

Solução de Baixo Custo para o Ensino da Interpretação Visual de Aerofotos em Meio Digital

Prof. Dr^a. Ruth Emília Nogueira Loch ¹
Acadêmica Simone Daniella Moretti ²

UFSC – Departamento de Geociências
88.036-335 Florianópolis Santa Catarina

¹ renloch@cfh.ufsc.br

² simone@cfh.ufsc.br

Resumo:

A produção de mapas e cartas a partir de fotografias aéreas acontece desde a segunda guerra mundial, primeiro com equipamentos analógicos, depois com analíticos e atualmente com auxílio de computadores na fotogrametria digital. Entretanto, na interpretação visual de aerofotos a evolução não tem ocorrido da mesma forma que na fotogrametria, o que verifica-se no ensino da interpretação visual de imagens, em que predominam equipamentos analógicos e uma visão conservadora na maioria dos cursos universitários. Tal fato motivou uma investigação do porquê o ensino da fotointerpretação visual, principalmente nos cursos de Geografia, permanece à margem de novas tecnologias, dentre elas o mapeamento auxiliado por computador. Assim, desenvolveu-se uma pesquisa empírica, selecionando software de baixo custo e elaborando uma metodologia para o ensino de fotointerpretação visual. Os resultados preliminares apresentam a possibilidade de modernizar o ensino de fotointerpretação e, concomitantemente trazer uma forma de produzir mapas temáticos em meio digital.

Palavras chaves: Fotointerpretação, Ensino, Cartografia Digital

Abstract: Maps production from aerial photographs happen since the Second War World. It happened first with analogical equipments, then with analytical ones, and now a days computers help in the digital photogrametry. However, in the visual aerial photographs interpretation the evolution has not happened as the same as in the photogrametry, verified in images visual interpretation teaching, where analogical equipments are the most ones, together with a conservative vision in the most academical lectures. This fact started an investigation why the visual photo interpretation teaching, manly in the Geography courses, keep out of the new technologies, such as maps made in computers. Like this, empirical research has been developed selecting cheap software and creating a methodology used in the visual photo interpretation teaching. Preliminary results show the possibility of modernization in the photo interpretation teaching, creating a way of producing a digital thematic maps.

Keywords: Photo interpretation, teaching, Digital Cartography

1. A CARTOGRAFIA CONTEMPORÂNEA

No último quarto do século XX os avanços da tecnologia provocaram mudanças tão rápidas e profundas na cartografia como jamais aconteceu nos séculos precedentes (Cosgrove, 2003). Apesar da revolução na tecnologia eletrônica ter trazido novos caminhos para produção e uso de mapas, o real valor dos avanços tecnológicos reside no fato de que eles abriram opções ou alternativas para um mapeamento mais efetivo e eficiente (Robinson *et al*, 1995).

A captura de dados para mapeamento evoluiu da utilização de somente levantamentos diretos (medidas no campo) para os níveis aéreo e orbital. Sensores remotos a bordo de satélites produzem imagens de toda a Terra com diferentes resoluções espaciais, radiométricas, espectrais e temporais. Essa tecnologia permite a produção de cartas-imagem exibidas em telas de vídeo, em curto prazo, apenas alguns dias, ou até mesmo em questão de horas. Também é possível gerar mapas a partir de dados de sensores que imageiam fora da faixa do visível do espectro eletromagnético.

O uso de computadores na cartografia se faz presente desde a captura, transformação, armazenamento, visualização dos dados até a produção de mapas. Para tanto são envolvidos quatro componentes integrados: (a) as máquinas que possibilitam as operações (hardware); (b) as instruções para a máquina executar as tarefas (software); (c) os dados a serem manuseados e (d) a pessoa que tomará todas as decisões sobre a máquina, o software e os dados.

Os dados e o software têm um papel importante na produção de mapas. Se os dados não estão em formato compatível, eles devem ser transformados. Aerofotos analógicas, por exemplo, são escanizadas para se tornarem passíveis de análise ou manuseio via tecnologia eletrônica. O software ou programa é, na verdade, um conjunto de tarefas estruturadas em seqüência lógica e em linguagem computacional, a fim de possibilitar os procedimentos da produção de mapas. Assim os cartógrafos podem estar envolvidos na criação de programas de mapeamento, no seu uso para a produção de mapas ou ainda no ensino.

