

## Desenvolvimento de sistema de videografia como suporte ao ensino e à pesquisa em Geociências.

Heitor Siqueira Sayeg<sup>1,2</sup>  
Gilberto José Garcia<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP/IGCE, Campus Rio Claro  
Av 24 A, n1515, CEP 13506-900 Bela Vista , Rio Claro, SP  
{[hsayeg, gilberto](mailto:hsayeg@rc.unesp.br)} @rc.unesp.br

<sup>2</sup> Centro Universitário Hermínio Ometto/UNIARARAS  
Av.: Dr. Maximiliano Baruto, 500, Jardim Universitário, CEP: 13607-339 Araras - SP  
hsayeg@uniararas.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP/IGCE/CEAPLA, Campus Rio Claro  
Av 24 A, n1515, CEP 13506-900 Bela Vista , Rio Claro, SP  
{[hsayeg, gilberto](mailto:hsayeg, gilberto)} @rc.unesp.br

**Abstract** In Brazil, the possibility of application of resources of filmings (mainly aerial filmings) in the research and popularization of geological information is ignored, staying almost completely unemployed by Geoscientists. However, like an auxiliary tool, building collections of dates could be very useful for researches, combined with aerial pictures and images of satellites, turning into a valuable didactic instrument, with high cost/benefit relationship. Although they are used abundantly in broadcast's shows like Discovery Channel, National Geographic Company and others, and even in advertisings and soap operas, Videography of Low Altitudes, in the way and with the focus here exposed, consists in a new field, little explored, without abundant bibliographical references, of a pioneering character, that seeks already explored methods and applications of techniques available in other areas in a new approach.

**Palavras-Chave:** videography, teaching, geosciences, remote sensing, geology, videografia, ensino, geociências, sensoriamento remoto, geologia.

\* Com especial agradecimento ao professor Dr. Jairo Roberto Jiménez Rueda<sup>1</sup>, pela participação no amadurecimento deste trabalho.

## **I – INTRODUÇÃO:**

Este artigo relata parte de um projeto maior de doutoramento que engloba a região central do estado de São Paulo, voltado para a Coleta de Dados por Sensoriamento Remoto, via Filmagens Aéreas em perspectiva, e sua aplicação no Ensino, na Pesquisa e na Divulgação de Informações Científicas.

Pretende-se preencher uma lacuna nessa área, divulgando uma metodologia e desenvolvendo uma rotina de coleta e construção de bancos de dados filmados, que sejam de fácil acesso a outros pesquisadores e estudantes interessados.

No Brasil, a cultura de aplicação do recurso de filmagens (principalmente filmagens aéreas) na pesquisa e divulgação de informações geológicas mal é percebida, permanecendo subutilizada. Ferramenta auxiliar para coleta de dados e em pesquisas, apresenta-se como um valioso instrumento didático, com alta relação benefício/custo. A utilização de filmagens aéreas e da Videografia, na forma como proposta neste projeto, é praticamente inédita em trabalhos de Pesquisa e Programas de Ensino nos cursos de Geociências (graduação ou pós-graduação), seja como ferramenta preparatória de excursões ou como complemento às informações de campo (combinada com fotos aéreas e imagens digitais).

As imagens aéreas fornecem uma visão *realista* da região, numa linguagem já culturalmente assimilada pelos usuários (a linguagem televisiva), apresentando as expressões morfológicas das feições e os grandes traços geológicos da região estudada.

