

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Documentos 157**

## **Levantamento Aéreo Expedito (LAE)**

**2ª Edição Revista**

Yeda Maria Malheiros de Oliveira  
Marilice Cordeiro Garrastazu  
Nelson Carlos Rosot  
Maria Augusta Doetzer Rosot  
Arnaldo de Oliveira Soares  
Joel Pereira Penteadado Junior  
William M. Ciesla  
Erik Johnson

Embrapa Florestas  
Colombo, PR  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411 000 - Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675 5600

Home page: www.cnpf.embrapa.br

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Dalva Luiz de Queiroz

Santana, Edilson Batista de Oliveira, Elenice Fritzsons, Jorge

Ribaski, José Alfredo Sturion, Maria Augusta Doetzer Rosot,

Sérgio Ahrens

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Câmara Trevisan

Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté

Ilustração da capa: Arquivo Laboratório de Monitoramento da

*Embrapa Florestas*

**1ª edição**

1ª impressão (2007): sob demanda

**2ª edição**

1ª impressão (2008): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

***Embrapa Florestas***

---

Levantamento Aéreo Expedito (LAE) / Yeda Maria Malheiros de Oliveira ...

[et al.]. - 2. ed. rev. - Colombo : Embrapa Florestas, 2008.

53 p. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1517-526X ; 157)

ISSN 1679-2599 (CD-ROM)

1. Levantamento aéreo. 2. Sensoriamento remoto. 3. Floresta -  
Dano. I. Oliveira, Yeda Maria Malheiros de. II. Garrastazu, Marilice  
Cordeiro. III. Rosot, Nelson Carlos. IV. Rosot, Maria Augusta Doetzer. V.  
Soares, Arnaldo de Oliveira. VI. Penteado Júnior, Joel Pereira. VII.  
Ciesla, William M. VIII. Jonhson, Erik. IX. Série.

CDD 526.982 (21. ed.)

---

© Embrapa 2008

# **Autores**

**Yeda Maria Malheiros de Oliveira**

Engenheira Florestal, Doutora  
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*  
yeda@cnpf.embrapa.br

**Marilice Cordeiro Garrastazu**

Engenheira Florestal, Mestre  
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*  
marilice@cnpf.embrapa.br

**Nelson Carlos Rosot**

Engenheiro Florestal, Doutor  
Professor da Universidade Federal do Paraná  
ncrosot@ufpr.br

**Maria Augusta Doetzer Rosot**

Engenheira Florestal, Doutora  
Pesquisadora da *Embrapa Florestas*  
augusta@cnpf.embrapa.br

**Arnaldo de Oliveira Soares**

Assistente da *Embrapa Florestas*  
asoares@cnpf.embrapa.br

**Joel Ferreira Penteadó Junior**  
Economista, Mestre  
Analista da *Embrapa Florestas*  
joel@ncpf.embrapa.br

**William M. Ciesla**  
Engenheiro Florestal, Mestre  
Forest Health Management International  
wciesla@aol.com

**Erik Johnson**  
Engenheiro Florestal  
USDA Forest Service  
ejohnson02@fs.fed.us

# Apresentação

Nesta Série Documentos são apresentados os fundamentos da tecnologia de Levantamento Aéreo Exedito (LAE), desenvolvida pelo Serviço Florestal Americano e adaptada às condições brasileiras pela equipe de LAE da *Embrapa Florestas*.

Originalmente empregado para a detecção de danos bióticos e abióticos em áreas de floresta, o LAE, hoje, tem suas aplicações ampliadas para a detecção de alterações no uso e cobertura do solo, para a verificação da acuracidade temática de mapeamentos efetuados por outras técnicas e para a classificação da vegetação em estágios sucessionais.

Além de uma descrição detalhada da técnica propriamente dita, esta publicação contém um breve histórico do desenvolvimento do LAE no Brasil e um relato das principais campanhas de vôo efetuadas nos últimos 10 anos.

Paralelamente aos levantamentos, a equipe da Embrapa Florestas vem, sistematicamente, realizando cursos teóricos e práticos de LAE, direcionados, principalmente, a técnicos de órgãos ambientais estaduais e federais.

Pretende-se, assim, difundir a técnica de LAE, que possui ótima relação custo-benefício e que representa, hoje, uma possibilidade real de integração a um sistema mais amplo de monitoramento ambiental.

