



Uso de Anaglifos como Alternativa para Práticas de Estereoscopia em Sensoriamento Remoto Use of Anaglyphs as an Alternative for Stereoscopic Pratics on Remote Sensing

Daniel Souza dos Santos & Fábio Ferreira Dias

Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Análise Geoambiental
Avenida Litorânea, s/n – 4º andar, Boa Viagem. 24210-340 Niterói, RJ - Brasil
E-mails: danielsouza.1988@yahoo.com.br; fabiofgeo@yahoo.com.br
Recebido em: 05/11/2011 Aprovado em: 10/12/2011

Resumo

A aerofogrametria é uma das ferramentas mais utilizadas no sensoriamento remoto. Um dos recursos mais comuns para análises nesta área é a estereoscopia, que consiste em uma visualização em 3 dimensões das fotografias aéreas através de um par estereoscópico, ou estereopar. Existem três principais métodos de visualização em estereoscopia: anaglífica, polaróide e estereograma. Apesar da maior utilização do estereograma, o método anaglífico pode ser uma alternativa para estudos que se utilizem de técnicas estereoscópicas, tendo como principais vantagens o menor custo dos materiais e a possibilidade de aplicação deste método em Sistemas de Informação Geográfica, permitindo análises mais apuradas com as ferramentas disponibilizadas neste tipo de *software*, sendo muito útil quando aplicado na área de educação, dinamizando o processo de ensino.

Palavras-chave: estereoscopia; fotointerpretação; sensoriamento remoto; anaglifos

Abstract

Aerial Photogrammetry is one of the most used implements on remote sensing. One of the most common resorts for analysis in this area is the stereoscopy, which consists of visualization on 3 dimensions of the aerophoto through the use of a stereoscopic pair. There are three main stereoscopic visualization methods: trough anaglyphs, polarization and with a stereoscope. Despite the stereoscope still the most used method, the anaglyph may be an alternative for studies using stereoscopic techniques, with the advantage of using cheaper materials and having the possibility of application on Geographic Information Systems, allowing more cleared analysis with the tools of this kind of software, being very useful when applied on the education, turning the teaching process more dynamic.

Keywords: Stereoscopy; photointerpretation; remote sensing; anaglyphs

1 Introdução

Apesar dos grandes avanços na aquisição de imagens a partir de sensores orbitais, a aerofotogrametria ainda é uma ferramenta amplamente utilizada nos estudos de sensoriamento remoto. Fotogrametria, de acordo com a *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, consiste na “arte, ciência, e tecnologia de obtenção de informações confiáveis sobre os objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões da energia eletromagnética radiante e outros fenômenos” (ASPRS, 2000).

Já a fotointerpretação consiste na análise qualitativa dos objetos presentes na fotografia, sendo analisados determinados elementos de reconhecimento, como cor, forma, tamanho, textura etc. com o objetivo de identificar determinados objetos de interesse, como redes de drenagem, traçados de estradas, áreas agrícolas, dentre outros. Ou seja, podemos definir fotointerpretação como o ato de examinar imagens com o fim de identificar objetos, áreas ou fenômenos e determinar o seu significado (Sampaio, 2007).

De acordo com Rosa (2009), a maioria das aplicações dos métodos fotogramétricos tem ocorrido no mapeamento topográfico. No entanto, a fotogrametria pode ser utilizada em diferentes campos, como por exemplo: compilação de mapas geológicos, levantamento de reservas minerais, análise estrutural, avaliação do tamanho de propriedades agrícolas, inventário e planejamento do uso da terra, determinação do tipo e qualidade dos solos, controle de processos erosivos, monitoramento de culturas, estudos de qualidade d’água, umidade do solo, inventário dos recursos hídricos, planejamento e projeto de construção de estradas e represas, monitoramento ambiental, mapeamento urbano etc.

