adequadamente, ou seja, ter habilidade em interpretar o mapa e a topografia observada e conhecimento razoável sobre a legislação ambiental e tipos de degradação.

Ter habilidades em operar o aparelho de GPS e identificar a localização da aeronave no mapa de acordo com o trabalho que estará sendo executado, como por exemplo, ter uma visão normal para identificação de cores, esta habilidade é muito importante quando do monitoramento da presença de pragas e doenças em áreas florestadas. Normalmente os danos em florestas são caracterizados por descoloração das folhas ou a tendência do aparecimento de tons amarelados e/ou avermelhados nos topos das copas. De qualquer forma, a capacidade de detecção de alterações até mesmo sutis na copada das árvores neste caso é fundamental. Entretanto, para outros usos também em muito contribuirá para a correta classificação dos diferentes usos da terra, em suma, habilidades em detalhar e localizar as observações realizadas para possibilitar a posterior localização pelas equipes terrestres.

cotados e curvas de nível, com equidistância definida, dando uma idéia da topografia do mesmo. É comum encontrar-se cartas com equidistância de dez ou vinte metros.

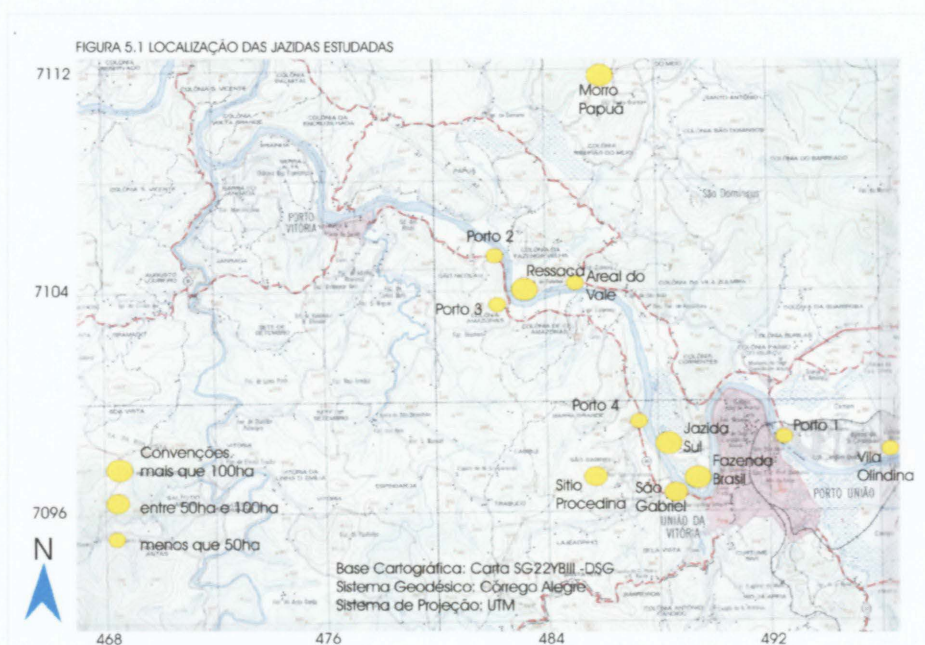
É um mapa mais completo que o mapa planimétrico, pois através dele é possível a identificação de planícies e montanhas ou qualquer outros tipo de feição do relevo. Se for possível identificar as formas do relevo, será possível, também, obter a declividade do terreno, o que é bastante útil para estudos envolvendo bacias hidrográficas e áreas irregulares de ocupação humana em encostas. Os planejadores de sobrevôos devem procurar incorporar aos mapas as informações que realmente sejam necessárias, evitando-se desta forma a disponibilização de um produto poluído visualmente que venha a confundir o observador aéreo ao invés de ajudá-lo.

Figura 02. Carta plani-altimétrica de Antonina (Fonte: IBGE)



Nos Mapas Temáticos um dado temático é uma simples informação adicional, referente a um tema específico, representado no mapa. Dados temáticos úteis podem ser representados sob a forma de polígonos vazados identificando áreas de interesse que contenham vegetação, ocupação e classificação do uso do solo, para com o cruzamento de informações poder melhor planejar as operações, estabelecendo prioridades de ação (vegetação primária, secundária em estágios iniciais, médios e avançados, localização de unidades de conservação, entre outros). Entretanto convém salientar que a existência de muitos dados temáticos pode dificultar o uso do mapa.

Figura 3. Carta temática da Região do Médio Iguazu com localização de jazidas de areia em exploração entre os municípios de União da Vitória e porto União. (Fonte: Juliano, 2005)



Os Mapas Especiais possuem tal denominação quando se destinam a determinada pessoa ou grupos, isto é, são mapas mais específicos ou técnicos e geralmente plotados em escala grande. Entre eles se enquadram os mapas políticos, econômicos, científicos, cartas náuticas, aéreas e cadastrais. No caso do LAE, podem-se citar as cartas-imagem, muito utilizadas nas campanhas brasileiras. As cartas-imagens são composições coloridas de imagens satélite, às quais se

sobrepõem informações referentes aos limites da área de interesse, cursos d'água, rodovias, grid com coordenadas, etc.

Figura 4. Carta Náutica a Baía de Paranaguá (Fonte: DHN)



Imagens de satélites são apresentadas na seqüência. A maior parte das imagens de satélite apresentadas estão disponíveis no site www.engesat.com.br e podem ser utilizadas gratuitamente.

As imagens de satélite apresentadas são, em sua maioria, de grande impacto visual ou de regiões de alto interesse, mas convém observar que não estão corrigidas para uma projeção cartográfica e que não estão geo-referenciadas.

Figura 5. Imagem LANDSAT de Guaratuba-Pr (Fonte: ENGESAT)



Figura 6. Imagem IKONOS da Ilha do Mel com resolução espacial de 4m (Fonte: ENGESAT)



Figura 7. Foto aérea convencional com câmara aérea métrica tomada em 2000, durante o vazamento de óleo da REPAR no Rio Iguaçu. na Escala 1:5000 (Fonte: Esteio Engenharia)

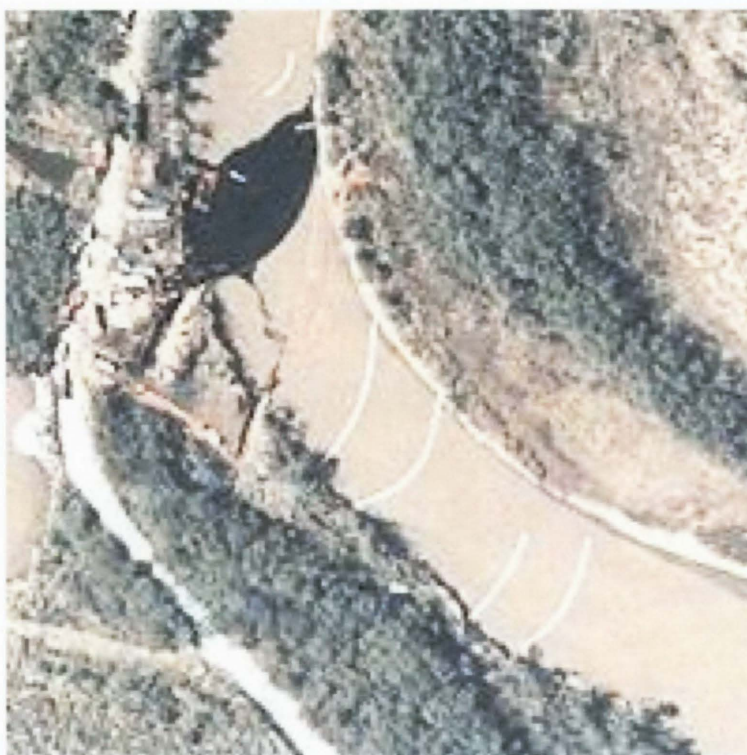


Figura 8. Ortofotocarta, fotografia retificada por transformação digital. (Fonte: Esteio Engenharia)



A escala de um mapa é a representação das distancias no mapa relacionadas às distâncias no solo. A escala de uma carta deve ser cuidadosamente planejada para que a maior quantidade de informações disponíveis e desejáveis possa ser inserida, sem comprometer a qualidade visual dessas informações. Desta forma, um pequeno território representado numa escala grande poderá requerer mais de uma folha quando impresso, OLIVEIRA (2004) dá o exemplo de informações necessárias a serem utilizadas, em que a decisão é um compromisso entre detalhes e tamanho da área no terreno. A Carta Internacional do Mundo (CIM) é publicada na escala 1:1.000.000. Territórios como a Bélgica (30.500 Km²), serão cobertos por apenas uma folha da CIM, já o Brasil necessitará de 46 folhas para cobrir todo o seu território. Escala de mapas podem ser representadas de três maneiras, escalas de engenheiro (exemplo: 1 centímetro = 200 metros) fração representativa (exemplo: 1/24.000) ou razão (exemplo: 1: 24.000).