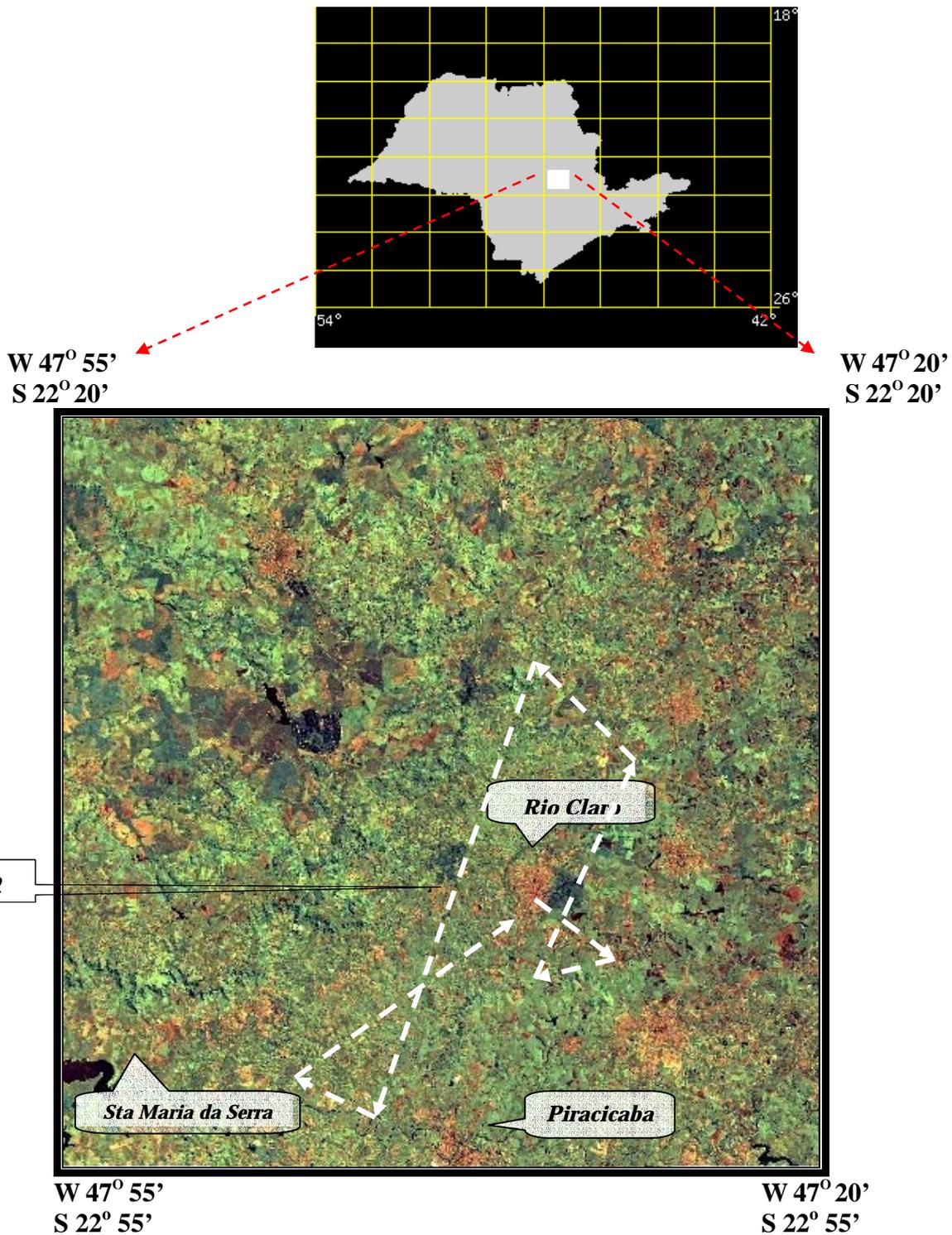
A área escolhida para a realização do estudo piloto (fig. 1) é particularmente interessante nesse sentido, em função da sua particular localização, entre o Planalto Atlântico e o Planalto Basáltico, com sua organização do relevo e evolução fisiográfica em patamares de significado geomorfológico e cronológico. Esses patamares servem como critério de correlação de sedimentos neocenozóicos, não datáveis de outra forma, e marcam os eventos evolutivos cenozoicos da região até os dias atuais (Cuchierati & Melo, 1995; Pires Neto, 1995).

Os principais alinhamentos e domínios estruturais podem ser visualizados a partir de tomadas feitas em diversas altitudes de vôo, combinadas com as informações de campo e com os dados estruturais disponíveis, apresentados em formato de vídeo para fins didáticos ou de pesquisa.