O objetivo deste artigo será trabalhar um dos recursos mais utilizados em fotogrametria e fotointerpretação: a estereoscopia, visando divulgar a aplicação do método de visualização anaglífica e sua aplicação em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), através da utilização de um aplicativo gratuito que permite a criação deste tipo de imagem.

Inicialmente, será feita uma revisão sobre o que vem a ser estereoscopia e quais são os principais métodos de visualização estereoscópica. Em seguida será demonstrado o procedimento

para a metodologia proposta, assim como dos materiais necessários e como adquiri-los. Por fim, uma análise dos resultados, buscando ressaltar as principais vantagens e desvantagens e as principais aplicações da metodologia proposta.

2 Sobre Estereoscopia

Segundo Marchetti & Garcia (1986), estereoscopia consiste na ciência e na arte que permite a percepção de profundidade, ou seja, na visualização em três dimensões, sendo também o nome dado ao estudo dos métodos que tornam possível esse efeito. O mecanismo que permite esse tipo de visualização é relativamente simples, ocorrendo quando um mesmo objeto é observado por dois pontos de referência distintos. É o que ocorre no processo de visualização dos olhos humanos que, ao observarem um mesmo ponto, permite ao cérebro uma fusão das duas imagens tendo a percepção da profundidade.

Para a aplicação da estereoscopia em fotointerpretação, é utilizado um par de fotografias, chamado de par estereoscópico ou estereopar, onde uma mesma área está presente nas duas fotos, sendo que vistas a partir de ângulos diferenciados. Para tal, o levantamento aerofotogramétrico é realizado em linhas de vôo, seguindo um padrão (Figura 1a e 1b) onde cada fotografia possui um recobrimento longitudinal de 60% e recobrimento lateral de 30%.

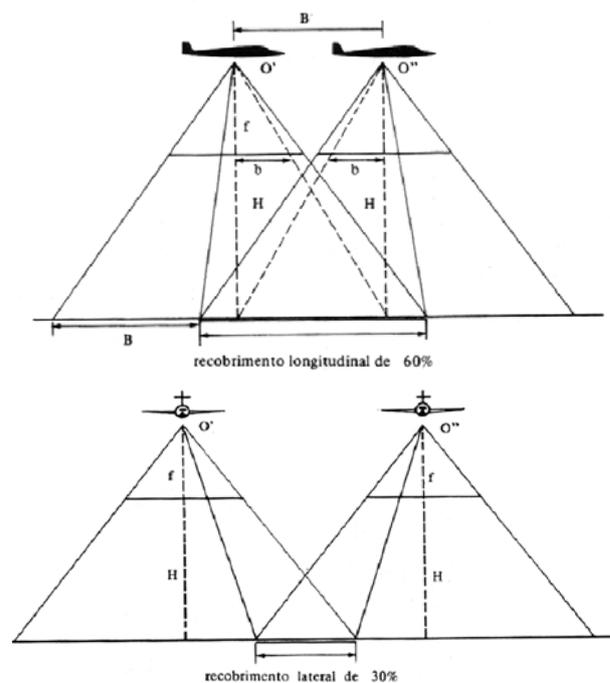


Figura 1 Padrão de mapeamento aéreo para criação de pares estereoscópicos (Marchetti & Garcia, 1986)

Desse modo, as fotografias tiradas em seqüência formam os pares que possibilitam a visualização em 3 dimensões das áreas recobertas, que, como foi dito, representam 60% da área fotografada.

2.1 Formas de Visualização Estereoscópica

Existem três principais métodos de visualização estereoscópica das fotografias aéreas, sendo:

- A partir do uso de estereoscópios.
- Pela visualização anaglífica.
- Através de luz polarizada.

Estereoscópios são aparelhos que permitem que os olhos trabalhem separadamente, com linhas de visão paralelas. Assim, é possível que o objeto em comum das fotografias seja visualizado nas duas fotografias ao mesmo tempo, com um olho em cada, criando a percepção da profundidade. Segundo Rosa (2009), existem dois tipos fundamentais de estereoscópios: de refração ou de lente (também chamado de estereoscópio de bolso) e o estereoscópio de reflexão ou espelho.