As cartas imagens tem sido preferidas às cartas topográficas, verificou-se que para detecção de danos florestais em extensões muito grandes, uma escala 1:100.000 seria aceitável, embora a escala 1:50.000 tenha-se mostrado mais adequada, principalmente porque facilita as anotações nos polígonos desenhados. Devem-se usar escalas menores para áreas extensas de forma que o tamanho do mapa permita o seu manuseio no interior da aeronave, e igualmente usar uma escala maior para pequenas áreas para o que o mapeamento apresente um maior grau de informação. (EMBRAPA, 2007)

3.4.5 Execução do plano de vôo

Existem dois tipos de vôo recomendados de acordo com as características do terreno (relevo) e do que se deseja mapear: o vôo em grid, orientado segundo o sistema de coordenadas UTM da carta-imagem ou carta topográfica, sendo as faixas de vôo definidas como múltiplos do grid, ideal para áreas mais extensas e com relevo menos acidentado e o vôo em contorno, que acompanha o relevo, orientado perpendicularmente às curvas de nível, indicado para relevo muito movimentado e áreas menores.

No Paraná podemos usar as cartas topográficas do acervo da Secretaria de Estadual do Meio Ambiente, que estão digitalizadas e geo-referenciadas, disponíveis em arquivos JPG, em escala 1:50.000 ou cartas imagens, especialmente preparadas

para cada campanha. Neste segundo caso pode-se sobrepor à imagem de satélite outros layers com informações sobre a localização de rios, estradas, linhas de transmissão, etc. Estas informações facilitam em muito a localização do observador aéreo, ou seja, a posição de um determinado ponto no mapa em relação ao mesmo ponto em solo. A aeronave estará sobrevoando a área em linhas pré-traçadas, que constarão na carta. Conforme já mencionado, pode-se também acrescentar uma interpretação prévia das áreas de interesse.

Na carta-imagem deve-se incluir um grid em coordenadas UTM com intervalos 4 em 4 km sobre ele, na carta impressa, traçar as linhas de vôo a caneta. A cada mudança de ângulo, ou na metade de uma linha, insere-se um número correspondente à direção de vôo e seqüência do levantamento, que por sua vez determina o rumo do levantamento. Tais algarismos seqüenciais em um determinado rumo são muito úteis para a localização dos observadores, quanto a sua posição em relação ao terreno, já que tal seqüência é também transferida para o GPS que estará a bordo da aeronave. Assim, as coordenadas dos vértices das linhas de vôo são armazenadas em GPS de navegação aérea para posteriormente auxiliarem a orientação do piloto da aeronave quanto à rota a seguir e dos observadores aéreos quanto à localização das feições da carta-imagem.

3.4.6 Definição de procedimento da equipe de vôo

Durante o período que antecede o vôo, a equipe deve estar atualizada com relação à previsão do tempo e em permanente contato com o piloto. Tal sistema de comunicação evitará deslocamentos desnecessários da equipe em momentos de clima desfavoráveis. O piloto é o contato maior entre a estrutura dos aeroportos envolvidos no processo e a equipe de levantamento aéreo. A equipe de vôo consiste basicamente do piloto da aeronave e do observador, ou mais de um, agora denominados observadores aéreos, que devem adequar-se ao tipo de aeronave e procedimentos previstos, basicamente usar os cintos de segurança, conhecer a localização das saídas da aeronave e como acioná-las em caso de emergência, saber a localização do ELT (transmissor do localizador de emergência) e como operacionalizá-lo, saber da localização do kit de primeiros socorros ou de sobrevivência, saber da localização do extintor de incêndio, saber manejar o sistema de oxigênio e nunca fumar a bordo.

O piloto faz parte da equipe técnica de levantamento aéreo, pois quanto maior a experiência por ele adquirida em trabalhos conjuntos, maior será a chance de sucesso do trabalho.

3.4.7 Equipamentos utilizados

Os observadores poderão utilizar-se de alguns acessórios especiais como é o caso dos óculos de sol, lembrando de usar lentes nas cores vermelho, rosa e tonalidade âmbar que apresentam contrastes entre o vermelho e o verde das folhagens e não cansam os olhos, deve-se ter cuidado com óculos de sol com lentes em tonalidades escuras, pois estes podem dificultar a leitura de mapas no interior da aeronave. Evitar óculos de tonalidades verdes, pois estes mascaram diferenças de cor das folhagens no solo. Iniciantes na atividade devem evitar o uso de binóculos, já que poderá proporcionar desconforto (LAE/Embrapa Florestas, 2007). Câmeras fotográficas são ideais para registro das informações buscadas, entretanto, lentes de longo alcance terão o mesmo efeito que binóculos. Recomenda-se o uso de câmeras digitais ou de acionamento rápido (1/250 segundos), posicionando a câmera próxima à janela para minimizar o efeito de reflexo. O uso de GPS torna-se imprescindível sendo um fator preponderante o aparelho estar acoplado à aeronave para uma maior precisão, pois um erro de milímetros ou centímetros na plotagem do ponto poderá se transformar em quilômetros para a equipe de terra.

3.4.8 Organização dos dados do levantamento

É importante o cruzamento dos dados levantados na observação aérea com autuações já lavradas na região levantada, para se evitar o desperdício de recursos humanos e materiais em fiscalizações de áreas recém autuadas para verificar atividades que já foram fiscalizadas. Porém deve-se atentar quanto a áreas já autuadas e embargadas onde esteja ocorrendo o desrespeito ao embargo e a degradação ilegal esteja sendo continuada, por isso o observador aéreo deve ter acesso às informações detalhadas das últimas autuações realizadas na região que irá patrulhar, para melhor instruir o seu relatório para posteriores providências.

4. GEO-PROCESSAMENTO DOS DADOS

O termo Geo-processamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Geographic Information System (GIS), traduzidas para o português como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas integrando dados de diversas fontes ao criar bancos de dados geo-referenciados, tornando possível ainda automatizar a produção de documentos cartográficos. “Um SIG pode ser definido como um sistema que suporta a produção de documentos cartográficos, realizando análises complexas através da integração de dados de diversas fontes com o uso de banco de dados geo-referenciados” (FRANÇA et al. 2004, in SILVA, 2006).

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento representa um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente.

Trabalhar com geo-informação significa, antes de tudo, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geo-Informação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico.

Dados temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de pedologia e a aptidão agrícola de uma região. Esses dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens.

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes

componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento.

O conceito de desenvolvimento sustentado, consagrado na conferência Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo. (CÂMARA et al, 2004)

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica.

Há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Estas três visões do SIG são antes convergentes que conflitantes e refletem a importância relativa do tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição.

4.1 Estrutura Geral de um SIG

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um Sistema de Informação Geográfica tem os seguintes componentes:

- a. Interface com o usuário;
- b. Entrada e integração de dados;
- c. Funções de consulta e análise espacial;
- d. Visualização e plotagem;
- e. Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Esses componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado.

No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída).

No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

4.2 Arquitetura Interna

Os SIG de mercado funcionam segundo uma variedade de arquiteturas internas. Uma análise das diferentes arquiteturas de SIG pode indicar a existência de pontos fortes ou fracos em cada sistema, que têm influência decisiva em aspectos como o desempenho, a capacidade de gerenciamento de grandes bases de dados, a capacidade de utilização simultânea por múltiplos usuários e a capacidade de integração com outros sistemas.

4.3 A Arquitetura OPENGIS

Em trabalho realizado por UCHOA (2004) verifica-se que, durante os últimos anos, inúmeras instituições tentaram implantar vários tipos de soluções de geoprocessamento para atender à crescente demanda por geo-informação. Porém, apesar dos altos investimentos no setor da geotecnologia para a compra de soluções proprietárias, os resultados ainda não atendem a todas as necessidades dos utilizadores finais, sendo que as atualizações e a manutenção do sistema continuam sendo de alto custo.