Sergio Gaiad  
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
*Embrapa Florestas*



# Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>9</b>
<b>Monitoramento .....</b>	<b>10</b>
<b>O Levantamento Aéreo Exedito (LAE) .....</b>	<b>11</b>
Histórico do uso do LAE nos EUA .....	12
Histórico do uso do LAE no Brasil .....	13
Relação custo-benefício do uso do LAE .....	14
<b>Operacionalização do LAE .....</b>	<b>15</b>
Características das aeronaves recomendadas .....	16
Tipos de aeronaves de asa alta .....	16
Aeronaves monomotores (asa alta) .....	16
Aeronaves bimotores (asa alta) .....	17
Helicópteros .....	17
Diretrizes para o uso de aeronaves .....	18
Perfil do observador aéreo - capacidades pessoais e habilidades básicas .....	18
Tipos de mapas e sua utilização no LAE.....	19
Considerações sobre escala .....	24
Considerações sobre “assinaturas do dano” ou “assinatura da feição” .....	26
Considerações sobre segurança .....	27
Procedimentos esperados dos observadores aéreos .....	27
Procedimentos esperados da equipe de planejamento, em terra .....	28
Acessórios especiais .....	28
<b>Planejamento e condução do Levantamento Aéreo Exedito .....</b>	<b>29</b>
<b>Resultados obtidos nas campanhas brasileiras .....</b>	<b>37</b>

Levantamentos para a detecção de danos florestais e para a avaliação da acuracidade temática .....	37
Levantamentos para a discriminação de diferentes fases sucessionais em remanescentes de floresta de araucária .....	41
Levantamentos para monitorar desmatamentos em remanescentes de floresta de araucária .....	46
<b>Perspectivas futuras .....</b>	<b>46</b>
Levantamento Aéreo Expedito Digital (LAED) .....	49
Integração com outras tecnologias .....	50
<b>Conclusões .....</b>	<b>51</b>
<b>Referências .....</b>	<b>52</b>



# Levantamento Aéreo Expedito (LAE)

---

*Yeda Maria Malheiros de Oliveira*

*Marilice Cordeiro Garrastazu*

*Nelson Carlos Rosot*

*Maria Augusta Doetzer Rosot*

*Arnaldo de Oliveira Soares*

*Joel Ferreira Penteado Junior*

*William M. Ciesla*

*Erik Johnson*

## Introdução

Com a presente publicação, apresenta-se a técnica de Levantamento Aéreo Expedito (LAE), conhecida como "*Aerial Sketchmapping*" nos Estados Unidos, onde é utilizada há muitas décadas. A *Embrapa Florestas* participou da introdução da tecnologia no Brasil, no contexto de um projeto que visa ao controle biológico da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), inseto que tem trazido danos substanciais à produtividade de povoamentos implantados com espécies do gênero *Pinus*, principalmente no Sul do Brasil. O projeto em questão foi desenvolvido em convênio com o USDA Forest Service (Serviço Florestal Americano). O LAE foi considerado como alternativa ao fato de que a detecção precoce do dano provocado pela vespa-da-madeira não foi bem sucedida, quando da utilização de imagens de satélite. Ao longo dos anos em que o LAE vem sendo utilizado no Brasil, alguns outros usos para a técnica foram sendo detectados, motivo pelo qual está sendo disseminada hoje como instrumental de apoio ao monitoramento florestal, seja no contexto da fitossanidade, no controle de desmatamento, no acompanhamento da obediência à legislação ambiental, ou como ferramenta para a verificação da acuracidade temática de classificações de imagens satelitárias, por exemplo.

## Monitoramento

Sob o ponto de vista da agropecuária, o termo “desenvolvimento” freqüentemente representa o aumento de área que uma determinada atividade passa a ocupar ou a crescente necessidade de aumento de produtividade de certas culturas. Sob o ponto de vista urbano, desenvolvimento está aliado à crescente expansão de áreas destinadas à construção e ao bem-estar humano. Entretanto, considerando-se a importância dos recursos naturais para a regulação da vida no planeta, há a necessidade de aplicação de limites a cada atividade, visando dirimir resultados negativos sobre a qualidade do meio ambiente. Uma forma de atuação sobre as alterações regionais, possibilitando o acompanhamento de mudanças, é o desenvolvimento ou adoção de técnicas de monitoramento do uso do solo, ao nível espacial e temporal.

A Declaração de Santiago define monitoramento como sendo a medição e avaliação periódica e sistemática da mudança em um indicador, mais especificamente, “a aferição regular que tem como objetivo determinar a ocorrência de desvios com relação a uma norma esperada” (ESTRAVIZ-RODRIGUEZ, 1998). O mesmo documento, em sua Seção 2, define um indicador como sendo “uma das medidas escolhidas pelo critério para se avaliar sustentabilidade, e que ao ser medida periodicamente demonstra a existência ou não de tendências”.

Existem várias classificações ou categorias de indicadores para recursos ambientais. Segundo Estraviz-Rodriguez (1998), a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) reconhece:

- a) indicadores de resposta (eficiência de crescimento, danos foliares visuais, exportação de N, abundância e composição de espécies na vegetação secundária, demografia animal);
- b) indicadores de exposição (químicos, nutrientes, acidez, calor ou fadiga física);
- c) indicadores de habitat (representam condições necessárias para o suporte de vida);
- d) indicadores de estresse (emissão de poluentes, focos de doenças ou pragas, práticas de uso da terra).