

# Utilização de Dados de Sensoriamento Remoto no Planejamento Urbano do Entorno de Aeródromos

DARCTON P. DAMIÃO

ALEXANDRE DA ROCHA

CTA/IEAv - Centro Técnico Aeroespacial/Instituto de Estudos Avançados

Caixa Postal 6044, 12231-970, São José dos Campos, SP, Brasil

{darcton,alex}@ieav.cta.br

**Abstract.** Due to their natural and progressive development, urban areas use to concentrate clusters of people and activities in a chaotic way. There are many causes for this phenomenon and one of these is considered in this study: airports vicinities. The study approaches the viability of a method that takes into account the use, in a very simple manner, of remote sensing data (SPOT imagery) and GIS facilities to plot aeronautical rules (standards) on areas of protection around airports and face them with the land-use in their neighbourhoods. In order to evaluate the method, the São José dos Campos Airport area (São Paulo State, Brazil) is investigated. The results show that the method is quite feasible and could be used - by non-experts in remote sensing or GIS techniques - in others airports throughout the country.

**Keywords:** Remote Sensing, GIS, Airports Protection Areas.

## 1 Introdução

As áreas urbanas apresentam, genericamente, alguns equipamentos e empreendimentos que, em função de sua natureza, atraem para o seu entorno usos e ocupações inadequados, com conseqüências danosas e previsíveis para a qualidade de vida local. Esses equipamentos e empreendimentos constituem núcleos que orientam, via de regra, uma dinâmica desordenada da mancha urbana ao longo do tempo e, em função disso, requerem uma atenção especial das autoridades ligadas direta ou indiretamente ao problema.

Embora exista um grande número de tipos desses núcleos capazes de motivar uma ocupação desordenada de áreas urbanas, este trabalho irá concentrar-se no caso particular dos aeródromos, onde, além dos problemas aqui levantados, a ocupação acelerada das áreas próximas traz consigo uma conseqüência imediata a ser considerada, que é a ameaça à segurança física de pessoas envolvidas, em maior ou menor grau, com a atividade aérea. Tal ameaça pode ser verificada tanto de forma direta (obstáculos a pousos e decolagens, aumento dos níveis locais de ruído), como indiretamente (atração de pássaros, queimadas).

O Código Brasileiro de Aeronáutica estabelece, entre outras coisas, uma série considerável de definições e normas. Algumas dessas normas, relativas a Zonas de Proteção (impõem restrições genéricas ao aproveitamento das propriedades circunvizinhas - aplicáveis a quaisquer aeródromos situados no território nacional) estão contidas na Portaria nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987, do Ministério da Aeronáutica (MAER), que define a Zona de Proteção de

Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação.

No MAER, as responsabilidades pelas ações de implementação e fiscalização dessas normas estão distribuídas entre os Comandos Aéreos Regionais (COMAR), a Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo (DEPV), o Departamento de Aviação Civil (DAC) e à Diretoria de Engenharia (DIRENG).

Externamente ao MAER, há uma série de entidades federais, estaduais e municipais cujas competências estão ligadas ao tema, em particular as prefeituras municipais.

Diante de uma dispersão tão grande de atribuições e organizações, e considerando a necessidade de profissionais com um conhecimento específico para o trato de normas e legislações (nem sempre disponíveis na quantidade adequada em tais organizações), lidar com esse assunto, simples e descritivo na sua essência, torna-se uma tarefa complexa, difícil de ser operacionalizada na forma como está prevista.

Tendo em vista esse pressuposto, pretende-se, com este trabalho, estabelecer um método que permita a espacialização, de maneira simplificada, das informações contidas nas normas acima mencionadas, por meio do uso de dados de sensoriamento remoto (SR) - organizados com o auxílio de sistemas de informação geográfica (SIG) - objetivando facilitar sobremaneira o acesso à regulamentação existente.