O modelo de negócios das principais empresas brasileiras que atuam na área de geotecnologia é baseado na venda de sistemas, normalmente pacotes de empresas americanas que aproveitam a baixa concorrência para impor elevados custos com um péssimo ou inexistente suporte local. (SILVA, 2006)

De acordo com SILVA (2006), dois recentes movimentos abriram novas possibilidades para a área de geotecnologias: o consórcio Open Geo Spatial (OGC) e o projeto GNU (software livre). Várias organizações públicas brasileiras já estão

aproveitando os benefícios destes movimentos, mas a grande maioria dos especialistas em geotecnologias desconhece estas novas ferramentas, pois a formação acadêmica atual é, em sua quase totalidade, orientada aos sistemas proprietários.

4.4 O Uso do Geo-processamento pela Polícia Militar do Paraná

Conforme SILVA (2006), a Polícia Militar do Paraná, através de seu setor de Informática, desenvolveu e trabalha desde 1998 com o geo-processamento de ocorrências policiais através do sistema chamado SisCOp (Sistema de Controle Operacional), aplicação feita em linguagem de programação Visual Basic, banco de dados SQL Server, baseado na tecnologia cliente-servidor. O SisCOp possui quatro módulos diferentes, que compartilham a mesma base de dados:

- a. SisCOpCopom – módulo responsável pelo atendimento e despacho inicial e monitoramento em tempo real das ocorrências;
- b. SisCOpOPM – módulo responsável pela digitação completa das ocorrências realizadas pelas unidades policiais e de bombeiro;
- c. SisCOpRel – módulo responsável pela extração de relatórios;
- d. SisCOpGeo – módulo responsável por mostrar em mapa geo-codificado as ocorrências, baseado na base de dados do IPPUC, somente para o município de Curitiba.

O SisCOpGeo é um SIG que foi desenvolvido integralmente na Diretoria de Informática da Polícia Militar do Paraná com o objetivo de melhorar a qualidade do policiamento ostensivo no município de Curitiba. (SILVA,2006).

O SisCOp foi e continua sendo uma excelente ferramenta e atendeu bem as necessidades da Polícia Militar nos municípios onde foi implantado, no entanto há muito a ser feito, principalmente para que o geo-processamento seja implantado em todo o estado e atenda a todas as necessidades das instituições da Secretaria de Segurança Pública.

Atualmente a política de informática adotada pelo Governo do Estado do Paraná, (Decreto Estadual nº. 5111/2005) de forma muito pertinente, impede a compra de softwares proprietários. Tal política acompanha as inovações tecnológicas e as tendências nos centros de pesquisa, pois estão surgindo soluções em softwares livres, inclusive para geo-processamento. Conseqüentemente

atualizações do ArcView (programa usado no geo-processamento da PM) não são mais possíveis, assim, buscam-se novas alternativas para a utilização do geoprocessamento dentro das possibilidades financeiras do Estado, ou seja, as soluções devem aliar a operacionalização de sistemas eficientes ao baixo custo, garantindo a continuidade dos mesmos.

Em janeiro de 2003 foi criado pelo Governo do Estado um grupo multidisciplinar, com a incumbência de elaborar um projeto que possibilitasse a realização do mapeamento criminal do estado. Esse projeto foi denominado Mapa do Crime – Planejamento e Segurança. Para consolidação desse projeto fez-se necessária a criação de um único sistema computacional de registro de ocorrências policiais no Paraná chamado de BOU (Boletim de Ocorrência Unificado). Da mesma forma era necessária a construção de uma base de dados espacial única, com cartográfica geo-referenciadas para todo Estado. Assim foi firmado convênio com a COPEL para utilização de sua base cartográfica a qual recobre praticamente todo Estado do Paraná, não atua em apenas cinco pequenos municípios para os quais foram utilizadas cartografias do Paraná-cidade, também utilizada na complementação cartográfica dos demais municípios cobertos pela cartografia COPEL. Após análise e adequação desta base para atender as necessidades do Projeto, o geoprocessamento foi realizado utilizando software ArcView, cujas licenças foram adquiridas pela SESP.

Com o uso de software livre, iniciou-se a migração do ArcView que é software proprietário para o Banco de Dados Geográfico Postgres/Postgis que é software livre em conjunto com tecnologias de webmapping em destaque a solução mapserver (<http://mapserver.gis.umn.edu/>) que é utilizada em conjunto com o framework Cartoweb (www.cartoweb.org). Na aplicação da nova tecnologia foram tratadas algumas inconsistências que existiam nas aplicações utilizadas, como definir que a base cartográfica deve ser digital, ou seja, que seus dados espaciais sejam armazenados de forma numérica e não gráfica, para melhor desempenho do SIG, através do SGBDR (Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados) utilizado, definir estrutura de dados, processo de produção, entidades gráficas utilizadas, sistemas de projeção, interface Web a ser utilizada para democratização da informação.

Com a necessidade de atender o preceito constitucional da publicidade a Secretaria de Estado da Segurança Pública através da Coordenadoria de Análise e Planejamento Estratégico – CAPE, iniciou o controle de qualidade da informação

produzida, sempre na busca de acompanhar a dinâmica da criminalidade, monitorar áreas de risco, realizar análises estatísticas de criminalidade e mapeamento espacial de ocorrências policiais através do geoprocessamento, reorientando as estratégias de Gestão do Sistema de Segurança Pública do Estado. Para isso foi criado um Comitê Gestor de Segurança Pública com a participação das maiores autoridades de segurança pública do Estado, ocorrendo reuniões semanais sobre temas pontuais envolvendo as principais áreas criminais, que são constantemente monitoradas. Além disso, está sendo finalizada uma aplicação web que permitirá que policiais do Estado sejam capacitados na operação dos módulos de análise geocriminal delimitados pela CAPE, para auxiliar o planejamento da atividade policial do Paraná, sendo definidos quatro módulos básicos: Preventivo, Investigativo, Inteligência e Administrativo que já estão em processo final de construção da aplicação e após validação será disponibilizada pela SESP, para utilização por suas organizações policiais (Diretoria de Tecnologia e Informática da PMPR).

4.5 O Uso Integrado do Geo-processamento

Há algum tempo as instituições públicas vêm observando o grande potencial do geo-processamento para a melhoria dos processos de gestão que envolve o espaço físico (a Terra). Com isso, órgãos municipais, estaduais e federais têm buscado soluções que possam atender às demandas da nova era da administração com enfoque espacial. (UCHOA et al, 2005)

A conscientização do valor da geo-informação para a melhoria dos serviços públicos já foi um grande passo para o país, agora novas barreiras precisam ser superadas na implantação de novos processos associados à gestão espacial. A primeira barreira é o custo dos sistemas, mais especificamente das soluções de SIG integradas a banco de dados geográfico. O outro grande obstáculo é a integração da solução de geo-processamento a todos os sistemas de gestão pública de uma instituição. (SILVA, 2006)

A modernização das instituições de Segurança Pública através do uso de sistemas informatizados torna o combate à criminalidade mais eficiente. O SIG associado ao CAD e a banco de dados agiliza a produção e a disseminação de pesquisa e projetos que requerem a representação gráfica, facilitando a análise para tomada decisões. As aplicações SIG são componentes importantes na busca de

soluções para os problemas globais tais como, espaços urbanos planejados, agricultura racionalizada, meio ambiente protegido, projetos de engenharia inteligentes, desenvolvimento sustentado, planejamento da Segurança Pública, entre outros.

A maneira mais difundida de introduzir dados criminais em um SIG é através da geo-codificação, imprescindível para o mapeamento de qualquer tipo de crime. O registro se dá através de um atributo locacional, uma coordenada geográfica, o que permite a conexão de um dado ou determinado atributo a um ponto no mapa, ou seja, a conexão entre o banco de dados e o mapa.

Para se extrair todos os benefícios da geo-informação e tecnologia SIG, os dados espaciais precisam ser compartilhados por diversos sistemas.

Essa capacidade de compartilhar, trocar informações e processos em ambientes computacionais heterogêneos, distribuídos e autônomos, é definida como interoperabilidade (YUAN, 1997).