A visualização anaglífica resulta da projeção do estereopar em cores complementares. Quando colocadas as fotografias em sobreposição, com o auxílio de óculos com filtros nas mesmas cores complementares, um olho receberá apenas a reflexão de uma das cores, enquanto o outro receberá apenas a reflexão da cor complementar, criando assim a percepção da terceira dimensão (Marchetti & Garcia, 1986).

Já a de luz polarizada é similar aos anaglifos, porém, ao invés de utilizar cores complementares, são utilizadas polarizações distintas em sua confecção. Cada imagem é tratada para refletir apenas a luz polarizada em uma direção específica. Uma a 45° em relação à horizontal e a outra ortogonalmente à primeira. Desta forma, o observador, utilizando-se de óculos com as lentes polarizadas de acordo com a projeção das imagens, consegue a visualização em 3 dimensões. A estereoscopia através desta visualização é de qualidade superior à dos anaglifos, mas sua reprodução é consideravelmente mais complexa e dispendiosa (Rosa, 2009).

3 Material e Métodos

O presente artigo, como foi dito, terá como objeto de estudo a aplicação da visualização anaglífica para a criação de imagens que serão trabalhadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). É possível, através de aplicativos gratuitos, criar anaglifos e em seguida trabalhá-los em *softwares* de SIG, dando-lhes um sistema de coordenadas e referência, o que traz diversas possibilidades para o auxílio em trabalhos de análises ambientais.

Será dado aqui o exemplo desta metodologia em um trabalho de mapeamento de rede de drenagem, mostrando passo a passo todo o procedimento, desde a aquisição dos materiais necessários até a criação do produto final, que seria um arquivo *shapefile* da rede de drenagem, possibilitando análise dos padrões presentes na área onde ocorreu o mapeamento aerofotogramétrico.

Para a visualização anaglífica se faz necessário o uso dos óculos com lentes nas cores complementares utilizadas na imagem. Estes óculos são de fácil confecção e os materiais utilizados são baratos, bastando cartolina para a armação e acetato para as lentes. Na página do projeto Geoden, coordenado pela professora Angélica di Maio, do Departamento de Análise Geoambiental da Universidade Federal Fluminense há uma explicação completa de como montar estes óculos (http://www.uff.br/geoden/index_curiosidade_visao_estereoscopica_geodef.htm).

O aplicativo a ser utilizado aqui para criação do anaglifo é o *Stereo Photo Maker*. Sua escolha decorre da fácil aquisição, bastando baixá-lo pela internet (<http://stereo.jp.org/eng/stphmkr/>), não sendo necessária nem mesmo a instalação de qualquer programa. Além disso, é um aplicativo totalmente gratuito e simples de manipular.

Com o aplicativo aberto, basta seguir os seguintes passos para a criação do anaglifo:

1. Abrir o par de fotografias conjuntamente (*File > open left/right images*).

2. Iniciar o ajuste das imagens (*Adjust > easy adjustment*). Nesta janela, cada fotografia é projetada em uma cor complementar, bastando ajustar o posicionamento de ambas (Figura 2) até a sobreposição das partes em comum, com o uso dos óculos, até a visualização em profundidade.