Se, por um lado, essas organizações costumam possuir um efetivo inadequado (ou sobrecarregado) de profissionais afeitos a normas e legislações em geral, por outro lado, na quase totalidade, elas não possuem especialistas em técnicas de SR e de SIG. Em função disso, buscou-se uma abordagem simples e objetiva, que dispensa maiores aprofundamentos teóricos, com a finalidade de viabilizar a real aplicação do modelo proposto, sem que houvesse a necessidade de novas e longas capacitações por parte daqueles profissionais. Estas, em geral conduzidas como um fim em si mesmas, desmotivam o uso prático de iniciativas como a que aqui se apresenta.

Assim sendo, o aeródromo de São José dos Campos foi escolhido para a elaboração desse método, tomando-se por parâmetros de análise a Área de Segurança de Aeródromo - ASA (no contexto das Zonas de Proteção de Aeródromos) e o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, por terem estes parâmetros relação direta com o uso e a ocupação das áreas do entorno de aeródromos. Tais parâmetros são comentados a seguir, tendo ressaltadas suas partes de maior pertinência ao estudo em questão.

## **2 A Área de Segurança Aeroportuária - ASA**

De acordo com a Resolução nº 4 do Conselho Nacional do meio Ambiente (CONAMA), de 9 de outubro de 1995, são consideradas “Área de Segurança Aeroportuária - ASA” as áreas abrangidas por um determinado raio (20 Km, no caso de São José dos Campos), a partir do “centro geométrico do aeródromo”.

A Resolução determina que, dentro da ASA, não será permitida a implantação de atividades de natureza perigosa<sup>1</sup>, entendidas como “foco de atração de pássaros”. No caso das atividades de

---

<sup>1</sup> - Segundo a Portaria nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987, p.16, denomina-se Implantação de Natureza Perigosa toda aquela que produza ou armazene material explosivo ou inflamável, ou cause perigosos reflexos,

natureza perigosa já existentes dentro da ASA (*a priori* da instalação do aeródromo), essas deverão adequar sua operação, de modo a minimizar seus efeitos atrativos e de risco, em conformidade com as exigências normativas de segurança e ambientais.

Finalmente, a Resolução estabelece que, de acordo com as características especiais de um determinado aeródromo, a área da ASA poderá ser alterada pela autoridade aeronáutica competente.

No caso específico de São José dos Campos, todos os gabaritos estão detalhados em seu Plano Específico da Zona de Proteção do Aeródromo (Portaria nº 302/GM4, de 29 de março de 1977), onde são consideradas as particularidades locais. No que diz respeito a construções que ultrapassam os limites previstos no Plano, há menção de seis edifícios residenciais, devidamente identificados, e de três obstáculos pertencentes à Refinaria do Vale do Paraíba - REVAP (duas tochas e uma chaminé).

Nos dois casos, trata-se de edificações construídas anteriormente à publicação da legislação em pauta. Por isso, é determinada somente a colocação de sinalizações específicas caso-a-caso, não sendo permitido, entretanto, o surgimento de novos obstáculos a partir de então (29/3/77).

### **3 O Plano Básico de Zoneamento de Ruído**

Embora seja um item considerado no planejamento de um novo aeródromo, um dos fatores mais relevantes ligados ao planejamento urbano em seu entorno tem a sua importância relegada a um segundo plano: a poluição sonora decorrente das operações de aeronaves.

No período que se segue à implantação do aeródromo, o movimento de aeronaves de pequeno porte gera um nível de incômodo ainda tolerável. Entretanto, a combinação de ocupação desordenada e especulativa do entorno do aeródromo com o aumento na frequência de operação e no tamanho das aeronaves provoca uma nova situação extremamente danosa ao bem-estar da comunidade local, em função dos altos índices de ruído.

Aqui, é importante salientar que o impacto ambiental não é provocado pela atividade aérea em si, mas pela ocupação inadequada, que coloca a comunidade demasiadamente próxima a uma fonte de ruídos extremamente prejudicial à saúde.

Dois são os fatores que contribuem diretamente para essa poluição sonora: (1) o ruído das aeronaves em operações de pouso e decolagem; e (2) a frequência de operação dessas aeronaves. É em função desses fatores que são definidas as chamadas “curvas isofônicas” que, por sua vez, contribuem para o estabelecimento do traçado das Curvas de Nível de Ruído 1 e 2, que serão apresentadas adiante.