As imagens coletadas compõem um acervo de informações a ser usado por outros pesquisadores atuantes nas mais diversas vertentes das Ciências Ambientais, pois trazem em si informações sobre aspectos hídricos, de expansão urbana, de culturas (desenvolvimento, área ocupada e tipo de cultura), registros da realidade física da região, podendo ainda ser utilizada por ecólogos e profissionais de Turismo como fonte auxiliar de dados em planejamento de ações.

O enfoque principal do trabalho é explorar o potencial desta técnica na complementação dos estudos de identificação de padrões e estruturas geológicas por imagens de satélites, mapas geológicos - digitais e em papel - e trabalhos de campo.

**II – OBJETIVOS** Desenvolver um sistema que integra as técnicas de Sensoriamento Remoto (imagens de satélite e filmagens de baixa altitude) com a documentação cartográfica disponível, cujo foco é o ensino de Geociências.



**Figura 1:** Vista regional da área de estudo com indicação das rotas de vôo e da região coberta pelo estudo piloto (Em branco as rotas de vôo apresentadas em vídeo).

### **III – JUSTIFICATIVAS**

Este projeto nasceu a partir da experiência acumulada em trabalhos realizados no Sul do país, na região do Escudo Gaúcho (Centro-Sul do Rio Grande do Sul), onde foram feitas as primeiras experiências aliando essas duas linguagens (SAYEG et al, 1996). Naquela região, vislumbrou-se a possibilidade de registrar em vídeo estruturas geológicas de grandes

dimensões (caso da Falha Tapera Emiliano, do limite ocidental da Bacia do Camaquã, entre outras), observadas em fotos aéreas, imagens digitais de satélite e representadas em mapas geológicos. Assim se superam limitações inerentes a esses formatos, quais sejam, o fato das imagens e representações citadas serem “bidimensionais” e estáticas.

Representações gráficas 3D e softwares de animação superam parcialmente essas limitações, porém não são mais ricas que as informações obtidas no espectro visível, com a habilidade do olho humano em absorver informações com riqueza de detalhes e nuances.

Como observado em pesquisas bibliográficas e na Internet, pouquíssimos são os trabalhos executados com este enfoque, cabendo destacar os trabalhos de Heaton (1997), Heaton & Rosenfeld (1998a, 1998b), Rosenfeld (1996), Kirsch (2000), além da iniciativa do presente autor, apresentada em reunião da Academia Brasileira de Ciências realizada no IG-USP, em dezembro de 1995, em São Paulo e publicada em 1996 (Sayeg *et al.* 1996).

#### **IV – A ÁREA TESTE**

A região escolhida para aplicar tal abordagem caracteriza-se pela alta ocupação humana e atividade econômica diversificada, englobando os setores primário, secundário e terciário, com minerações ativas, agricultura intensivamente explorada, parque industrial sofisticado com grande número de indústrias dos mais variados ramos, inclusive voltadas para exportação e um setor de turismo que está em franco desenvolvimento, explorando as variedades de turismo de negócios, ecoturismo e outras variedades, além de grande número de Universidades e Instituições de Pesquisa.

A grande diversidade de domínios e padrões geológicos, geomorfológicos, ambientais e fisiográficos permite, aliada à importante rede de drenagens encontrada, estabelecer na região um modelo de aplicação a ser desenvolvido, testado e aperfeiçoado com baixo custo de obtenção dos dados.

Aproveitando os limites geológicos marcantes entre diferentes domínios - com seus padrões texturais e morfológicos - foi elaborado um estudo piloto, na região situada entre Rio Claro, Brotas e Piracicaba (vide figura 1), englobando o curso dos Rios Claro e Corumbataí, e o Vale do Rio Piracicaba, altos estruturais de Pitanga, Pau D’Alho, e a região das Cuestas Basálticas.