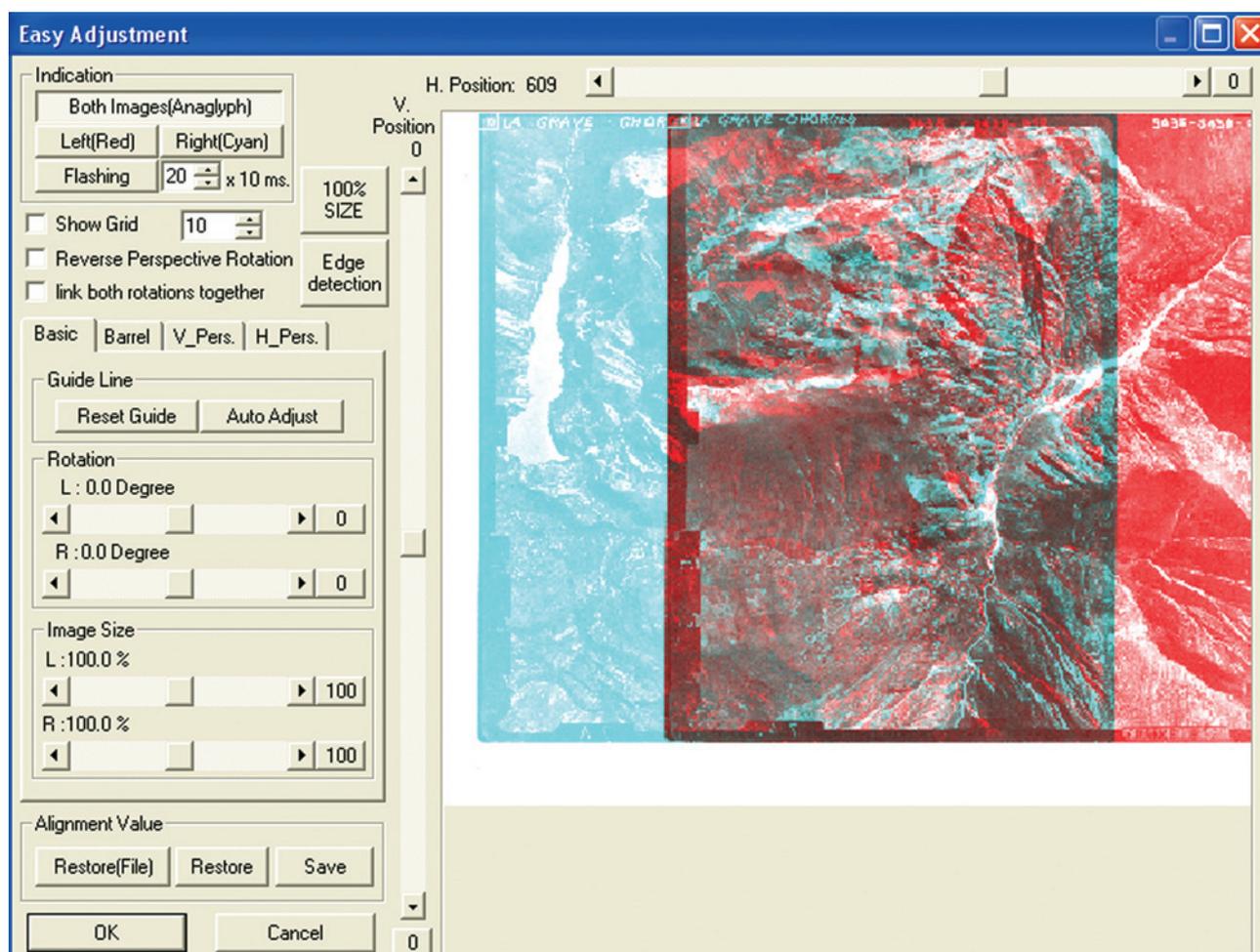


Figura 2 Janela de ajustes do Stereo Photo Maker.

3. Selecionar o tipo de anaglifo desejado e as cores complementares, que deverão estar de acordo com os óculos utilizados.

4. Por fim, basta salvar o anaglifo criado, preferencialmente em formato .TIF.

É iniciada então a etapa de utilização do software de SIG. O primeiro passo aqui é atribuir à imagem anaglífica um sistema de coordenadas e referências, que dará base para as análises espaciais feitas posteriormente, já que sem o georreferenciamento fica impossível a combinação dos elementos espaciais e não-espaciais.