4.6. O Geo-processamento Aplicado no Combate aos Crimes Ambientais

Na Polícia Militar do Paraná para a detecção de padrões de regularidade de maneira a dar suporte às atividades de policiamento, bem como prestar contas à sociedade sobre problemas relativos à segurança, desenvolveu-se um conjunto de técnicas e métodos para a identificação de 'hot spots', ou áreas com alta incidência de criminalidade, que tem servido de base para o planejamento conjunto entre diversas agências públicas. (BEATO,2000, in SILVA, 2006)

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. Com vistas a este tipo de gestão, geo-processamento é a ferramenta mais eficiente.

Não é diferente quando pensamos em gestão de segurança pública, nela inserindo-se a questão ambiental que assume aspecto criminal através da Lei de Crimes Ambientais, (Lei 9.605/1998).

Atualmente, as instituições de segurança pública só podem responder satisfatoriamente à sociedade no combate e prevenção da criminalidade através de um elevado nível de eficiência que só é obtido com a otimização dos recursos

disponíveis e o uso de tecnologias adequadas, sendo uma delas a tecnologia da informação. Tal afirmativa pode ser transposta e aplicada integralmente aos problemas enfrentados pelo Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde no combate aos crimes ambientais

Nos crimes praticados contra o meio ambiente o geo-processamento das informações permitiria um acompanhamento mais eficaz do resultado de todas as ações do BPAmb FV. Diversos tipos de aplicações geográficas são possíveis no combate aos crimes ambientais tais como, planejar o patrulhamento regular, planejar operações especiais, analisar as rotas de transporte da madeira cortada ilegalmente, analisar concentração de ocorrências ambientais, etc.

O BPAmb FV já trabalha com análise estatística das ocorrências, porém tais informações estão dispersas em relatórios, não havendo um banco de dados integrado. De outra parte, deve-se considerar que o batalhão combate aos crimes ambientais que apresentam dificuldades específicas ligadas à espacialização dos mesmos. São áreas extensas e muitas vezes de difícil acesso que têm que ser fiscalizadas com apoio aéreo. Por tais características, entre outras, o Batalhão já é extremamente especializado, mas todas as informações que chegam através dos vários mecanismos, como disque Força Verde, fiscalização aérea e fiscalização das equipes de terra (Autos de Infração e Termos de Embargo) precisam ser organizadas em um banco de dados geo-referenciados.

É fundamental considerar que a fiscalização aérea produz já excelentes resultados e os dados em coordenadas já são armazenados em relatórios e analisados em conjunto, porém, ao introduzir o monitoramento e técnicas de engenharia aplicadas aos levantamentos aéreos, os resultados obtidos das missões só cumprirão sua função em termos de incremento de eficiência ao Batalhão se forem armazenados na forma de banco de dados geo-referenciados.

Assim, concomitantemente à implantação de metodologia científica de levantamentos aéreos aos procedimentos de fiscalização aérea é necessário o desenvolvimento de um SIG para o BPAmb FV ou a integração dos dados gerados pelo mesmo em um sistema já existente no Estado, criando-se módulos e aplicativos específicos para as necessidades do Batalhão.

5. LEVANTAMENTOS AÉREOS – RESULTADOS OBTIDOS

Dentro deste projeto, os primeiros testes de utilização de métodos científicos nos levantamentos aéreos com aviões do Estado à disposição do Batalhão de Polícia Ambiental, foram realizados em maio de 2005 no sudoeste do Paraná, mais precisamente na região do município de Clevelândia.

Na ocasião, notícias de crimes ambientais na região estavam sendo investigadas pelo Ministério Público, em operação conjunta com a Polícia Ambiental. As grandes áreas que deveriam ser levantadas dificultavam o trabalho exclusivamente por terra, assim, a única forma de cobrir toda a área rapidamente para a verificação das denúncias e elaboração de laudos referentes aos crimes ambientais em andamento era sem dúvida através de levantamento aéreo. Neste levantamento em particular, era necessária além da detecção de pontos específicos, a avaliação quantitativa das áreas envolvidas.

Optou-se por levantar a área através de planos de vôo previamente calculados aplicando-se técnicas de aerofotogrametria.

Neste plano de vôo, é importante que a altura do vôo seja constante, bem como a velocidade. De outra parte é fundamental traçar linhas de vôo paralelas para um recobrimento total da área, sem, no entanto fazer a sobreposição das faixas de vôo, como ocorreria em um levantamento aerofotogramétrico. Outro fator importante é o horário dos vôos, que devem ficar preferencialmente entre as 11h e 14h, para termos condição de sombras mínimas, no caso de obtenção de imagens. (JULIANO, K.A., 2006)

Planejam-se os vôos com altura e velocidades constantes para possibilitar tomada de imagens verticais que indiquem avaliação quantitativa das áreas.

No primeiro vôo optou-se pelo uso de uma câmera de vídeo digital de alta resolução, a qual foi cedida para testes pelo Departamento de Geomática da UFPR.

Os vôos teste foram realizados na região metropolitana de Curitiba, com o objetivo inicial de definição de parâmetros de vôo, compatíveis com a obtenção de imagens com a câmera de vídeo digital. (JULIANO, K.A., 2006)

Os vôos foram realizados com o avião monomotor Skylane que é utilizado pelo BPAmb FV nas fiscalizações aéreas e também com o helicóptero do Governo do Estado, para verificarmos as diferenças na qualidade dos levantamentos e

condições de uso das duas aeronaves para fins de testes científicos, pois o objetivo é a utilização exclusiva dos aviões que estão à disposição do BPAmb FV.

5.1 Resultado dos Testes de Aeronaves e Equipamentos

Através dos vôos realizados com o helicóptero e o monomotor Skylane, verificou-se que, em termos de qualidade de imagens, as duas aeronaves apresentaram resultados semelhantes, para as mesmas velocidades e alturas de vôo. O helicóptero, claro, pode manobrar com mais agilidade e ficar estacionário sobre um ponto, porém para os levantamentos em questão isto não é necessário, sendo importante percorrer uma linha de vôo em velocidade e altura constantes.

Em sobrevôo percorrendo uma linha de vôo previamente estabelecida, a uma altura aproximada de 350 m e velocidade de 150/160 Km/h, as imagens são nítidas, sem arraste e permitem uma visualização perfeita da área. (JULIANO, K A, 2007)

Nos testes, o monomotor Skylane demonstrou ser estável o suficiente para o uso de câmera de vídeo digital. O uso deste avião, nas velocidades e altura acima referidas, ($h= 350\text{m}$, $v= 150/160$) permite a obtenção de imagens com qualidade suficiente para as análises subseqüentes. A precisão é suficiente para definirmos uma área com aproximadamente 10m de erro, o que significa um resultado excelente. (JULIANO, K.A., 2007)

5.2 Levantamentos Aéreos com Técnicas de Aerofotogrametria de Curta Distância

Definidas as condições de vôo procedeu-se cálculo do plano de vôo para o recobrimento de área localizada no sudoeste do Paraná, no município de Clevelândia.

O vôo teve por objetivo verificar denúncias de extração de araucárias e outras espécies nativas de áreas de reserva legal em fazendas da região e ainda avaliar as condições das áreas de preservação permanente do rio Chopim.

Com o uso de cartas em escala 1:50.000, conhecendo-se algumas coordenadas previamente, definiu-se a área que deveria ser recoberta.

Foram definidas faixas de vôo de 6 km de comprimento, com 1 km de largura, sendo que ao final de cada faixa o avião altera o rumo em 90° até atingir a outra

linha de vôo, quando altera mais 90° para iniciar a linha de vôo em sentido contrário a anterior. (JULIANO, 2006)

As coordenadas, definidas na carta geram um plano de vôo que é armazenado no GPS de navegação ponto a ponto. Este plano de vôo é seguido pelo piloto, que mantém a altura de 350 m aproximadamente e velocidade de 150/160 km/h, enquanto percorre as faixas de vôo. Durante o vôo com a câmera digital, que é um equipamento relativamente grande, é recomendável que a equipe seja composta de três pessoas apenas, embora o avião disponha de quatro lugares. Este procedimento visa manter condições ótimas de segurança. (JULIANO, 2007)

Verificou-se que a carta plani-altimétrica em escala 1:50.000 dificulta a orientação em vôo pela falta de referências de fácil visualização. Nessas condições é possível captar imagens de boa qualidade das faixas de vôo, porém muitas informações são perdidas tendo em vista que não é possível orientar-se sem referências claras identificáveis na carta e no terreno. Pela rapidez do vôo, anotar coordenadas só é útil quando são observados poucos eventos dignos de nota. Se ao contrário, há muitos eventos a serem observados, a anotação de coordenadas tem que ser automática. (JULIANO, 2007)

As imagens obtidas verticalmente são de boa qualidade e é possível estimar quantitativamente as áreas degradadas que vinculadas às coordenadas são uma prova material de crime ambiental. As coordenadas plotadas no mapa plani-altimétrico geram um completo mapa do crime ambiental da área estudada, com dados quantitativos e qualitativos. (JULIANO, 2007)

A técnica, porém não se mostrou eficiente para análise em grande escala, em função do excesso de trabalho para o processamento das imagens e também pela falta de um sistema automatizado para aquisição das coordenadas para o geo-referenciamento das imagens.