Especificamente focado no uso da Videografia dinâmica como uma ferramenta auxiliar de pesquisa e coleta de dados remotamente sensoriados, o conjunto de informações obtidas constitui um banco de dados disponível a pesquisadores e interessados em estudos de Uso e Ocupação do Solo, Neotectônica e Geologia Estrutural, no Ensino e Divulgação em Geociências, no preparo de Excursões didáticas e trabalhos de campo.

Também foram enfocados aspectos gerais das bacias hidrográficas dos rios Claro e Corumbataí e sua relação com as estruturas geológicas (expostas nos vídeos), impactos ambientais das indústrias e padrões de ocupação humana ao longo dos cursos dos rios.

#### **V - MÉTODOS**

Conceitos que fundamentam a abordagem adotada:

##### **1) Gestão da informação:**

###### **Conceitos:**

- **Sistemas** representam arranjos de elementos e suas inter-relações, constituindo uma unidade organizada, com características próprias e subordinados a processos de transformação conhecidos. Um **Sistema de Gerenciamento de Dados** é um conjunto estruturado para organizar, armazenar e inter-relacionar dados e, dessa forma, administrá-los.

- **Dados** são definidos como um conjunto de eventos ou valores medidos, sem significado próprio, enquanto que informação é definida como o significado que o ser humano atribui aos dados.

- **Sistema de Informação** refere-se a um sistema constituído de entrada, unidade de armazenamento, unidade de processamento e saída de informações.

- Um **Banco de Dados** relaciona um agrupamento de informações a determinado item. A cada registro do Banco de Dados corresponde uma componente individual (unidade) do sistema analisado.

- **Informação Geográfica** é o conjunto de dados cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial. Esses dados podem ser representados de forma gráfica, numérica ou alfanumérica.

## 2) Sistemas de Gestão - Bases:

O requisito fundamental para que um Sistema de Gestão constitua um instrumento eficaz para a administração da informação é o de que suas partes componentes (subsistemas) estejam exercendo cada qual uma função específica dentro de um conjunto harmônico integrado.

De acordo com Arantes (1994), um Sistema de Gestão de Informação conta com os seguintes subsistemas:

1- Subsistema Institucional – Propicia os instrumentos que permitem converter motivos, necessidades, crenças e valores dos empreendedores em definições que caracterizam a razão de ser da empresa.

2- Subsistema Humano-Comportamental – Cria o ambiente e as oportunidades capazes de fazer com que as pessoas executem suas atividades em direção aos resultados empresariais e, ao mesmo tempo, estejam satisfazendo suas necessidades e motivações.

3- Subsistema Tecnológico – Fornece as metodologias e tecnologias que sustentam o efetivo gerenciamento empresarial. É aqui que se insere a proposta de desenvolver o módulo.

Os principais pontos de referência para discutir um Sistema Integrado de Gestão, de acordo com Browser (1987) são:

- Os tipos de submódulos dentro do Subsistema Tecnológico, cada um representando fenômenos ou processos provenientes de várias disciplinas.

- A caracterização dos submódulos, especialmente o tipo de link entre eles. Uma distinção pode ser feita entre os links interdisciplinares (links entre variáveis que cruzam os limites de diferentes módulos) e links entre variáveis dentro de um mesmo módulo.

- O horizonte temporal de análise dos submódulos, ou resolução temporal.

- A dimensão espacial dos submódulos, subdivididos em cobertura espacial e resolução espacial. As variáveis podem ser caracterizadas como fluxos de energia, termos nominais ou valores adimensionais.

- O uso de ferramentas matemáticas: neste caso o sistema poderia executar modelagens como otimização (programação linear matemática e não matemática); simulação (modelos de equações diferenciais); análise de entrada e saída; modelagem estatística ou econométrica; análise de cenários; modelos de decisão (análise de decisão multiobjetivos).