A ausência de um planejamento adequado da ocupação do entorno do aeródromo, portanto, irá provocar, a médio e a longo prazo, um conflito previsível entre essa ocupação e a atividade aeronáutica.

---

irradiações, fumo ou emanações, a exemplo de usinas siderúrgicas e similares, refinarias de combustíveis, indústrias químicas, depósitos ou fábricas de gases, combustíveis ou explosivos, áreas cobertas de material refletivo, matadouros, vazadouros de lixo (aterros sanitários), culturas agrícolas que atraiam pássaros, assim como outras que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea.

Essa, aliás, foi uma das razões pelas quais cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, por exemplo, tiveram que transferir o intenso tráfego aéreo que se avolumava nos aeroportos de Congonhas, Santos Dumont e Pampulha, para Cumbica, Galeão e Confins, respectivamente. Nesses casos, embora o problema não tenha sido eliminado, ele foi sensivelmente minimizado. Como é bem sabido, nos casos de São Paulo e Rio de Janeiro, o fenômeno da ocupação inadequada do entorno dos aeroportos se repetiu, renovando o problema.

Pelo lado da atividade aérea, embora insuficientes, medidas mitigadoras desse impacto têm sido adotadas, por meio da pesquisa e implantação de motores aeronáuticos mais eficazes e menos ruidosos. Da mesma forma, procedimentos de aproximação e de subida são modificados, visando a sua adequação às novas condições vigentes no entorno do aeródromo.

Plano Básico de Zoneamento de Ruído é um documento estabelecido de acordo com a classificação dada ao aeródromo, por sua vez obtida em função do movimento de aeronaves e do tipo de aviação (São José dos Campos enquadra-se na Categoria II<sup>2</sup>), e, ainda, em função das normas de aproveitamento do uso do solo, nas áreas I, II e III, delimitadas a partir das Curvas de Nível de Ruído 1 e 2 (**Figura 3.1**). Em situações particulares, como é o caso de São José dos Campos, é elaborado um Plano Específico de Zoneamento de Ruído.

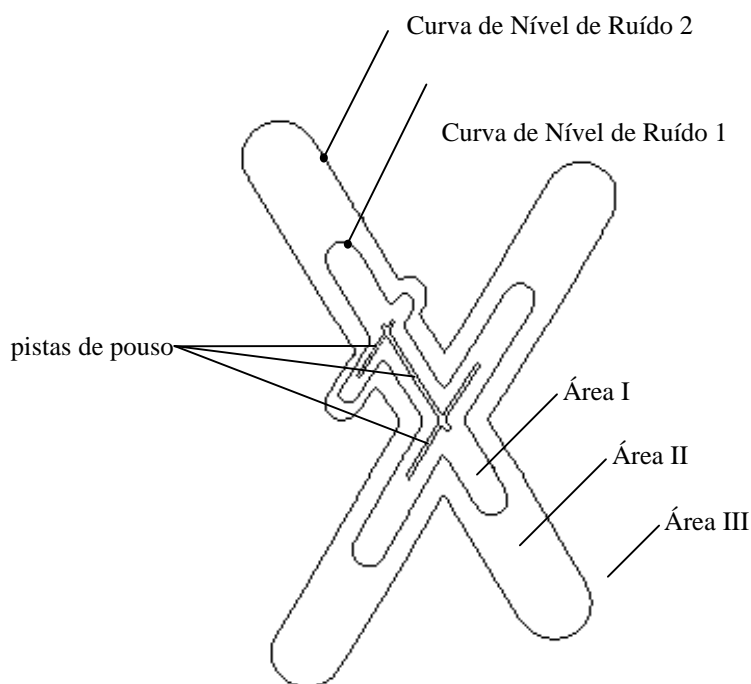


Fig. 3.1 - Representação esquemática de um Plano Básico de Zoneamento de Ruído.

