



## Geração e Uso de anaglifo como ferramenta de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria aplicada à Interpretação Geomorfológica

Eraldo Jair Gonçalves Dias<sup>1</sup>, Lineardo Ferreira de Sampaio Melo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Geografia da Universidade de Brasília – UnB, Terceiro Sargento do Exército Brasileiro. e-mail: eraldogd@gmail.com

<sup>2</sup>Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO. e-mail: lineardo@yahoo.com.br

**Resumo:** Este trabalho busca salientar a importância de interdisciplinaridade da geociência, onde se mostra a geração e o uso de anaglifo para a visualização em três dimensões de imagem de sensoriamento remoto, demonstrando de forma dinâmica e com um aspecto atrativo uma ferramenta de interpretação de imagens, onde aplicado na geomorfologia pode-se gerar mapas geomorfológicos, analisar e interpretar redes de drenagem entre outros aspectos e feições geomorfológicas.

**Palavras-chave:** anaglifo, sensoriamento remoto, fotogrametria, geomorfologia

### 1. INTRODUÇÃO

A paisagem é resultado da interação dinâmica de elementos do meio natural (geomorfológico), com os elementos do meio socioeconômico e cultural. De acordo com a forma como os elementos interagem, diferentes paisagens são formadas (COLAVITE, 2009). A Geomorfologia dedica-se ao estudo da dinâmica e dos processos responsáveis pela evolução e esculturação dos diversos tipos de relevo da superfície terrestre. A importância de se compreender as formas de relevo e seus processos geradores está pautada no fato de que o relevo se constitui no substrato físico sobre o qual as atividades humanas se desenvolvem (CUNHA et al., 2003).

Para uma análise das feições existentes no terreno e a procura do máximo de correlações possíveis na paisagem, às imagens aéreas fornecem subsídio não apenas para a identificação destes elementos visíveis, mas também a possibilidade de compreensão dos processos que formam diferentes paisagens. Além das Imagens provenientes de sensores orbitais, outras fontes de dados e instrumentos podem ser utilizadas na análise da paisagem, como mapas temáticos, cartas topográficas, maquetes, modelos digitais de elevação (DEMs), anaglifos, etc.

Muita das atividades relativas à representação do relevo utiliza-se de dados cartográficos para melhor demonstrar as feições do terreno, e uma técnica eficaz e dinâmica para a interpretação desses dados é realizada através da observação das imagens em três dimensões (3D), também denominada estereoscópica ou tridimensional. Na visão binocular, as imagens de um mesmo objeto nas retinas dos dois olhos são, como nas fotografias aéreas, com centros de perspectiva não são coincidentes. As diferenças são interpretadas pelo cérebro como profundidade do objeto (ANDRADE, 2003). Para reproduzir o efeito da visão estereoscópica, torna-se necessário fazer projetar na retina de cada um dos olhos do observador a imagem que lhe corresponderia se observasse o próprio objeto. A fotogrametria e a fotointerpretação utilizam alguns métodos indiretos para produzir a visão estereoscópica, visualização de imagens em 3D, estereoscópio e anaglifo.

Para Araújo (2005), a fotogrametria tem como alvo a reconstrução de espaço tridimensional a partir de imagens bidimensionais, possuindo duas áreas distintas de atuação: a fotogrametria métrica e a fotogrametria interpretativa. A primeira relaciona-se a medição precisa a partir da fotografia determinando distâncias, ângulos, volumes, entre outros. Já a fotogrametria interpretativa foca-se no reconhecimento e interpretação do espaço através de análise.

Com o avanço das tecnologias a elaboração de imagens dos objetos em três dimensões tornou-se mais acessível, tanto pela facilidade de obtenção das fotografias aéreas e imagens (satélite e radar) como pela diversidade de programas computacionais especializados que surgiram.

Para que o olho humano consiga observar uma imagem em três dimensões é necessário que sejam aplicados métodos para possibilitar esses efeitos. Existem diversos métodos de obtenção da visão

estereoscópica como o estereoscópio de lente, o estereoscópio de reflexão, luz polarizada, cintilamento, holografia, lenticular e anaglifo (ARAUJO, 2005), sendo este último o método utilizado nesta pesquisa.

O anaglifo consiste no uso de filtros de cores complementares, usualmente vermelho e ciano, e utilizado para observar as imagens em 3D. Pode ser definido com a figura resultante da impressão ou projeção, em superposição, de um par de imagens estereoscópicas, do mesmo objeto, mas com pontos de vista diferentes, em cores complementares, de tal forma que a imagem vista em relevo é obtida pela observação do anaglifo através de óculos (Figura 1) com filtros nas usadas cores complementares.