## 3) Concepção do Método:

Talvez o item **desenvolver uma concepção de divulgação de informações em Geociências** seja o mais importante e significativo entre todos os abordados, uma vez que a utilização de Filmagens Aéreas (Videografia no espectro do visível em vôos de baixa altitude) como ferramenta sistemática de coleta remota de dados restringe-se à videografia vertical, clássica, ortogonal ao plano de vôo da aeronave.

A utilização das tomadas em perspectiva como meio de informação, embora não seja uma técnica passível de georeferenciamento exato, permite uma visualização mais assimilável por quantos assistam às tomadas, por usar uma linguagem de domínio comum, qual seja a linguagem televisiva.

Combinada com Imagens Digitais de Satélite, Mapas Geológicos Digitais, Modelos Digitais de Terrenos (MDTs - e.g. Ebert *et al.*, 1995), realizadas em vôos monitorados por GPS, a videografia de baixa e média altitude feita em perspectiva torna-se uma potente ferramenta de Ensino e Transmissão de Informações Geológicas e Geográficas, apresentada em mídia eletrônica, no formato de CDROM, DVD, ou como Banco de Dados, passível de manipulação.

Os meios de se fazer tais tomadas variam, podendo ser executados a partir de aviões asa alta, ultraleves, balões ou helicópteros, segundo o enfoque de cada estudo. Mas as visões panorâmicas a maiores altitudes, dinâmicas, com visadas diversas dos alvos - acompanhando as feições lineares ou rodeando alvos poligonais - fornecendo visualização de maiores conjuntos ou domínios, ou ainda em baixas altitudes são, em sua essência, versáteis quanto à utilização pelos mais diversos ramos de pesquisa. E o custo de tomadas complementares não é caro, sendo fácil fazer-se aprimoramentos posteriores.

O fundamental é que esta concepção, nova em sua aplicação pode ser desenvolvida a um custo relativamente baixo em relação a outras mídias.

## **VI – MATERIAIS USADOS NO ESTUDO PILOTO**

**a) Filmagens Aéreas:** Utilização de avião asa alta, com tomadas das estruturas em visadas oblíquas, nos períodos matutino e vespertino. O sol baixo ajudou a realçar feições e contrastes. Os vôos foram monitorados por GPS e a rota sobreposta às Imagens Digitalizadas, obtendo-se assim possibilidade de referenciamento geográfico das tomadas.

**b) Imagens Digitais de Satélite:** Foram utilizadas imagens digitais disponíveis no Instituto de Geologia e Ciências Exatas (IGCE– UNESP), tratadas pelo programa de tratamento de imagens digitais SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

**c) Documentação Cartográfica:** Mapas analógicos e digitais - topográficos, geológicos, geomorfológicos, geofísicos, de uso e ocupação do solo - na escala 1:50000; Imagens de satélite em papel na escala 1:100000.

**d) Softwares e tratamento dos dados:** Programas Autocad (para importação, georeferenciamento e registro dos mapas topográficos), Surfer e Geo3view na construção de modelos 3D, tratamento dos arquivos vetoriais, das estruturas e dos modelos gravimétricos, geológicos e de planialtimetria.

MDT - modelos digitais do terreno – estão sendo construídos segundo roteiro apresentado em Sousa (2002) a partir dos arquivos \*.dwg dos mapas topográficos e gravimétricos digitalizados, tratados no Autocad com a rotina autolisp “vert.lsp”, exportados para o software Surfer e então re-exportados para o software Geo3view, com a possibilidade de sobreposição de informações geológicas e fisiográficas em 3D (Ebert *et al.*, 1995, 1999).

Sobre este produto, foi então executado tratamento pelo software 3D Studio para combinação e animação de modelos 2D, 3D e filmagens, tratamento foto-realístico e geração de animações gráficas \*.gif animado; \*.jpg animado; \*.avi, com suporte para Targa, o que permitiu a composição das filmagens aéreas no espectro visível, dando a configuração final dos trabalhos (Ebert & Bueno, 1998).