A definição dessas curvas é feita com base nos parâmetros genéricos apresentados nas **Tabelas 3.1 e 3.2**. A faixa realçada diz respeito a aeródromos da mesma categoria do aeroporto de São José dos Campos, cujos valores específicos encontram-se entre parênteses.

#### **TABELA 3.1 - PARÂMETROS PARA A CURVA DE NÍVEL DE RUÍDO 1**

<sup>2</sup> - Pista de Aviação Regular de Grande Porte de Média Densidade.

<b>Parâmetros Básicos por Categoria de Aeródromo (valores entre parênteses dizem respeito a S. J. Campos)</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Largura</b>
Aviação regular de grande porte de média densidade	Comprimento da pista projetada mais 1500 m. <b>(540 m. - pista 15 e 1350 m. - pista 33)</b> no seu prolongamento, em cada sentido	240 m. de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de grande porte de baixa densidade e/ou regular de médio porte de alta densidade	Comprimento da pista projetada mais 500 m. no seu prolongamento, em cada sentido	180 m. de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de médio porte de baixa densidade e/ou aviação de pequeno porte	Comprimento da pista projetada mais 300 m. no seu prolongamento em cada sentido	100 m. de cada lado, a partir do eixo da pista

FONTE: Portaria 1.141/ GM5 de 8 dez. 1987, p. 64.

**TABELA 3.2 - PARÂMETROS PARA A CURVA DE NÍVEL DE RUÍDO 2**

<b>Parâmetros Básicos por Categoria de Aeródromo (valores entre parênteses dizem respeito a S. J. Campos)</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Largura</b>
Aviação regular de grande porte de média densidade	Comprimento da pista projetada mais 2500 m. <b>(840 m. - pista 15 e 2250 m. - pista 33)</b> no seu prolongamento, em cada sentido	600 m. de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de grande porte de baixa densidade e/ou regular de médio porte de alta densidade	Comprimento da pista projetada mais 1200 m. no seu prolongamento, em cada sentido	400 m. de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de médio porte de baixa densidade e/ou aviação de pequeno porte	Comprimento da pista projetada mais 500 m. no seu prolongamento em cada sentido	200 m. de cada lado, a partir do eixo da pista

FONTE: Portaria 1.141/ GM5 de 8 dez. 1987, p. 65.

As restrições impostas às áreas I e II são definidas conforme a atividade a ser desenvolvida no perímetro considerado, como estabelecem as **Tabelas 3.3 e 3.4**. Eventuais restrições ao uso do solo em áreas do tipo III, decorrentes dos níveis de incômodo sonoro, devem ser estabelecidas em Plano Específico de Zoneamento de Ruído.

#### **4 Materiais e Métodos**

Para a condução deste trabalho, uma imagem SPOT, adquirida em 2/9/97 (data da passagem do Satélite), foi registrada a uma base cartográfica digital de São José dos Campos.

Com o auxílio do aplicativo AEROGRAF (sistema de processamento de imagens e geoprocessamento desenvolvido no CTA/IEAv), os limites planimétricos da Zona de Proteção de Aeródromos, no que tange à Área de Segurança Aeroportuária (ASA) e do Plano Específico de Zoneamento de Ruído (Zona 1 e Zona 2), foram superpostos ao conjunto imagem/base digital.

Uma vez montada a parametrização básica das informações, foi realizada uma busca de alvos que exemplificassem algumas incoerências entre o que prevêm as normas e o que realmente existe no entorno do aeroporto de São José dos Campos.

Finalmente, com o objetivo de emprestar maior clareza na visualização dos resultados observados, um sobrevôo de helicóptero foi feito, possibilitando a cobertura fotográfica das feições tratadas no estudo.