Um SIG armaneza as informações em planos de informação, também chamados de camadas (layers). Com o georreferenciamento feito, é possível então iniciar o mapeamento de drenagem, criando-

se uma nova camada em formato *shapefile*, que irá constituir o produto final do trabalho.

É importante destacar que o georreferenciamento deve ser feito com o uso dos óculos anaglíficos, pois o anaglifo é uma composição de duas imagens com um ligeiro deslocamento entre elas. Com os óculos visualiza-se uma única imagem, sendo esta a que será vetorizada, por isso o georreferenciamento deve ser feito desta maneira.

Como foi dito, será dado aqui o exemplo de aplicação desta metodologia em um mapeamento de drenagem, visando analisar os padrões verificados no local.

A análise da rede de drenagem é de grande importância na fotointerpretação, uma vez que as características apresentadas por um rio podem auxiliar para a identificação de fenômenos geológicos, pedológicos e tipos de solo (Loch, 2001).

Rosa (2009) aponta que a drenagem é o elemento que mais se destaca, visto que esta resulta da manifestação de uma série de fatores como a geologia, relevo, clima, vegetação, além das características do próprio solo.

Percebe-se então, a importância dos mapeamentos das redes de drenagem, pois a definição de seus padrões pode representar condições específicas do ambiente como um todo.

Segundo Howard (1967, in IBGE, 2009), os padrões de drenagem (Figura 3) são influenciados por muitos fatores, incluindo variáveis climáticas e litológicas, sendo a estrutura geológica o fator mais importante.

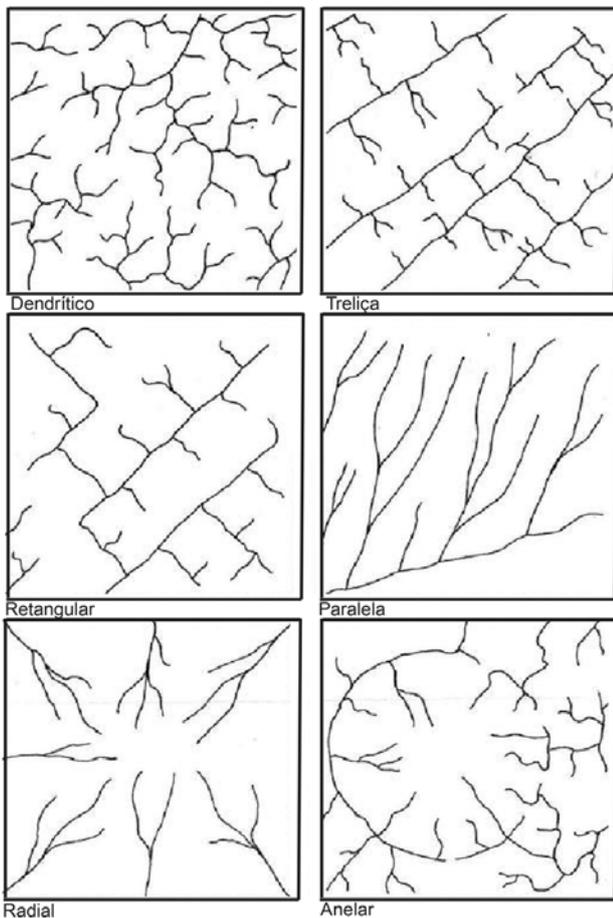


Figura 3 Padrões de drenagem (Christofolletti, 1980)

Outra análise interessante é a de hierarquia da bacia hidrográfica (Figura 4). De acordo com Strahler (1952, in Christofolletti, 1980), os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, até o encontro com outro do mesmo tipo, a

partir daí torna-se de segunda ordem. A confluência de dois canais de segunda ordem gera um de terceira, que só se tornará quarta ao encontrar outro de terceira, podendo receber os canais de ordem inferiores. As ordens vão subindo desta maneira, sucessivamente.