As dificuldades técnicas de processamento demonstram que o levantamento com câmera de vídeo digital, através de vôos planejados com técnicas da aerofotogrametria é viável para casos de investigações especiais que demandam um esforço conjunto entre as instituições de proteção ao meio ambiente. (JULIANO, 2007)

As fotografias mostradas à frente foram obtidas em maio/2006, na região de Clevelândia, sudoeste do Paraná, em áreas ainda recobertas por densas florestas nativas, porém sob grande ameaça de degradação ambiental. Os desmatamentos

começam quase imperceptíveis e somente serão percebidos quando a área já estiver totalmente degradada.

As árvores de interesse comercial são retiradas de maneira a não chamar a atenção para a destruição que ocorre. A reserva parece intacta porque ao redor da mesma permanece um cinturão verde intocado, enquanto no interior são abertos pequenos caminhos longitudinais que são cortados em toda a extensão por linhas transversais nas quais se efetua o corte das árvores de maior interesse comercial, o restante da vegetação é preservado. Assim, vista de fora a reserva parece um maciço florestal intacto, que não denuncia os vazios no interior da mesma.

Outro aspecto que chama a atenção no procedimento adotado é que desta forma pode-se fazer um grande desmatamento que dificilmente será detectado por sensoriamento remoto, pois só é perceptível através de imagens de alta resolução. Ao retirar as árvores de grande porte deixando o restante da vegetação, ou seja, mantendo a cobertura verde, a ação é imperceptível para o sensoriamento remoto nas escalas maiores, ou seja, as mais comuns, cujas imagens estão disponíveis facilmente pela passagem freqüente dos satélites. Assim os órgãos do estado envolvidos com cartografia, meio ambiente, planejamento, e outros afins, constatarão a ocorrência deste tipo de desmatamento, mesmo que de grandes áreas, somente quando forem encomendadas imagens da região com alta resolução, em escalas adequadas. (JULIANO,2006)

Figura 09. Fotografia Aérea da região de Clevelândia;



Fotografia aérea da região de Clevelândia, que mostra como as plantações de Pinus estão misturadas a vegetação nativa. Na maior parte das imagens aéreas por sensoriamento remoto que estão disponíveis toda a área é classificada como cobertura florestal. (JULIANO, NADAL, 2006)

Figura 10. Fotografia de Reserva da mata viva;



Reserva de mata nativa sendo explorada gradativamente. Início do raleamento só é visível em levantamento aéreo a baixas altitudes.

Figura 11. Fotografia de Plantação de Pinus;



Plantação de Pinus cercada por estreita faixa de mata nativa. Detalhe que só se observa na fiscalização aérea a baixas altitudes. (JULIANO,2006)

As plantações de pinus avançam sobre a cobertura florestal nativa que é raleada gradativamente até ser substituída completamente pelas plantações.

Figura 12. Fotografia do Rio Chopim na região de Clevelândia.



Rio Chopim na região de Clevelândia. Avanço das plantações de pinus em direção às margens do rio. (JULIANO,2006)

5.3 Testes de Levantamento Aéreo Expedito (LAE)

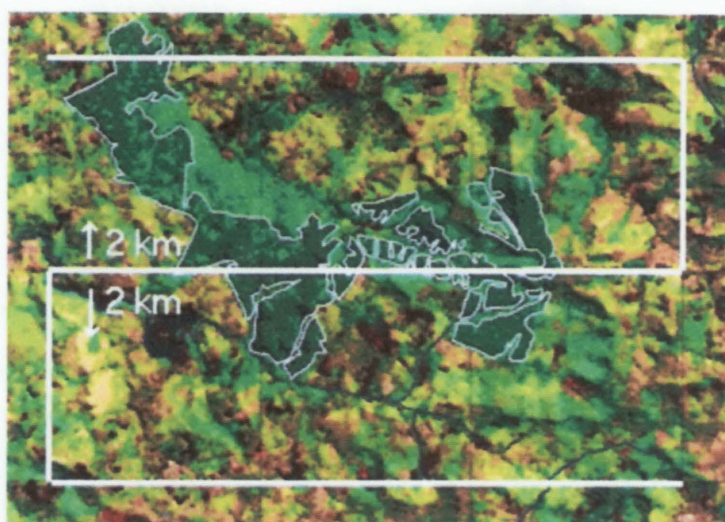
Com o objetivo de aplicar o método LAE em procedimentos de monitoramento ambiental, foram realizados vôos teste em uma área da Região metropolitana de Curitiba. Os vôos foram organizados para treinamento de equipes de observadores aéreos do BPamb FV, além de profissionais oriundos de outras instituições do Estado que têm como objetivo a proteção do meio ambiente. Todos os integrantes das equipes de vôo participaram primeiramente de treinamentos teóricos e de campo para conhecer a metodologia LAE. O objetivo foi familiarizar os participantes com o método usado para definir os planos de vôo, como interpretar os mapas, como fazer a correlação entre o mapa e os pontos de apoio em terra durante o vôo e também, para que todos compreendessem os objetivos da técnica e as possibilidades de uso para cada uma das instituições participantes.

Cada equipe de vôo era composta por quatro pessoas, o piloto, um instrutor (profissional já treinado pela Embrapa para observação aérea) e dois profissionais das instituições participantes do projeto, como observadores.

Durante o vôo é importante que todos consigam comunicar-se, assim é necessário o uso de sistema de comunicação interna no avião. Para os testes foi preparada uma carta imagem de Campo Largo, obtida do último recobrimento total do Estado por sensoriamento remoto, imagens SPOT, escala 1:50.000, ampliada para 1:30.000, sistema UTM de coordenadas, Datum horizontal SAD 69. O plano de vôo foi traçado sobre a carta, que foi distribuída para os participantes que deveriam orientar-se na observação da paisagem através das referências na carta. O plano de vôo foi traçado usando o próprio grid da carta como referência para as linhas de vôo. A primeira linha de vôo é traçada sobre o grid, sendo constante sobre a linha do mesmo. Ao final da linha, o avião altera o rumo em 90° e segue 2 km até chegar à coordenada de início da segunda linha.

O avião Skylane é um modelo de quatro lugares, assim é possível, com dois observadores, percorrer a linha de vôo levantando uma faixa de 4 km de largura, pois cada observador consegue visualizar em detalhes, (na altura e velocidade já definidos) até 2 km de distância. O traçado do vôo pode ser visualizado na figura a seguir:

Figura 13. Traçado básico do Plano de Vôo.

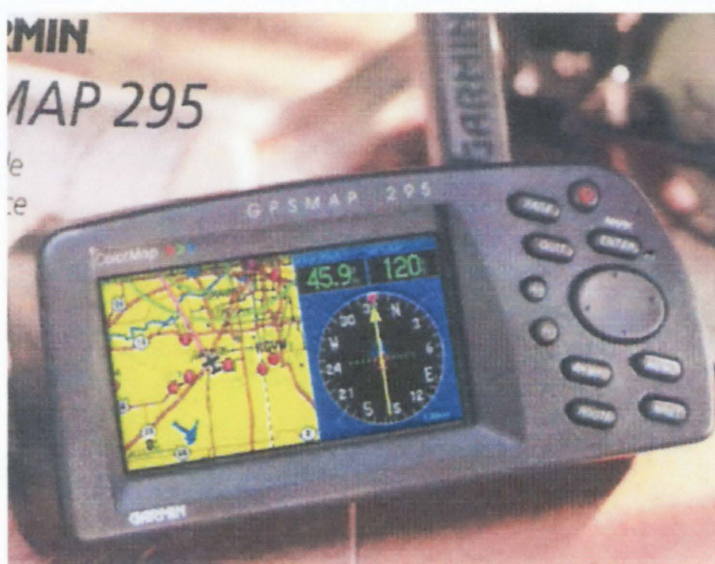


Os vôos foram realizados com o monomotor Skylane, sendo que o plano de vôo foi inserido no aparelho GPS de bordo do avião um modelo Garmin NS 430. O plano de vôo foi inserido também em um GPS modelo Garmin 295 para que todos os observadores pudessem acompanhar a rota do avião na tela do GPS.