2. O ENSINO DE CARTOGRAFIA E DA FOTOINTERPRETAÇÃO NA UNIVERSIDADE

No contexto do ensino formal universitário no Brasil, no que concerne a capacitação dos alunos para a produção de mapas, existem, de fato, três cursos, na área de Geociências: a Engenharia Cartográfica, a Engenharia de Agrimensura e a Geografia. Os dois primeiros são responsáveis pelo levantamento de dados e produção dos mapas de base, ou seja, de cartas em escala grande e média, como as cartas cadastrais e cartas topográficas. Na geografia, a produção e o uso de mapas estão mais ligadas à Cartografia Temática e, principalmente, ao mapeamento de dados socioeconômicos.

Independente da formação, existe um eixo comum a esses cursos que deve ser dominado pelo profissional que faz mapas: os métodos de mapeamento, incluindo aí o levantamento de dados e a preparação ou manipulação destes, para então serem transformados em mapas efetivos e eficientes.

Por essa razão, verifica-se a necessidade de preparar o estudante desses cursos para a produção de diferentes tipos de mapas. Para tanto são oferecidas diversas disciplinas, entre elas a Cartografia, a Fotogrametria, a Fotointerpretação, a Análise de Imagens Orbitais e SIG.

Apesar dos avanços efetuados no desenvolvimento de ferramentas computacionais para a produção de mapas, observa-se que o ensino da Fotointerpretação é ainda muito conservador na maioria dos cursos universitários. Isto é, permanece o uso de estereoscópios de espelho para interpretar fotografias aéreas. Esse fato foi motivador para iniciar uma investigação do porquê a fotointerpretação visual permanece à margem de novas tecnologias como o mapeamento auxiliado por computador, principalmente nos cursos de geografia.

Da investigação efetuada concluiu-se que existem as seguintes dificuldades:

- a) Os alunos na sua maioria assumem uma postura no mínimo intrigante em relação ao computador. Se por um lado são forçados ou impelidos pelo mercado a tomar contato com ele, por outro, mostram um receio inexplicável. Amorim (1997) faz um comentário interessante a esse respeito. Ele argumenta que estudantes e professores que não acompanham a evolução da informática têm uma visão equivocada e simplista do computador. Consideram-no um objeto quase místico, onipotente e infalível. Essa visão distorcida é provocada pela má informação decorrente de propagandas enganosas, reportagens fantasiosas, vendedores inescrupulosos e,

sobretudo, pela falta de esforço pessoal em realmente conhecer as potencialidades e limitações da máquina para resolver questões ou auxiliar a resolvê-las;

b) É difícil utilizar um programa CAD para ensinar fotointerpretação em meio digital; os alunos precisam ter um conhecimento prévio de CAD, sendo que mesmo para aqueles que tem esses conhecimentos, permanecem muitas dificuldades.

c) Necessidade de visão estereoscópica, que não está disponível em CAD ou em editores gráficos;

d) A maioria dos cursos não tem laboratórios com disponibilidade de computadores e software para esse fim;

e) Falta de interesse da maioria dos professores em criar ou buscar alternativas novas para introduzir a fotointerpretação visual em meio digital. Existem alguns poucos aplicativos brasileiros em desenvolvimento na Engenharia Cartográfica na UFPR e UNESP. Entretanto, são direcionados a Fotogrametria, exigindo procedimentos específicos dessa ciência, e não permitem visão tridimensional. Esses fatos dificultam o ensino da Fotointerpretação, quando não a inviabilizam, principalmente para o curso de Geografia.

Tendo claras estas dificuldades, foi tomada a decisão de buscar alternativas para mudar tal quadro no curso que ministramos essa disciplina. A trajetória da pesquisa desenvolvida para esse fim e os resultados alcançados são relatados a seguir.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia de interpretação visual de aerofotos em meio digital, com auxílio de visão tridimensional para aplicação na disciplina de fotointerpretação do curso de geografia.