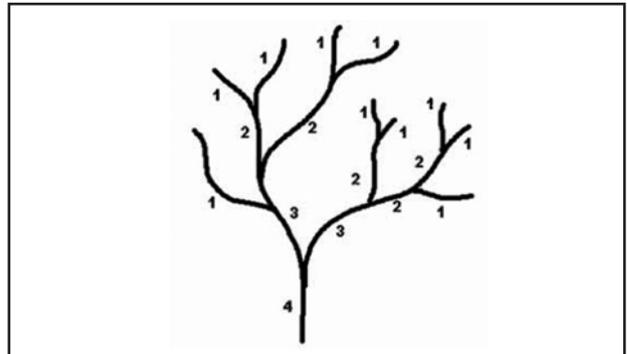


Figura 4 Hierarquia de drenagem segundo método de Strahler (Christofolletti, 1980).

Assim, para a criação do produto final (*shapefile* da rede de drenagem), basta realizar a vetorização, demarcando a rede de drenagem com o auxílio da visualização em profundidade do relevo permitida pelo anaglifo (Figura 5).

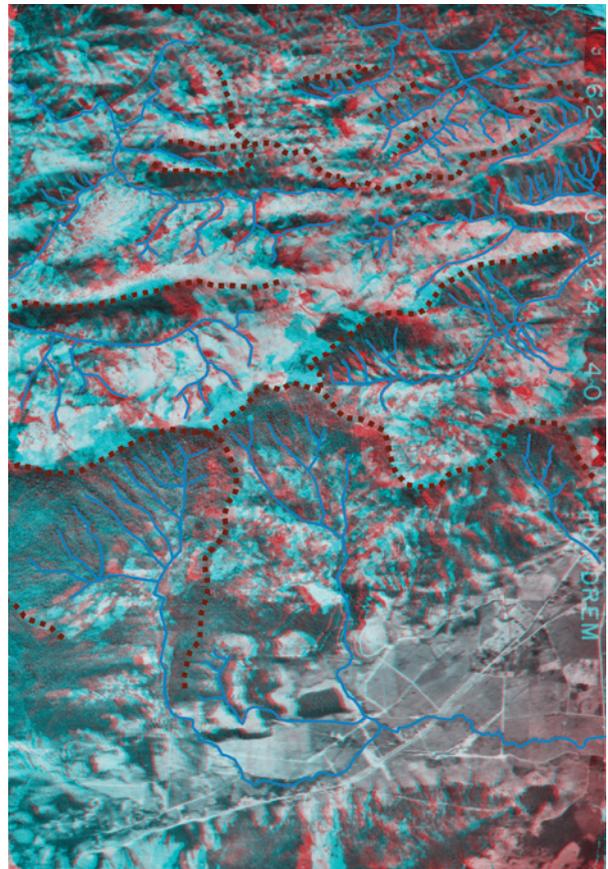


Figura 5 Anaglifo com rede de drenagem mapeada

Pelo produto criado, é possível então realizar as análises necessárias para se definir os padrões e hierarquia da drenagem. Visualmente é possível associar a drenagem mapeada ao padrão dendrítico. Tal padrão desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente. Os canais distribuem-se em todas as direções sobre a superfície e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar ao ângulo reto (Howard, 1967, in IBGE, 2009). Essas informações indicam que a análise do padrão de drenagem torna possível já algumas análises das características do ambiente, sendo este exemplo uma evidência de sua importância.

Dando prosseguimento à análise, será feita uma análise da hierarquia de drenagem de uma das sub-bacias presentes na imagem mapeada (Figura 6), que também é um importante parâmetro morfométrico, essencial para a caracterização da rede de drenagem.