Figura 1: óculos para visualização da imagem anaglifo.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento da informática, surgiram os anaglifos digitais que permitem a geração de imagens em 3D, de boa qualidade, no monitor de computador e a consequente utilização em aplicações cartográficas, geológicas e geomorfológicas. Aplicativos computacionais foram desenvolvidos para gerar o anaglifo no monitor de computador e assim facilitar a observação em 3D do modelo fotografado.

Atualmente o sensoriamento remoto e a fotogrametria são alvos de diversas pesquisas, e a utilização de imagens é base para muitos trabalhos em diferentes áreas. Para o presente trabalho busca-se enfatizar a relevância do uso de anaglifo como ferramenta auxiliar de sensoriamento remoto aplicado à geomorfologia.

O uso de imagens anaglifos pode auxiliar os estudos relacionados a análise da paisagem, evolução da dinâmica temporal do relevo, realização de mapeamentos geomorfológicos, geológicos e de uso da terra. De acordo com Verstappen e Zuidam (1975), a interpretação das imagens é o ponto de partida para o levantamento geomorfológico, já que estas são consideradas pelos autores como um registro detalhado da superfície terrestre. A possibilidade de visão estereoscópica permite a geração de mapas geomorfológicos com diversas finalidades.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- ✓ Imagem do Sensor Orbital Landsat 7 (Figura 2), órbita-ponto 222-067, nas bandas 1, 2 e 3, com resolução espacial de 30 m e a banda 8 (Figura 3), com resolução espacial de 15m, de 28/06/2002, da área de Palmas – TO, disponibilizadas no endereço eletrônico <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>;
- ✓ Modelo Digital de Elevação (DEM) do Sensor Orbital ASTER (Figura 4), S11W049, monocromático, com resolução espacial de 30 m, da área de Palmas – TO, disponibilizadas no endereço eletrônico <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>;
- ✓ Imagem da série de mosaicos Geocover, S-22-10-2000 (Figura 5), nas bandas 1, 2, 3, com resolução espacial de 14,25 m, da área de Palmas – TO, disponibilizadas no endereço eletrônico <<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>>;
- ✓ Softwares ENVI e ERDAS;
- ✓ Computadores;
- ✓ Óculos para visualização em 3D, com lentes nas cores vermelho e ciano.



Figura 2: Imagem Landsat 7, multiespectral na composição R3G2B1

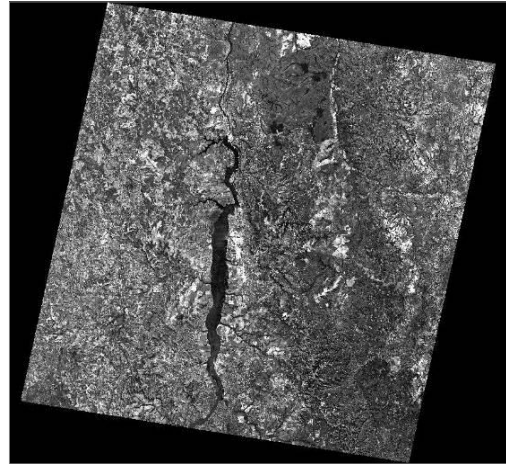


Figura 3: Imagem Landsat 7, pancromática



Figura 5: Modelo Digital de Elevação ASTER GDEM



Figura 6: Imagem Geocover



Dentre esses dados adquiridos para realização deste trabalho podemos verificar algumas informações pertinentes que nos auxiliam para melhor compreensão das ações tomadas. O Landsat7 era o mais recente satélite em operação do programa Landsat, do Governo norte-americano. O satélite lançado 1999 veio com um sensor denominado ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), sendo composta por 8 bandas espectrais que podem ser combinadas em inúmeras possibilidades de composições coloridas e opções de processamento, destacando-se a adição de uma banda espectral (Banda Pancromática) com resolução de 15 m, com projeção UTM e datum WGS 84.

O GeoCover é um mosaico de imagens Landsat que foram ortoretificadas e processadas com um alto padrão de qualidade (*GeoCover Technical Guide*). Projetado no sistema UTM e referenciado ao Datum WGS84, os dados GeoCover surgem como um fonte gratuita para realização de georreferenciamentos, bem como de sua utilização para diversos procedimentos de processamento digital de imagens.

O ASTER GDEM (*Global Digital Elevation Model*) tem sua distribuição gratuita de imagens DEM global com 30m de resolução espacial, com área de 1°x1°. Os dados ASTER GDEM são obtidos através de imagens estereográficas e está em formato GeoTiff referenciado ao Datum WGS84. O DEM é uma representação matemática contínua da distribuição das variações de altitude numa área. Nele, as variações da altitude do terreno são representadas através de tons de cinza, onde o preto corresponde às menores altitudes e as tonalidades mais claras indicam as áreas mais elevadas. Eles servem de base para elaboração por computador de uma série de produtos cartográficos como o mapa de declividades, de exposição etc.