3.2 Objetivos Específicos

a) Buscar e avaliar software de baixo custo ou livres, com possibilidade de visualização das aerofotos digitais em 2D e 3D e vetorização dos elementos ou feições interpretadas.

b) Buscar e avaliar software livre ou de baixo custo que possibilite montar aerofotos com o método anaglifo.

c) Investigar a possibilidade de integrar a imagem em anaglifo com o software a ser utilizado na interpretação de aerofotos.

d) Desenvolver uma metodologia de interpretação visual de aerofotos em meio digital.

e) Testar estes software com a aplicação em uma turma de alunos da disciplina de Fotointerpretação.

4. MÉTODOS

Utilizando os recursos da internet, foram efetuadas pesquisas para identificar os tipos de software disponíveis no mercado, os quais possibilitam que a visão estereoscópica seja obtida diretamente no computador. Optou-se pela aquisição do software *3D Mapper Lite* da *Stereo Aids*, um sistema digital de fotogrametria (Desktop Digital Photogrametric System). Um dos seus componentes é um estereoscópio, que pode ser acoplado ao monitor para permitir a visualização em estereoscopia diretamente na tela. Após os primeiros testes, observou-se a impossibilidade de utilizar esse software porque o ensino exige conhecimentos especializados da Aerofotogrametria, que é mais compatível para alunos de Engenharia Cartográfica do que da Geografia, não sendo este, um software básico de fotogrametria.

Concomitante a isso procedeu-se a investigação de software de desenho gráfico capazes de atender as características: (a) baixo custo; (b) facilidade de manuseio das ferramentas; (c) produção de um mapa ou desenho eficaz. Uma atenção especial foi dada ao editor gráfico *FreeHand10* da *Macromedia*. Esse software é utilizado na Alemanha na Fachschulle de Cartografia em Karlsruhe, para o ensino de

Fotointerpretação¹. Após uma minuciosa análise nas opções encontradas, concluiu-se que *FreeHand10* atendia as necessidades do ensino da fotointerpretação visual com o auxílio de computador. O *FreeHand10* apresenta interface gráfica que permite rápida aprendizagem das ferramentas, mesmo por aqueles que não são familiarizados com software de desenho gráfico ou CAD.

Uma vez decidido o software, foi efetivada a aquisição deste e posterior instalação em cada computador para que os alunos trabalhassem, seguindo as orientações do professor.

Como esta era a primeira turma a produzir um mapa temático de Uso e Cobertura da Terra, a partir da interpretação visual no computador, foram necessários alguns cuidados:

- Desenvolver uma apostila com os passos básicos para proceder a Fotointerpretação;
- Dividir a turma em grupos de dois alunos;
- Escolher conjuntos de aerofotos compostos de três fotografias para cada grupo, de lugares próximos a UFSC, para facilitar o trabalho de campo;
- Fazer um planejamento com cada grupo do trabalho a ser realizado;
- Realizar um treinamento prévio para a familiarização dos alunos com o software;
- Desenvolver a fotointerpretação de forma seqüencial: elementos lineares/ elementos zonais/ elementos pontuais/ textos/ dados complementares. Tudo realizado com o acompanhamento do professor e monitor da disciplina, para fornecer as instruções necessárias.

5. RESULTADOS OBTIDOS

Para produzir a fotointerpretação de uma aerofoto, utilizando dois pares estereoscópicos, foram utilizadas 30 horas/aula. Este tempo de trabalho estava previsto e foi cumprido, entretanto, fora dos horários de aula, os alunos utilizaram em média mais 10 horas para conclusão, incluindo a elaboração do relatório do trabalho realizado e análise da área fotointerpretada.

Das sete equipes, somente uma deixou incompleto seu mapa, atingindo de forma parcial o objetivo da atividade: fazer um mapa de Uso e Cobertura da Terra. Entretanto, esta equipe trabalhou somente 24 horas. Se tivessem trabalhado mais 10 horas teriam completado o mapa.

A *Figura 1* apresenta os resultados da fotointerpretação realizada por uma das equipes. A escala original das aerofotos era 1: 25 000 sendo que esta foi mantida no mapa temático. As coordenadas foram adicionadas por semelhança de detalhes mapa/carta.