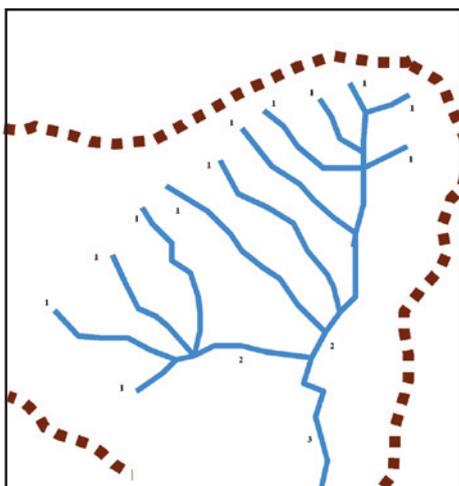


Figura 6 Hierarquia da sub-bacia

Temos, portanto, um exemplo simples da criação de um produto que poderá servir de apoio em uma grande diversidade de análises ambientais e também no processo de ensino-aprendizagem nas áreas de sensoriamento-remoto, geomorfologia etc.

4 Resultados e Discussão

Esta proposta metodológica tem como objetivo aprimorar a aplicabilidade da estereoscopia em trabalhos de análises ambientais em relação à utilização do estereoscópio manual, ainda muito utiliza-

dos nos trabalhos de sensoriamento remoto. Trata-se, portanto, de uma tentativa de se utilizar outra técnica de visualização em 3 dimensões que permita sua aplicação em Sistemas de Informação Geográficas, trazendo novas possibilidades de trabalho.

Assim, cabe enumerar algumas vantagens do método proposto em relação aos outros métodos existentes, ressaltando também, obviamente, suas desvantagens, de modo a realizar uma análise de custo x benefício.

Inicialmente é importante ressaltar a questão dos materiais necessários (Figura 7). Como foi demonstrado, o custo de aquisição dos óculos anaglíficos é muito baixo e sua confecção é simples, sendo já uma vantagem em relação aos estereoscópios, que exige um investimento maior para aquisição (Tabela 1), fora os cuidados para sua conservação e manutenção.

Equipamento	preço
Estereoscópio de bolso	\$25,00
Estereoscópio de espelho	\$400,00
Óculos anaglifo	\$0,50

Tabela 1 Preços aproximados dos materiais
fonte: Forestry Suppliers (2011)

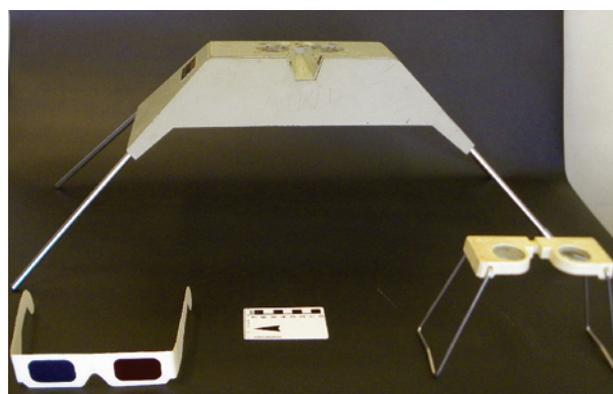


Figura 7 Óculos anaglíficos (abaixo, à esquerda), estereoscópio de “bolso” (abaixo, à direita) e estereoscópio de “espelhos” (acima).

Destaca-se também a questão da praticidade. Um anaglifo é rapidamente montado através do aplicativo apresentado e pode ser analisado por diversas pessoas ao mesmo tempo. Já um estereograma tem uma montagem relativamente simples, mas traz o infortúnio de só poder ser analisado por uma pessoa de cada vez e o posicionamento corporal do pesquisador também torna-se incômodo.

Outra questão prática é o armazenamento das fotografias. Caso esteja sendo usado um estereoscópio, as fotografias serão utilizadas manualmente, sendo necessário um espaço físico apropriado para seu armazenamento, o que não ocorre com os anaglifos, armazenados no computador com tamanho relativamente pequeno. Apesar de diversos tipos de negativos serem utilizados em fotografias aéreas, no Brasil, na maioria das vezes são utilizadas câmeras com negativos de 23 x 23 cm. Porém, em outros locais, como na Europa, utilizam-se mais os negativos de 18 x 18 cm. Além destes, os de 14 x 14 cm e 12 x 12 cm também são amplamente utilizados. Um anaglifo, por sua vez, ocupará um espaço de cerca de apenas 20 Mb, não sendo necessário qualquer cuidado especial para mantê-lo.