**TABELA 3.3 - ATIVIDADES PERMITIDAS NA ÁREA I**

Classe	Atividade
Produção e Extração de Recursos Naturais	Agricultura
	Piscicultura
	Silvicultura
	Mineração
	Atividades equivalentes
Serviços Públicos ou de Utilidade Pública	Estação de tratamento de água e esgoto
	Reservatório de água
	Cemitério
	Equipamentos urbanos equivalentes
Comercial	Depósito e armazenagem
	Estacionamento e garagem para veículos
	Feiras livres
	Equipamentos urbanos equivalentes
Recreação e Lazer ao Ar Livre	Praças, parques, áreas verdes
	Campos de esporte
	Equipamentos urbanos equivalentes
Transporte	Rodovias
	Ferrovias
	Terminais de carga e passageiros
	Auxílios à navegação aérea
	Equipamentos urbanos equivalentes
Industrial	

FONTE: Portaria 1.141/ GM5 de 8 dez. 1987, p. 23.

**TABELA 3.4 - ATIVIDADES PROIBIDAS NA ÁREA II**

Classe	Atividade
Residencial	
Saúde	Hospital e ambulatório
	Consultório médico
	Asilo
	Equipamentos urbanos equivalentes
Educacional	Escola
	Creche
	Equipamentos urbanos equivalentes
Serviços Públicos ou de Utilidade Pública	Hotel e motel
	Edificações para atividades religiosas
	Centros comunitários e profissionalizantes
	Equipamentos urbanos equivalentes
Cultural	Biblioteca
	Auditório, cinema, teatro
	Equipamentos urbanos equivalentes

FONTE: Portaria 1.141/ GM5 de 8 dez. 1987, p. 24.

## 5 Resultados e Discussão

No que diz respeito à Área de Segurança do Aeródromo de São José dos Campos (raio de 20 Km.), uma área em especial chamou a atenção no estudo. Trata-se do aterro sanitário municipal, localizado a apenas 1900 m. do centro geométrico do aeródromo (**Figura 5.1**).

Mais do que isso, o aterro está localizado exatamente na projeção vertical da chamada “perna do vento<sup>3</sup>” do tráfego de aproximação para a pista 33<sup>4</sup>.

A conseqüência natural é a grande concentração de urubus na trajetória que as aeronaves fazem, ao se aproximarem para o pouso na pista 33. Vale ressaltar que tanto aves quanto aeronaves dividem o espaço aéreo local na mesma altitude, algo entre 1000 e 1500 ft (de 300 a 450 m.). Com isso, o risco de colisões torna-se grande e as conseqüências de um eventual acidente, literalmente desastrosas.