A maior dificuldade encontrada pelas equipes foi em relação ao traçado da rede de drenagem, que teve de ser delimitada no estereoscópio analógico com posterior vetorização no *FreeHand10*. Para sanar esta dificuldade foram pesquisadas

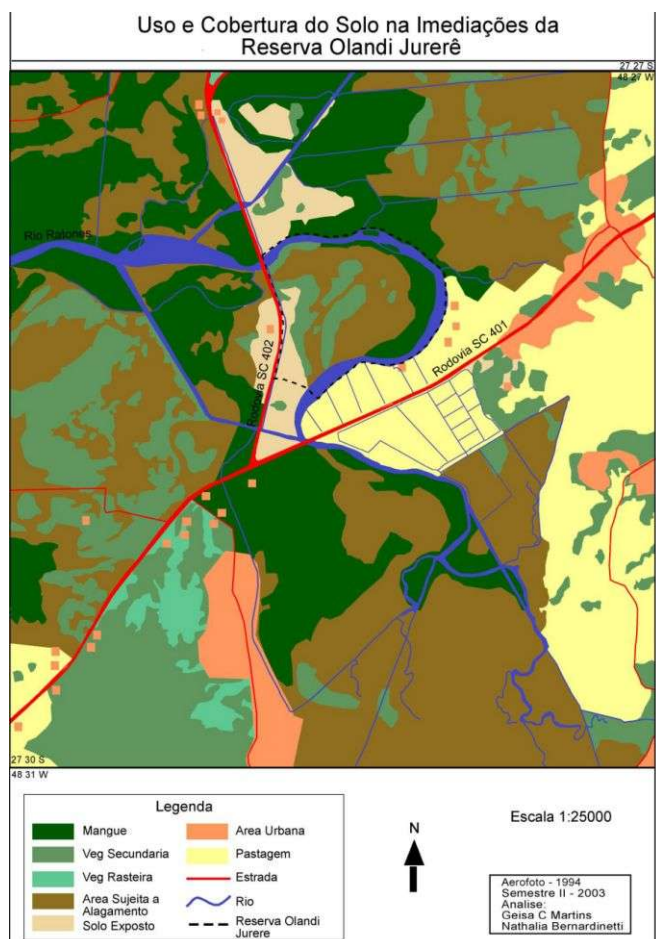


Figura 1 : Resultados da fotointerpretação realizada por uma das equipes

¹ No programa Probral, a professora Ruth teve oportunidade no ano de 2000 de conhecer a Fachhochschule de Cartografia e observar como é o ensino da Cartografia e disciplinas correlatas nessa escola.

algumas maneiras de produzir imagens Anaglifo, para que fosse possível através da visão em 3D, delimitar a rede de drenagem diretamente no computador.

Os testes iniciaram-se com o software *Anaglyph Maker 7.1*, que pode ser encontrado gratuitamente na URL http://www.stereoeye.jp/index_e.html. Este aplicativo apresentou limitações quanto à resolução das imagens, quanto aos formatos de exportação e também quanto à necessidade da importação pelo software *FreeHand 10*. Tal fato fez com que fosse descartada sua utilização para o ensino da interpretação de aerofotos.

Uma outra opção foi o software *PhotoShop7.0* que, apesar de ser um aplicativo específico de editoração e computação gráfica, também apresentava ferramentas para a criação de anaglifo. Este software apresentou menores limitações quanto à qualidade das imagens, ao formato de exportação e quanto à aceitação dos arquivos gerados pelo software *FreeHand10*, apresentando-se como uma opção mais adequada nesta pesquisa.

Para aplicações nas próximas turmas está prevista a introdução do georreferenciamento e a visão estereoscópica diretamente no computador, para construir um mapa temático com qualidade.

Na continuidade da pesquisa, iniciaram-se as atividades diretamente relacionadas à experimentação e comparação das diversas modalidades de interpretação de aerofotos. Para tanto optou-se por aerofotos na escala 1:25 000 e pela identificação da rede de drenagem, elemento da paisagem que na maioria dos casos necessita da estereoscopia para interpretação. A Figura 2-A apresenta o recorte da aerofoto utilizado para aplicação e posterior comparação dos métodos de interpretação.