Nos dois modelos de GPS a rota do avião é traçada na tela, porém o modelo Garmin 295 é portátil e pode ser preparado pela equipe de vôo com antecedência, o que facilita o procedimento para a equipe.

O transporte das coordenadas para um GPS de navegação pode ser feito diretamente do computador para o equipamento através de cabos conectores seriais que possibilitam a transferência de dados ou manualmente inserindo as coordenadas.

Figura 14. GPS Garmim 295.



Os vôos de teste e treinamento das equipes mostraram que os observadores a princípio encontram dificuldades para a orientação em vôo através da carta imagem, mesmo os profissionais que já são mais familiarizados com o uso de cartas e mapas.

Manusear a carta, formato "A0", dentro do avião também requer alguma habilidade, em razão, claro, da falta de espaço.

Apesar das dificuldades iniciais, se o observador for apto para a função, após treinamento adequado os objetivos de cada missão podem ser alcançados e os dados são confiáveis.

Cabe frisar, que o observador aéreo apto para a função, basicamente apresenta as seguintes características pessoais:

- a. Habilidade de interpretar um mapa;
- b. Habilidade de localizar-se durante o vôo (saber sua localização em vôo no mapa);
- c. Ter visão normal para identificação de cores;
- d. Não ter medo de voar;
- e. Capacidade de superar eventuais desconfortos durante o vôo, sabendo-se que algumas pessoas são mais sensíveis que outras e eventualmente algumas pessoas se mostram incapazes fisicamente para este tipo de trabalho.

A carta que foi preparada pela SEMA para os treinamentos não possuía um layer com as estradas secundárias, que durante o vôo são bem visíveis, sendo um dos referenciais mais claros para os observadores, portanto para os próximos treinamentos, para áreas similares, tal referencial deve ser incluído.

Para uma orientação rápida durante o vôo, um dos observadores deve conhecer bem a região para auxiliar na identificação dos referenciais. Mesmo conhecendo a área é preciso ter uma boa carta da região, com imagens realmente relevantes do terreno, tomando o cuidado de não carregar demais a carta de informações, pois o resultado seria uma carta tão "poluída" visualmente, que tornaria muito mais difícil a identificação de qualquer referência no terreno.

Os vôos de treinamento mostram que as preparações do plano de vôo e da carta que será usada são fundamentais para o sucesso da técnica. Mesmo que o observador conheça a região, é importantíssimo que a carta a ser usada tenha o plano de vôo desenhado sobre o grid com clareza.

Nas faixas de vôo devem ser plotados pontos de referência no terreno para que o observador não se perca em sua localização, o que comprometeria os dados obtidos.

5.4 Levantamento Aéreo com Aeronave Modelo Ximango

O BPAmb FV dispõe de duas aeronaves modelo Ximango para fiscalização aérea, que são aviões de baixo custo de operação e que poderiam ser usados também para o monitoramento ambiental aéreo.

O Ximango é uma aeronave para duas pessoas, o piloto e um passageiro, portanto a técnica para o levantamento que é aplicado para dois observadores tem que ser adaptada para um observador.

No caso do Ximango, o plano de vôo tem que ser alterado, pois a faixa coberta por cada linha de vôo terá 4 km de largura, porém, para tanto deverá ser percorrida nos dois sentidos. Neste caso, uma mesma linha de vôo será percorrida nos dois sentidos, porque quando o avião chegar a coordenada final da linha uma faixa de 2 km foi coberta (um observador), então o piloto deverá fazer uma volta para retornar à coordenada de saída e entrar na linha no sentido contrário (mais 180° no rumo), para que o observador faça as anotações da faixa que na primeira passagem estava à sua esquerda. A saída da linha e o retorno à coordenada devem ser acompanhados pelo observador com atenção, pois a qualidade dos dados dependerá fundamentalmente da precisão com que o observador se localiza em vôo.

Com as alterações no plano de vôo acima descrito, as aeronaves Ximango poderiam ser usadas no monitoramento, o que sem dúvida é importante, pois são mais dois aviões operando a um custo baixo. Os aviões Ximango adquiridos pelo Governador do Estado do Paraná, levam uma vantagem significativa em relação a outras aeronaves do mesmo porte, pois utilizam gasolina de aviação, como diferencial, onde o custo da hora de vôo torna-se extremamente baixo em relação aos aviões que utilizam querosene de aviação, chegando a uma economia de 50% em relação a estes.

6. ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Atualmente, todos os dados obtidos pela polícia ambiental através de fiscalização aérea são encaminhados para análise por meio de relatórios, sendo que o volume de dados já é muito grande, em média cinquenta ou sessenta pontos de infração que devem ser verificados a cada missão. Sem um banco de dados georeferenciados é impossível analisar espacialmente os dados obtidos. Muito do trabalho realizado, apesar de todo o empenho, perde-se por falta de processamento dos dados.

De outra parte, a proposta de implantação de monitoramento ambiental passa obrigatoriamente pela implantação concomitante do banco de dados georeferenciado do BPAmb FV.

A partir do momento em que técnicas de aerolevanteamento forem implantadas nos procedimentos de fiscalização, será fundamental a organização dos dados obtidos em um banco de dados, que deverá gerar o mapeamento dos crimes ambientais no estado. Sem o geoprocessamento das informações, a maior parte dos dados não poderá ser analisada, perdendo-se uma ferramenta preciosa para a conservação ambiental.

Se atualmente já é premente a necessidade do geoprocessamento dos dados de fiscalização do BPAmb FV, com a implantação do monitoramento o geoprocessamento será imprescindível.

6.1 O Monitoramento por Imagens de Satélite

Quando se fala em monitoramento é preciso, sem dúvida, fazer referência ao uso das imagens de satélite.

Atualmente as imagens de satélite são muito difundidas, estando à disposição inclusive na internet, em sites de empresas especializadas, instituições de pesquisas, etc. Todavia, tais imagens são, em sua maioria, imagens ilustrativas de regiões de grande interesse e não podem ser confundidas com cartas imagens, que já foram citadas anteriormente neste trabalho.

Para mapeamentos, análises espaciais, análises qualitativas e quantitativas de qualquer dado, as imagens de satélite devem passar por processo de retificação, correção radiométrica e classificação. Tais processos são realizados por diversos métodos, o que requer tempo e conhecimentos específicos na área, pois não se trata de procedimento automático, para qualquer imagem, com qualquer tipo de resolução.

Quando se fala em imagens de satélite é preciso entender o que é a resolução de uma imagem.

6.1.1 Resolução espacial

É uma medida da menor separação angular ou linear entre dois objetos, ou seja, representa a capacidade do sistema sensor de “enxergar” objetos na superfície terrestre: quanto menor o objeto passível de ser visto, maior a resolução espacial ou o poder de resolução. Dizer que um sistema possui resolução de 30 metros significa que o tamanho de cada pixel é de 30 X 30 m.

6.1.2 Resolução temporal

Diz respeito à frequência com que as imagens de uma mesma área são obtidas. Um termo mais atual é a revisita, dado que muitos satélites possuem a capacidade de imagear com basculamento e diminuir o tempo entre as passagens sobre uma área.

6.1.3 Resolução radiométrica

É a capacidade do detector de perceber diferenças no sinal percebido e é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza. Quanto maior for o número de níveis, maior será também a resolução radiométrica.

Há vários sistemas de satélites em funcionamento, cabendo aqui citar alguns de maior interesse para este trabalho:

- a. SISTEMA LANDSAT: Desenvolvido pela NASA-EUA Transporta dois sensores (MSS e TM), com uma resolução temporal de 16 dias. A área imageada pelo Landsat, seja MSS ou TM é uma faixa de 185 km, recortada

em cenas de 185 km x 170 km. O satélite demora 24s para imagear esta área. O sistema LANDSAT está deixando de ser usado por problemas técnicos. Embora já haja o LANDSAT 7, atualmente somente o LANDSAT 5 está sendo usado e a tendência é que seja substituído.