O ERDAS e ENVI são *softwares* criados especificamente para processamento digital de imagens (PDI) e são fundamentais para extração de informações do terreno. Seu amplo conjunto de ferramentas simplifica e otimiza o fluxo de trabalho, permitindo o desenvolvimento de todas as atividades necessárias para criar informação geoespacial e apresentá-la em diversos formatos.

O processo de confecção da imagem anaglifo, realizada neste trabalho, obteve-se por meio da seguinte sequência, apresentadas em ordem a seguir. Realizou-se os *downloads* das imagens do Sensor Orbital Landsat 7 e ASTER da área de interesse no estudo que estão disponibilizadas gratuitamente na internet.

O próximo passo foi realizar o processo chamado de *Image Sharpening* ou fusão das Imagens Landsat 7 das bandas multiespectrais 1, 2 e 3, cuja resolução espacial é de 30m, com a banda pancromática, de resolução espacial de 15m. Este processo fez com que fosse obtida uma nova imagem com a cor real com a resolução espacial de 15m, resultando numa imagem com melhor percepção dos detalhes do terreno. Para isso utilizou-se o *software* ENVI 4.5 com método *Gram-Schmidt*.

Logo após, foi realizado o georreferenciamento da imagem Landsat 7 fusionada utilizando-se como base a imagem Geocover, que é um produto reconhecido como de boa qualidade de exatidão posicional. Novamente utilizou-se *software* da etapa anterior. Não foi utilizada a imagem geocover como produto anaglifo justamente por ela estar confeccionada como composição falsa-cor, e, nesta imagem, as cores predominantes (tons verde-claros para vegetação e tons avermelhados para solo exposto, culturas e áreas urbanas) causam certo incômodo visual quando utilizados os óculos ciano- vermelho.

Em seguida, optou-se a conversão do sistema de referência do DEM ASTER Global DEM para o mesmo sistema da imagem Landsat 7. Logo após, realizou-se um recorte da imagem Landsat 7 em função dos valores de coordenadas do DEM, utilizando-se novamente o ENVI. Esta opção de recorte foi feita em virtude do DEM ASTER ter menor área de cobertura terrestre em relação à cena Landsat 7 escolhida.

Os passos finais para obtenção da Imagem em anaglifo foram realizados no *software* ERDAS Imagine 2011 (Figura 7). Primeiramente carregou-se a Imagem landsat 7 juntamente com o DEM do ASTER. Foi necessário o processo denominado "*compute pyramids*" ao abrir os arquivos. Em seguida escolheu-se a Opção "*Terrain*" e logo após "*Anaglyph*", na qual foram requisitados os arquivos DEM e Imagem RGB, o nome de saída do arquivo anaglifo. Para finalizar a imagem anaglifo escolheu-se também o valor relativo ao exagero vertical, utilizadas aqui no valor 10, bem como a marcação da opção "*check for zero*". Pouco tempo depois finalizou-se o processo e tivemos uma imagem em anaglifo da região de Palmas – TO, no formato GeoTIFF, sem perda do referencial geoespacial.