## **VII – EXECUÇÃO DOS VÔOS**

Foram filmados os cursos dos rios Claro e Corumbataí de suas nascentes à foz, com seus afluentes e paisagens associadas a cada bacia, os controles estruturais observáveis e aspectos sócio-econômicos das atividades humanas, como as indústrias cerâmicas de Sta Gertrudes e minerações da região.

Este conjunto de informações foi incorporado ao Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí, elaborado pelo CEAPLA – UNESP, na forma de filmetes de 10 a 15 segundos.

Foram registradas as condições atmosféricas em setembro e outubro com alta concentração de particulados, névoa seca e elementos poluentes. O Horto Florestal de Rio Claro (SP) com sua área equivalente à da mancha urbana da cidade e outros aspectos encontram-se no vídeo preparado para apresentação no Simpósio (em anexo).

## **VIII – PRODUTOS**

Diversos são os produtos gerados a partir desse projeto-raiz:

a) O principal é a confecção de um Banco de Imagens Digital, acessado por qualquer pesquisador da Área de Ciências da Terra com interesse na região. Um dado importante é que, ao contrário das filmagens comerciais e reportagens, essas tomadas são georeferenciadas, com informações de altitude, orientação de visada e localização dos objetos focados.

Isso permite a consolidação de informações expostas em diversas mídias (mapas em papel, mapas digitais, imagens de satélite, modelos digitais de terreno [MDTs]), acrescidas das filmagens aéreas no espectro visível, harmoniosamente apresentadas.

b) Na forma de CD ROM, em diversos ‘*sketches*’ temáticos, abordando diferentes assuntos, combinando mídias e informações de diversas fontes, num contexto que aproveita a linguagem televisiva como meio de transmissão de informações.

c) Se tratados tematicamente, como é o objetivo, os produtos gerados poderão servir de base para apresentações em escolas públicas da região, fornecendo uma visão aos alunos de 1º e 2º grau da região em que moram (coisa que até o momento eles ainda não tiveram) - com enfoques geológico, geográfico, antropológico e turístico. A mídia, composta e diversificada, contém um banco de informações que se constitui em fonte de consulta multidisciplinar pelos estudantes.

As filmagens constituem a base física e *real*, que dá suporte às diversas formas de abstração representadas pelos mapas, MDTs e animações gráficas, e mesmo às imagens de satélite.

O nível de interatividade previsto, apesar de baixo, é compatível com a realidade atual de exposição e divulgação de informações praticadas tanto no meio acadêmico quanto no ambiente escolar brasileiro, constituindo um significativo avanço no processo de treinamento, aprendizado, exposição de informações, planejamento e revisão dos trabalhos de campo de cunho geológico e de mapeamento multidisciplinar.

## **IX -COMENTÁRIOS FINAIS**

As idéias aqui expostas vêm sendo amadurecidas ao longo de 10 anos, desde os primeiros vôos realizados.

Ao longo do processo de execução dos trabalhos aqui propostos, procedimentos e abordagens estão sendo corrigidos, os resultados analisados e criticados trazem agregadas novas possibilidades de uso e novas aplicações.

O alvo a ser atingido é desenvolver uma nova metodologia de coletar, apresentar e divulgar informações de uso científico e aplicado, usando tecnologias de uso corrente em

outras áreas do conhecimento humano. Foram coletados e apresentados no âmbito deste projeto aspectos geológicos, geomorfológicos, meteorológicos e de Uso e Ocupação do Solo.

O produto final é apresentado em tópicos abordados de forma didática, ilustrando alguns dos aspectos enfocados no texto acima, destacando a complementaridade das mídias e o potencial de absorção das informações através da utilização de linguagens já consagradas no nosso dia a dia, embora pouco aplicadas no âmbito da pesquisa acadêmica.

Embora abundantemente usada em programas de redes educativas e comerciais como Discovery Channel, National Geographic Company, em anúncios, reportagens e filmes, a Videografia de baixa altitude, com o enfoque aqui exposto é uma ferramenta pouco explorada e sem referências bibliográficas notáveis.