Figura 15. Imagem Landsat

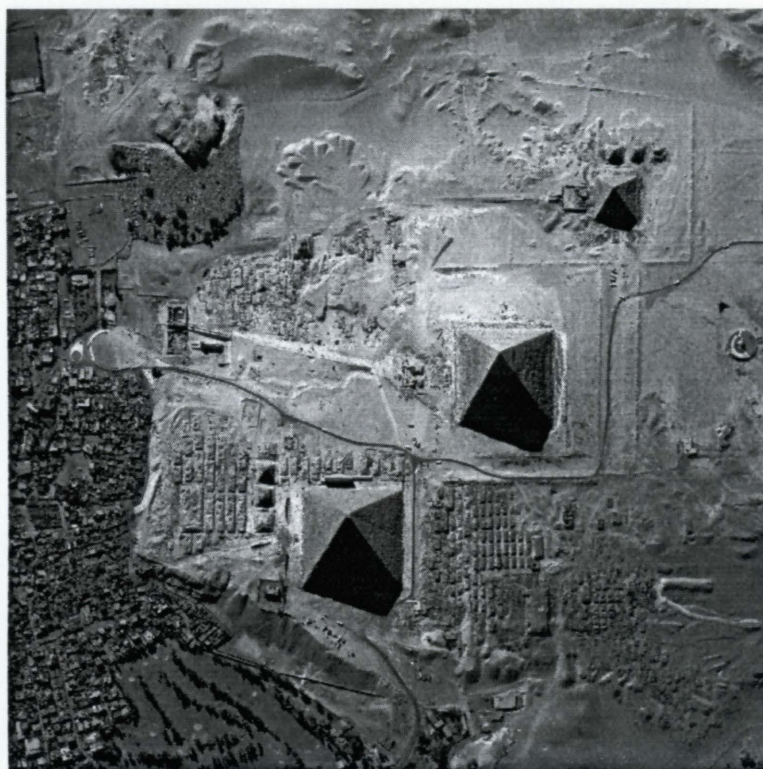


Satélite L5 Sensor TM Órbita 222 Ponto 78 Data de Passagem 2005-03-08 União da Vitória-PR.

- b. SISTEMA SPOT: faz parte do programa espacial francês. O SPOT 1, 2, 3 e 4 levam a bordo 2 sensores de alta resolução que operam no modo multiespectral fazendo a aquisição de dados em três faixas do espectro eletromagnético e de modo pancromático. Uma das características mais importantes do sensor HRV (Hight Resolution Visible), é a possibilidade dele ser direcionado, de modo a se observar cenas laterais à órbita em que se encontra o satélite em um determinado momento. A resolução temporal é de 26 dias, podendo ser diminuída se forem usadas visadas laterais. O sensor

HRV-Spot possui 3 bandas espectrais, resolução espacial de 20 metros e 10 metros no pancromático e resolução radiométrica de 8 bits e pode imagear uma faixa de até 475 Km para cada um dos lados da órbita. IKONOS II: é o satélite americano que leva a bordo sensores de alta resolução, fazendo a aquisição dos dados em modo pancromático e multiespectral, em quatro bandas do espectro: azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. A resolução espacial é de 1m no modo pancromático e 4m no modo multiespectral. A resolução radiométrica é de 11 bits (2048 níveis de cinza), o que aumenta muito o poder de contraste e de discriminação das imagens. O tamanho de uma cena é de 13 X 13Km.

Figura 16. Imagem IKONOS.



- d. CBERS 2 : É um satélite Brasileiro desenvolvido em conjunto com a China, O CBERS 2 foi lançado com sucesso no dia 21 de outubro de 2003, e é composto por dois módulos: um é a “carga útil”, onde são acomodadas as 3 câmeras (CCD – Câmera Imageadora de Alta Resolução, IRMSS –Imageador por Varredura de Média Resolução e WFI – Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada) e o Repetidor para o Sistema Brasileiro de Coleta de

Dados Ambientais. Consegue obter a cobertura completa da Terra em 26 dias. Esse é o tempo necessário para se ter imagens de todo o globo terrestre com suas câmeras CCD e IRMSS, que possuem campos de visada de 113 Km a 120 Km, respectivamente. Com a câmera WFI consegue imagear uma faixa de 890 km de largura, o tempo necessário para uma cobertura global é de cinco dias.

Figura 17. Imagem CBERS



Imagem CB2, sensor IRM, data de passagem 26/03/2005.

Figura 18. Imagem CBERS Foz do Iguaçu.



Imagem CB2, sensor IRM de Foz do Iguaçu. Passagem 24/03/2004.

As imagens de satélite, após os procedimentos de orto-retificação e geo-referenciamento, são uma excelente ferramenta de análise ambiental, porém não resolvem todos os problemas, nem tampouco se trata de ferramenta de fácil utilização, além dos custos envolvidos.

Deve-se salientar que nas resoluções disponíveis, as imagens de satélite não atendem as necessidades da polícia ambiental, uma vez que o crime ambiental só é perceptível pelo sensoriamento remoto quando atinge grandes proporções. O raleamento das florestas, que é a exploração das espécies nativas gradativamente, a substituição das matas nativas por plantações de pinus não são imageados até que seja tarde demais e só reste punir pela degradação ambiental. Quanto ao desmatamento, este também só será perceptível, na maioria das imagens de satélite, quando atingir uma área de pelo menos 400 m².

Nessas condições, as imagens de satélite podem ser úteis para a polícia ambiental para análises, diagnósticos e levantamentos de longo prazo, porém não atendem a necessidade de agilidade do trabalho policial.

Muito recentemente, em setembro/2007, o IAP anunciou um projeto para o uso de imagens de satélite em um sistema de monitoramento ambiental denominado Sistema Atlas. Em que pese a competência e empenho dos técnicos do Estado para a implantação de tal sistema, este será alimentado por imagens de satélite, que para as necessidades da polícia ambiental de combate efetivo e rápido aos crimes ambientais não será viável.

Este sistema prevê o uso de imagens do satélite Cebers 3, recentemente lançado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) em parceria com a China. O satélite foi lançado em final de setembro/2007 e as primeiras imagens ainda não estão disponíveis, nem foi divulgado o custo de tais imagens para as instituições públicas.

Deixando de lado o aspecto de custos destas imagens, pois o projeto ainda não apresentou definição quanto às imagens que serão compradas e, portanto, quanto aos custos envolvidos, restringe-se a análise da possibilidade de uso do sistema, quando o mesmo for implantado.

Do ponto de vista técnico, de acordo com o projeto, há a possibilidade de obtenção de imagens recobrando totalmente o Estado a cada dois meses. No entanto, é imprescindível que seja esclarecido quando tais imagens, após a entrada no sistema, serão disponibilizadas na forma de cartas imagem geo-referenciadas,

pois são as cartas o objetivo final do sistema, as quais integrarão um banco de dados geo-referenciados. Este trabalho de transformação das imagens em dados geo-referenciados disponíveis para o uso demanda tempo e trabalho consideráveis. Então o importante é definir não somente a resolução temporal do sistema, mas a capacidade de produção de dados confiáveis por parte do sistema.

Para termos de comparação, o Estado do Paraná licitou em fins de 2005 um recobrimento total por imagens de satélite. O recobrimento é de 2005/2006, sendo que as imagens, apesar de todos os esforços de técnicos dos vários institutos envolvidos, ainda não estão completamente disponíveis na forma de cartas imagens. Os vários processos que envolvem a transformação de imagens de satélite em cartas, além da verificação, por parte do Estado, da qualidade do material que é adquirido e da classificação, demandam tempo, e este fator tem que ser levado em consideração na concepção do sistema.

7. CONCLUSÕES

O trabalho executado pelo Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde na fiscalização com a utilização de aeronaves foi satisfatoriamente implantado e está trazendo resultados até o presente muito importantes. O projeto de monitoramento deste trabalho será um desafio para os integrantes dessa unidade especializada da Polícia Militar do Estado do Paraná, que de forma sinérgica atua em conjunto com o Instituto Ambiental do Paraná e também com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

Investimento na compra das duas aeronaves Ximango pelo Governador do Estado Roberto Requião foi oportuno e estratégico, pois trouxe uma mobilidade no trabalho de fiscalização ambiental nunca antes experimentado no Estado do Paraná. Mas para que esse trabalho seja completo há necessidade de acompanhamento por equipes de terra dos pontos plotados pela equipe de vôo, para checagem do possível dano ambiental verificado. Essa equipe é incumbida de verificar “in loco” se aquilo que foi observado pela equipe aérea está se traduzindo em dano ambiental ou trata-se de atividade lícitamente autorizada pelo órgão ambiental estadual.