5.1 RESULTADOS COM A INTRODUÇÃO DA VISÃO 3D

Evidenciando a rede de drenagem como elemento da paisagem a ser interpretado, aplicaram-se diferentes procedimentos conforme apresentado a seguir:

- Traçado da rede de drenagem com auxílio de estereoscópio de espelho e posterior vetorização;
- Traçado da rede de drenagem no software *FreeHand10* com visão em 2D.
- Traçado da rede de drenagem no software *FreeHand10* com visão estereoscópica no processo anaglifo.
- Comparação dos métodos.

A Figura 2 mostra os resultados obtidos por cada um dos procedimentos aplicados.

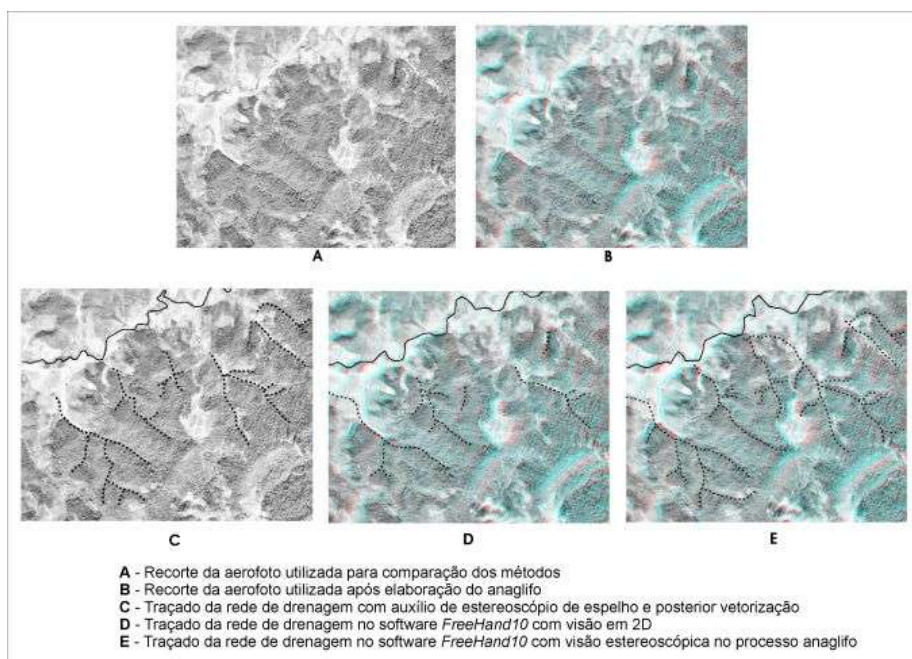


Figura 2 : Resultados obtidos pelos procedimentos aplicados

a) Traçado da rede de drenagem com auxílio de estereoscópio de espelho e posterior vetorização. Segundo Loch (1998), visão estereoscópica é a visão em terceira dimensão, sendo a estereoscopia um de seus processos de obtenção. A visão estereoscópica pode ser obtida utilizando-se estereoscópio de espelho, que é um equipamento tradicionalmente utilizado para a fotointerpretação.

Com o auxílio do estereoscópio de espelho foi delineada a rede de drenagem sobre filme poliéster construindo um "overlay". Posteriormente, foram realizadas a digitalização e a vetorização dos elementos marcados utilizando o *FreeHand10* (vide figura 2-C).

Este método demandou um tempo aproximado de uma hora e trinta minutos, não apresentando dificuldades para o fotointérprete, levando em consideração a sua inexperiência.

A maior desvantagem deste processo é que para possibilitar sua integração ou cruzar informações com outros mapas que estejam em forma digital, faz-se necessária sua vetorização, isto é, redesenhá-lo digitalmente, o que aumenta o tempo de realização do trabalho.

b) Traçado da rede de drenagem no software *FreeHand10* com visão em 2D.

O primeiro passo deste procedimento foi a digitalização das fotografias aéreas em um scanner comum com resolução de 200 dpi. Utilizou-se essa resolução de modo a garantir a qualidade da imagem e facilitar seu processamento pelo computador.