Por fim ressalta-se a possibilidade de aplicação do anaglifo em um SIG, abrindo a possibilidade para trabalhos mais aprimorados e realizados mais rapidamente, enquanto o estereograma trará uma dificuldade muito maior para a aplicação em análises e trabalhos posteriores, já que tudo estará sendo realizado manualmente.

Como desvantagem, a maior delas é a qualidade do anaglifo, que não é tão alta, tornando a visualização cansativa com o uso prolongado. Porém, as outras técnicas de visualização em 3 dimensões pelo monitor relacionam-se a utilização de luz polarizada, que, de fato, possuem uma qualidade superior, mas seu custo é elevado e a elaboração também torna-se dispendiosa, tornando-se viável apenas em determinados ambientes de trabalho.

Além disso, temos a questão da abertura de maiores possibilidades de trabalho, como foi demonstrado no exemplo da análise dos padrões de drenagem. O georreferenciamento permitirá um incontável número de possíveis criações e relações com outros tipos de dados, tornando interessante essa utilização da estereoscopia nos SIG com um custo bastante baixo.

5 Conclusões

A estereoscopia é uma das ferramentas mais importantes para a fotointerpretação, sendo importante o aprimoramento das técnicas de visualização e também a divulgação das possibilidades de aplicação de tal recurso. O presente artigo buscou demonstrar uma dessas possibilidades, sendo a aplicação dos anaglifos nos Sistemas de Informação Geográfica.

Esta é uma metodologia de baixo custo, sendo viável a sua utilização, principalmente, no processo de ensino na área de sensoriamento remoto, pois estará disponibilizando aos alunos um novo meio de se trabalhar além da utilização de estereoscópios. Além disso, este é um meio que possibilitará ao aluno enxergar maiores aplicabilidades através do uso de SIG, visto que estes trazem diversas ferramentas e permitem a interface rápida com outros tipos de dados, tanto espaciais quanto não-espaciais.

Assim, é possível concluir que esta metodologia pode ser implantada, tanto no processo de ensino-aprendizagem quanto nas pesquisas ambientais, visto que é importante buscar sempre o aprimoramento das técnicas visando bons resultados com o menor custo possível.

6 Referências

- ASPRS American Society For Photogrammetry And Remote Sensing. What is ASPRS – definition [homepage na Internet]. Bethesda: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing; 2000. Disponível em: < <http://www.asprs.org/society/about.html>>. Acessado em: 29/11/2011.
- Chistofoletti, A. 1980. *Geomorfologia* 2ª edição, São Paulo, Editora Edgard Blucher. 200p.
- Forestry Suppliers Inc. 2011. Catálogo. Disponível em <<http://www.forestry-suppliers.com/>>. Acessado em 29/11/2011.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística-IBGE. 2009. Manual Técnico de Geomorfologia 2ª edição, Rio de Janeiro, IBGE. 175p.
- Loch, C. 2001. *A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais*. 4ª edição, Florianópolis, Editora UFSC, 118 p.
- Marchetti, D.A.B. & Garcia, G.L. 1986. *Princípios de Fotogrametria e fotointerpretação*. São Paulo, Editora Nobel, 257 p.
- Rosa, R. 2009. *Introdução ao sensoriamento remoto*. 7ª edição, Uberlândia, Editora UFU. 264p.
- Sampaio, E.P.M. 2007. Noções básicas de detecção remota, fotogrametria e fotointerpretação em pedologia. Évora. 25p. Disponível em: < <http://home.dgeo.uevora.pt/~ems/files/Anexo%20B-01.pdf>>. Acessado em 6 /12/2011.