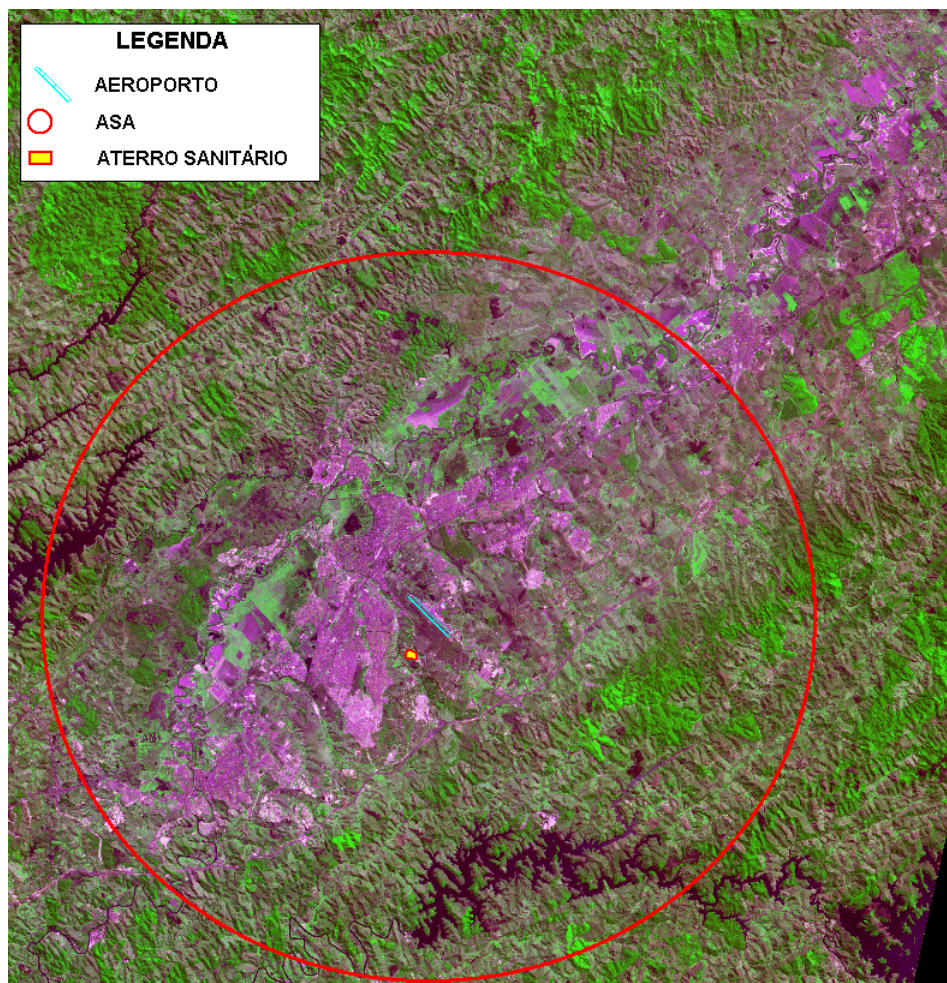


Fig. 5.1 - Área urbana de São José dos Campos, com ênfase para a ASA, o aterro sanitário e o aeroporto.

Quanto ao Plano Específico de Zoneamento de Ruído, foram notadas áreas residenciais e educacionais em interseção tanto com a área 1 como com a área 2 (definidas na Seção 3), conforme está ilustrado na **Figura 5.2**.

<sup>3</sup> - Perna do vento é a trajetória de vôo paralela à pista em uso, no sentido contrário ao do pouso.

<sup>4</sup> - Pista orientada a 330°, no sentido horário, em relação ao Norte Magnético, adotado como referência 0° ou 360°.



De acordo com a Portaria Ministerial que trata do assunto, citada no corpo deste trabalho, as atividades em desacordo com o preconizado na mesma poderão ser, eventualmente, autorizadas pelos órgãos municipais competentes, mediante aprovação do DAC.