Em seguida foi feita a importação de uma das fotografias do par estereoscópico para o software *FreeHand10*. A vetorização dos elementos da drenagem foi efetivada sem o uso da estereoscopia, o que dificultou sua identificação em diversas vertentes, apresentando assim um trabalho insatisfatório como pode ser observado na figura 2-D. Dessa forma pode ser concluído que para um bom trabalho de interpretação de aerofotos, com finalidade de identificar o Uso e Cobertura da Terra, a visão em 2D não é suficiente.

Neste procedimento foram consumidos trinta minutos. Após várias tentativas de visualização a drenagem foi identificada somente de forma parcial, ficando o trabalho incompleto.

c) Traçado da rede de drenagem no software *FreeHand10* com visão estereoscópica no processo anaglifo.

Segundo Loch (1998, p.14), anaglifo é um dos processos para se obter a visão estereoscópica indireta, "este processo estabelece a separação das duas imagens distintas a serem percebidas, usando projeção ou impressão nas cores complementares vermelho e azul e usando óculos com filtros nestas cores... Apesar da projeção colorida, a imagem tridimensional é percebida em preto e branco". Aplicando-se o processo anaglifo em um par estereoscópico de aerofotos, temos uma foto em azul, que só será percebida através do filtro azul, e uma foto em vermelho, que só será percebida pelo filtro vermelho, obtendo-se a visão estereoscópica (veja exemplo na figura 2-B).

Neste procedimento, nossa primeira tarefa foi a elaboração do Anaglifo no software *PhotoShop7.0*. Para tanto, utilizou-se as fotos já digitalizadas no processo anterior, com a diferença de que neste será utilizado o par estereoscópico das fotografias para a montagem do anaglifo, no qual uma foto será sobreposta a outra, uma em vermelho, outra em azul, possibilitando a visão estereoscópica. Quando já pronto, o anaglifo foi salvo no formato do próprio *PhotoShop7.0* .psd, que é compatível com o *FreeHand10*, formato este que estabelecemos como padrão para o nosso trabalho.

Após sua importação pelo software *FreeHand10* utilizou-se um óculos com filtros azul e vermelho, realizando o trabalho de interpretação da mesma maneira que a anterior. Neste procedimento, obteve-se maior facilidade na observação das diferentes feições do relevo. Foi possível definir a rede de drenagem facilmente usando a ferramenta de zoom. Esta etapa foi concluída em aproximadamente quarenta e cinco minutos (vide figura 2-E).

d) Comparação dos métodos.

Observou-se que as interpretações feitas com estereoscópio de espelho e digitalmente em 3D se assemelham, o que comprova que a qualidade do trabalho feito diretamente na forma digital apresenta-se satisfatória para a aplicação na disciplina de fotointerpretação, sendo a principal vantagem a redução do tempo de trabalho.

No caso da visão 2D, observa-se que a rede de drenagem foi delimitada com dificuldade, pois além de não haver estereoscopia, a área estudada apresenta um relevo bastante uniforme.

Os software *FreeHand10* e *PhotShop7.0* atingiram as expectativas dos pesquisadores, o que possibilitará a implantação para as aulas de fotointerpretação. Acredita-se que não haverá maiores dificuldades para introduzir esse novo método para modernizar o ensino dessa disciplina nos cursos de geografia. O custo dos dois software é inferior a U\$\$ 1.000,00 (mil dólares).

6. BIBLIOGRAFIA

AMORIM, Arivaldo Leão de. *Tecnologias CAD no ensino de Arquitetura e Engenharia.* São Paulo, 1997. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

COSGROVE, Denis. *Historical perspectives on representing and transferring Spatial Knowledge.* In: Silver, Mike and Balmori, Diana. *Mapping in the age of digital media.* Great Britain: Wiley-Academy/John Wiley & Sons Ltd. 2003.

LOCH, Carlos; LAPOLLI, Édis M. *Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática.* 4º edição. Ed. da UFSC. Florianópolis. 1998.

ROBINSON, Arthur M.; MORRISON, Joel L.; HUEHRCKE, Phillip C.; KIMERLING A. Jon e GUPTILL, Stephen C. *Elements of Cartography.* 6th edition. New York: John Wiley & Sons, INC.1995.