Ao longo de muitas operações efetuadas pela equipe de fiscalização aérea houve a necessidade de organizar um relatório para acompanhamento do trabalho que estava sendo executado. Esse relatório traz a solicitação e autorização para uso da aeronave no local programado, bem como os pontos observados que necessitariam de verificação por terra.

Depois de muitas fiscalizações realizadas, o Comando do Batalhão de Polícia Ambiental verificou e sentiu a necessidade de que ele próprio e os capitães comandantes de Companhias Ambientais deveriam organizar um banco de dados para que pudessem traduzir na tela de um computador como estavam sendo monitorados os passivos ambientais na sua área de atuação, sugerindo a possibilidade de geo-referenciar este trabalho.

Para tanto, iniciou-se uma pesquisa para que os trabalhos executados pelas equipes aéreas e de terra do Batalhão Ambiental fossem cada vez mais precisas e que utilizassem toda tecnologia disponível para transformar o trabalho que já estava trazendo um resultado satisfatório, numa poderosa ferramenta de proteção ambiental.

A preocupação em aumentar a eficiência da atuação do BPamb FV norteou este trabalho, que buscou alternativas viáveis para a otimização dos recursos humanos e materiais do batalhão.

Dos métodos e tecnologias pesquisados, conclui-se que a aplicação das técnicas de levantamentos aéreos aos procedimentos de fiscalização transformará a atual fiscalização em um eficiente monitoramento aéreo ambiental.

A vantagem desta transformação reside basicamente na organização das missões de fiscalização de forma a fazer recobrimento total e planejado de diversas áreas específicas periodicamente. Com tais informações o BPamb FV, através de seus comandantes, terá condições de fazer um acompanhamento técnico contínuo dos níveis de degradação ambiental e dos resultados obtidos com os procedimentos policiais.

O planejamento dos levantamentos aéreos deverá gerar um mapeamento dos crimes e infrações ambientais por áreas específicas rapidamente, pois o sistema tem que ser ágil o suficiente para garantir que as equipes de terra fiscalizem todos os pontos detectados pela equipe de monitoramento aéreo.

Atualmente, atingir todos os pontos que foram identificados pela fiscalização aérea é quase impossível, em função de vários problemas técnicos, como falta de referencial para as equipes de terra, além da coordenada, erros nas coordenadas obtidas com o GPS, que são inerentes ao sistema GPS, e falta de mapas em escala adequada, com referências claras, que possam auxiliar as equipes de terra no atendimento.

As dificuldades acima citadas podem ser sanadas através das técnicas de levantamento aéreo que foram pesquisadas, apoiadas em uma boa base cartográfica.

De outra parte, os procedimentos de monitoramento ensejarão, sem dúvida, a organização dos dados através de geo-processamento. O geo-processamento é a ferramenta capaz de organizar e analisar espacialmente todos os dados do monitoramento em conjunto com os dados de fiscalização e demais procedimentos. O ganho em termos de eficiência e agilidade através do geo-processamento das informações é indiscutível. As análises que o geoprocessamento permite são impossíveis de serem realizadas nas condições atuais.

Para os objetivos e necessidades do BPamb FV, o monitoramento aéreo através do uso das aeronaves que já estão disponíveis para a fiscalização é o

recurso técnico que apresenta a melhor relação custo benefício. Além disso, deve-se salientar, tendo em vista o que foi explanado no tópico referente ao sensoriamento, que o projeto em andamento no estado, denominado Sistema Atlas, não atende às necessidades específicas da Polícia Ambiental. Para os procedimentos policiais a resolução temporal estabelecida no projeto Atlas não é suficiente para suprir a falta de definição com relação à capacidade de processamento final das imagens. Ademais, os custos referentes à compra das imagens é um limitador do sistema, limitação que o monitoramento com os aviões não apresenta.

Para a implantação do projeto será necessário um treinamento dos policiais e pilotos responsáveis pelo monitoramento aéreo para adaptação aos novos procedimentos de vôo. Para os pilotos é necessário o treinamento para o vôo com técnicas de aerofotogrametria. Para os policiais que fazem o monitoramento é necessário treinamento básico para o uso das cartas e GPS. Para os policiais do batalhão, de um modo geral, será necessário um treinamento no uso da cartografia como apoio ao trabalho de campo, além de um melhor treinamento básico nas funções de navegação do GPS.

Para a implantação completa do sistema será necessário desenvolver o banco de dados geo-referenciado para o batalhão, ou a integração do batalhão a um sistema já existente no Estado, desde que através de um módulo específico para atender as necessidades do mesmo.

O trabalho está apenas começando, os integrantes do Batalhão de Polícia Ambiental Força Verde ao utilizarem estas ferramentas estarão enfrentando um desafio que representará o esforço de toda a estrutura do Governo do Paraná na manutenção dos recursos naturais e perpetuação da vida do povo paranaense.

REFERÊNCIAS

BEATO, C. **Informação e Desempenho Policial**. paper. UFMG, 2000. Crime Mapping and Analyzys Program (CMAP). Advanced Crime Mapping Topics. Denver, CO: University of Denver, 2002.

BRASIL, Lei Federal 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, “Lei de Crimes Ambientais” – Dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: <http://pr.gov.br/meioambiente/legislação.shtml>. Acesso em 11.09.2007.

CIESLA, W.M. Remote sensing for mapping and assessment of forest damage: Past accomplishments and future challenges. In: Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. **Anais do III Seminário**. 19 a 21 de Outubro, p. 117-126, 1998.

CIESLA, W.M et al. Development of an aerial sketchmap program for detection and mapping of forest damage in Brazil. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 5, 2002, Curitiba-Pr, Brasil. In: **Anais do Seminário**. Editores: DISPERATI, A.A. & SANTOS, J.R. dos, Curitiba, p. 31-38, 2002.

CIESLA, W.M. Remote sensing in forest health protection. Salt Lake City: USDA Forest Service Remote Sensing Applications Center. **FHTET Report** n. 00-03, 2006.

CIESLA, W.M.; DISPERATI, A.A.; MENDES, F.S.; MENDES, C. Mapeamento aéreo expedito para a classificação da mortalidade de árvores causada pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) em plantações brasileiras de pinus (On-line) **Artigos-Florestal**, Home Fator GIS, 1999.

EXTRAVIZ RODRIGUES, L.C. Monitoramento florestal: Iniciativas, definições e recomendações. Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP **SÉRIE TÉCNICA IPEF** v. 12, n. 31, p. 9-22, Abril, 1998.

JULIANO, K.A. **Laudo de dano ambiental** – Clevelândia, IC 330968, 2006.

Levantamento Aéreo Expedito – Histórico, objetivo e operacionalização. Colombo, PR, **Embrapa Florestas**, 2007.

OLIVEIRA, Y.M.M. de; ROSOT, M.A.D.; CIESLA, W.M.; JOHNSON, E.; RHEA, R.; PENTEADO JR J.; LUZ, N.B. da. **O Mapeamento aéreo expedito para o monitoramento florestal no sul do Brasil**. In: Aplicações de Geotecnologias na Engenharia Florestal. Editores: Attilio Antonio Disperati e João Roberto dos Santos. Curitiba, PR: Copiadora Gabardo Ltda., 2004. 298 p.

PARANÁ, Decreto Estadual 5.111/2005. Disponível em <http://pr.gov.br/meioambiente/legislação.shtml>. Acesso em 11.09.2007

SILVA, M.S.G., **SIG com servidor de mapas em software livre para a Polícia Militar do Paraná**. UFPR, 2006.

UCHOA, H.N.; COUTINHO, R.J.C.; FERREIRA, P.R.; COELHO FILHO, L.C.T.; BRITO, J.L.N.S. Arquitetura OpenGIS – Baseada em software livre para solução de geoprocessamento, 2005. Disponível em: <http://www.geolivre.org.Br/downloads/opengis-sbc-v13-06102005.pdf>

Universidade Federal do Paraná, Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalho**. v. 2, Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.