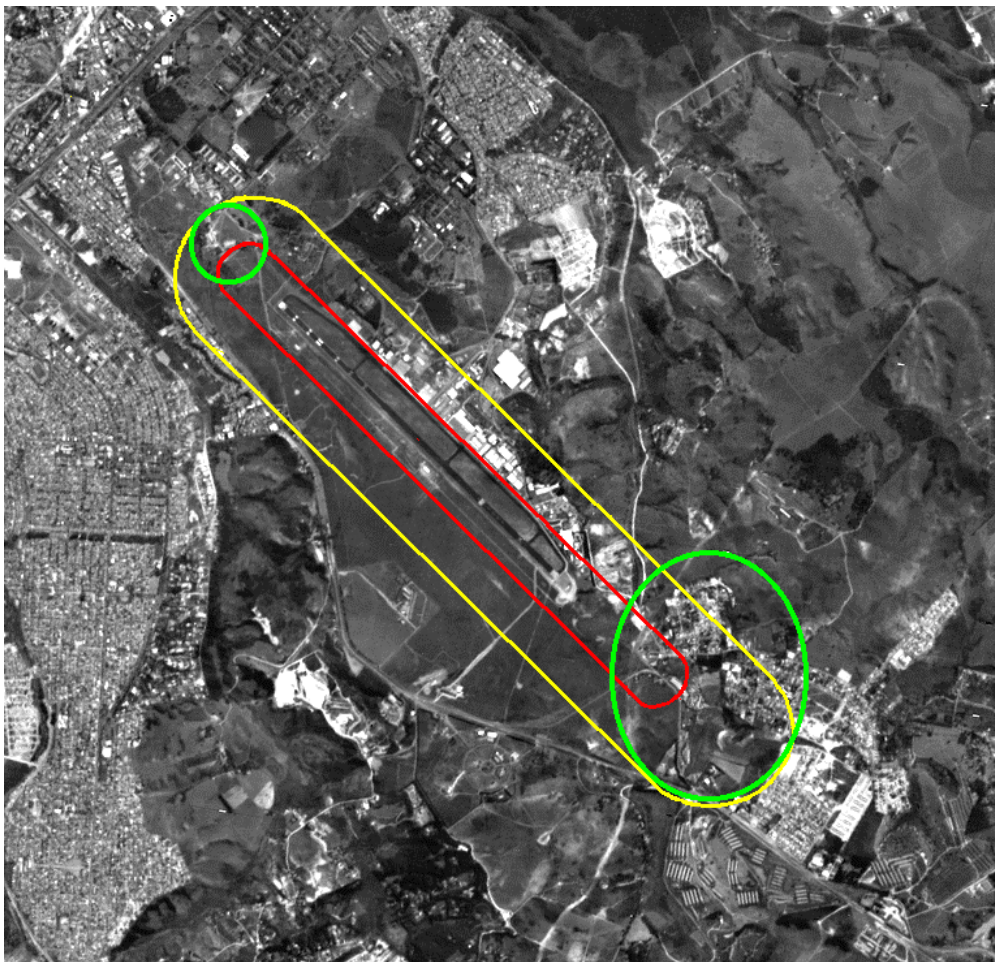


Fig. 5.2 - Aeroporto de São José dos Campos com a delimitação das Curvas de Nível de Ruído 1 e 2. No interior dos círculos em destaque, encontram-se áreas residenciais e educacionais.



## 6 Conclusão

Este trabalho demonstrou ser possível estabelecer um método que permitisse a espacialização, de maneira simples e objetiva, das informações contidas nas normas mencionadas acima, por meio do uso de dados de sensoriamento remoto (SR) - organizados com o auxílio de sistemas de informação geográfica (SIG) - com o objetivo de facilitar o acesso à regulamentação existente.

Naturalmente, o uso de um helicóptero na documentação dos eventos considerados danosos à atividade aérea em São José dos Campos tiveram, tão somente, a função didática de divulgação deste estudo. Assim sendo, o alto custo de um aerolevante fotográfico não deve ser computado como parte essencial do planejamento de um eventual trabalho a ser conduzido em outros aeródromos do País com objetivos semelhantes. Para tanto, um trabalho de campo cuidadoso será suficiente.

Opiniões relativas ao uso do solo feito no entorno do aeródromo estudado, ou à pertinência da legislação vigente, não fazem parte do objetivo do trabalho, cabendo, aqui, apenas levantar a importância e a viabilidade da utilização de dados de SR, combinados com ferramentas de SIG, no auxílio ao planejamento urbano do entorno de aeródromos. Tal raciocínio é válido tanto para os aeródromos a serem construídos como para aqueles já existentes, independentemente do tamanho, ou da finalidade de uso dos mesmos.

Certamente, um trabalho que considere uma investigação mais aprofundada da legislação específica das zonas de proteção e das leis de zoneamento municipais - bem como a confrontação destas - incluindo a utilização de modelos numéricos de elevação de alta resolução, poderá propiciar a obtenção de resultados ainda mais esclarecedores a esse respeito.

## Referências

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Portaria n. 302/GM4 de 29 mar. 1977.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica Departamento de Aviação Civil. *Código Brasileiro de Aeronáutica*. Lei 7.565 de 19 dez 1986.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica /IBAMA - *Termos de Referência para Elaboração de Estudos de Impactos Ambientais de Aeroportos*, 1991.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica Departamento de Aviação Civil. *Norma para Elaboração, Revisão, Aprovação e Tramitação de Planos Diretores Aeroportuários*. Rio de Janeiro, DAC, 1994.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Portaria 1.141/ GM5 de 8 dez. 1987. *Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências*. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 dez.1987, p. 21190-8.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução n.4 de 9 out. 1995. *Diário Oficial*, Brasília, 11 dez. 1995, Seção 1, p. 20388.