Como ferramenta auxiliar para o Ensino e a Divulgação de Informações, constitui elemento de apoio às formas mais tradicionais já utilizadas atualmente, propiciando aos estudantes de graduação em Geologia, Geografia e Ecologia acessarem informações de suas áreas de trabalho.

## **X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Arantes, N. "Sistemas de Gestão" São Paulo, Editora Nobel, 1994.

Brower, T. "Integrated Environmental Modelling – Design and Tools" Dordrecht, Kluwer, 1987.

Cuchierato, G. & Melo, M. S. "Níveis Planálticos na Porção Centro-Leste do Estado de São Paulo", *in*: IV Simpósio de Geologia do Sudeste, 1995, Boletim; Águas de S. Pedro SBG-SP/RJ/ES, p. 94, 1995.

Ebert, H. D; Penteado, A H. D. G. & Lopes J. A "Aplicação da Computação Gráfica Tridimensional na Modelagem de Estruturas Geológicas da Região Sudeste", *in*: IV Simpósio de Geologia do Sudeste, Boletim; Águas de S. Pedro SBG-SP/RJ/ES, p. 104, 1995.

Ebert, H. D; & Bueno J. M R. "Modelo Digital de Terreno e Geológico Tridimensional da Folha de rio Claro (1:50000)", *in*: GEOCIÊNCIAS, São Paulo, n17, v.2, 1998, pp 469-485, 1998.

Ebert, H. D; Borges, M. S.; Lindenbeck, C.; Ulmer, H. & Lavorante, L. P. "Sobreposição de dados fisiográficos e geológicos em modelos digitais de terreno (MDT) utilizando Geo3view: procedimentos e aplicações morfoestruturais". GEOCIÊNCIAS, São Paulo, n18, v.2, 1999, pp.215-234, 1999.

Heaton, J.S. Use of low altitude aerial videography in them Mojave Desert. Desert Science Symposium, Ft. Irwin National Training Center, 1997.

Heaton, J.S. and Rosenfeld, C. Airborne videography and the Mojave Desert: assessing lizard and desert tortoise habitat. Association of American Geographers 94th Annual Meeting, 1998.

Heaton, J.S. and Rosenfeld, C Airborne videography and the Mojave Desert: assessing lizard and desert tortoise habitat. 1st Place in the AAG GIS, Remote Sensing, and Cartography Specialty Group Student Poster Competition. Oregon State University Graduate Student Conference, 1998.

Kirsh, K. Low Altitude Videography as a GIS Data Source, Disponível em: [http://www.foothill.com/pub\\_3.shtml](http://www.foothill.com/pub_3.shtml) Acesso em: 26 jan. 2004.

Pires Neto, A G. "Contribuição à Geomorfologia da Depressão Periférica Paulista – Bacia do Rio Piracicaba" *in*: IV Simpósio de Geologia do Sudeste, Boletim; Águas de S. Pedro SBG-SP/RJ/ES, p.95, 1995 .

Sayeg, H.S.; Aluani, S.S.; Almeida, T.I.R. de; Fragoso Cesar, A.R.S.; Fambrini, G.L.; Silva Filho, W.F. da; Machado, R. & McCreath, I. Aplicação de técnicas multimídia na pesquisa, ensino e divulgação de informações geológicas: uma experiência no Escudo Gaúcho. *An. Acad. Bras. Ciências*, São Paulo, SP, em 1o de dezembro de 1995, Anais 68 (4), p. 609, 1996.

Sousa, M. O de "Evolução Tectônica dos Altos Estruturais de Pitanga, Ártemis, Pau d'Alho e Jibóia – Centro do Estado de São Paulo" Tese de doutoramento, IGCE-UNESP, Rio Claro, 205 p, 2002.

Rosenfeld, C. referências desconhecidas, 1996, *in*: KIRSH, K. – 2000 (?) - Low Altitude Videography as a GIS Data Source. Disponível em: [http://www.foothill.com/pub\\_3.shtml](http://www.foothill.com/pub_3.shtml). Acesso em: 28 jan.2004.