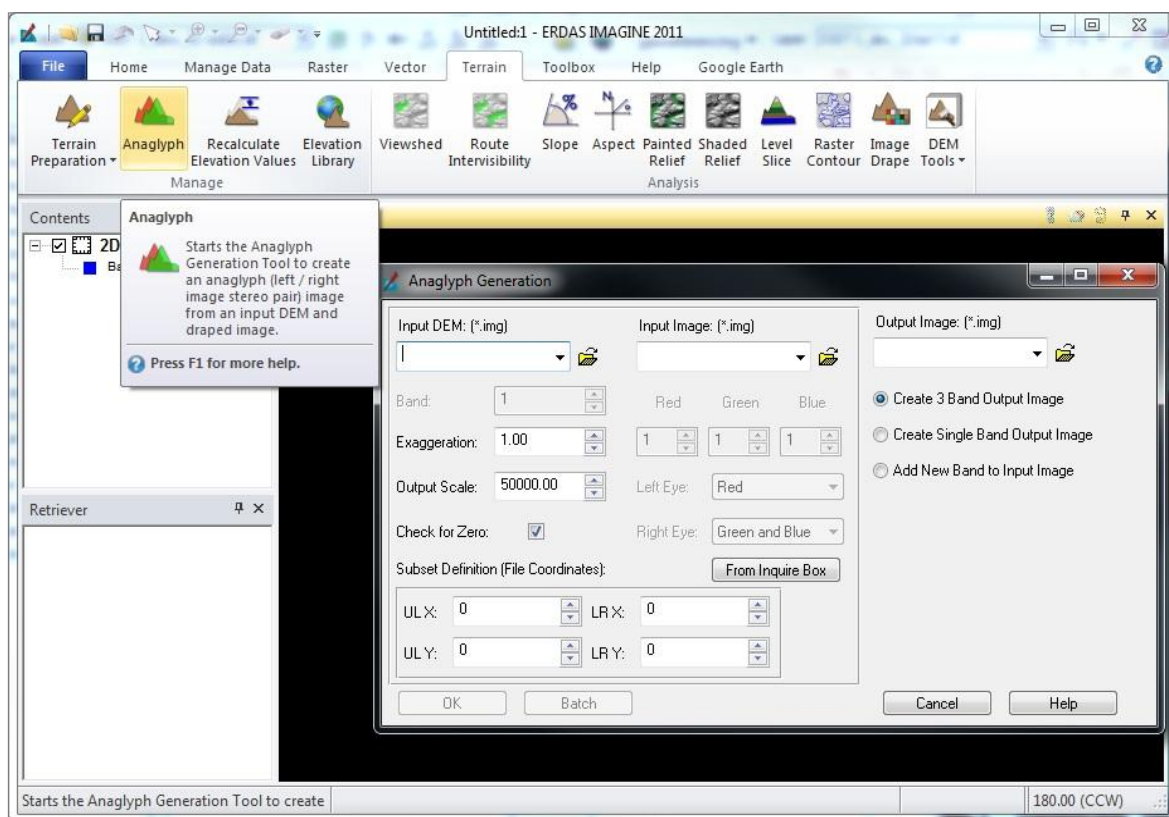


Figura 7: Processo de geração do Anaglifo no ERDAS

Resumidamente, a função “*Anaglyph*” do ERDAS Imagine não requer que se tenham duas imagens consecutivas, com sobreposição entre si, para criar um anaglifo. É simplesmente o resultado do deslocamento horizontal dos pixels de uma única imagem utilizando-se somente os valores de altitude DEM para realizar cálculos e executar simulações de deslocamentos horizontais. E com isso passaremos a ter duas imagens geradas matematicamente com pequenas distorções, simulando dois pontos de vista diferentes, uma delas somente no canal Vermelho, enquanto a outra no canal Ciano (Azul + Verde), a fim de reproduzir o efeito tridimensional. A partir disso, pode-se utilizar os óculos vermelho-ciano para observar todos os detalhes do terreno na imagem anaglifo de Palmas – TO.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da geração das imagens tridimensionais (anaglifos) é possível realizar algumas análises gerais e algumas análises específicas sobre a aplicação deste tipo de imagem, para o trabalho em questão buscou-se enfatizar seu aproveitamento para demonstrar aplicações na geomorfologia como, por exemplo, a elaboração de mapas geomorfológicos.

Obteve-se como resultado demonstrativo uma imagem anaglifo de Palmas – TO (Figura 8), onde é possível observar a representação de feições geomorfológicas, comportamento da vegetação no terreno, interpretação das redes de drenagem, como também a melhor visualização da ocupação urbana.



Figura 8: Resultado final do anaglifo em Geotiff utm wgs 84

Este anaglifo gerado a partir do *software* ERDAS 2011 tem a vantagem de permanecer com os dados do referencial geoespacial da imagem e que pode ser utilizado em qualquer *software* de Processamento Digital de Imagens ou *softwares* voltados para SIG (Sistemas de Informações Geográficas).

#### 4. CONCLUSÕES

Os anaglifos são utilizados por diversos pesquisadores, alunos entre outros usuários. Na prática conclui-se que o uso de anaglifo como ferramenta de sensoriamento remoto e fotogrametria viabiliza a interpretação geomorfológica de imagens de uma área de estudo.

Destacam-se algumas atividades que podem ser desenvolvidas com o uso de anaglifo como, por exemplo: análise e interpretação geomorfológica da área em estudo; análise, descrição e interpretação das redes de drenagem; delimitação de bacias hidrográficas, como também em outras áreas como na análise de estruturas arquitetônicas, permitem ainda avaliar a dinâmica da ocupação antrópica entre outras.



Anaglifos de temas geomorfológicos e ambientais são excelentes ferramentas didáticas e sua utilização em aulas práticas deve ser incentivada, assim como em pesquisas de caráter acadêmico e comercial.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Exército Brasileiro, Universidade de Brasília e ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins, por terem fornecido a infra-estrutura e licenças dos *softwares* utilizados no trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, J. B. de (1998). **Fotogrametria**. SBEE. Curitiba - PR. 258p.

ANDRADE, J. B. de (2003). **Fotogrametria**. SBEE. 2 ed revista, ampliada e atualizada. Curitiba - PR. 258p.

ARAÚJO, L. L.. 2005. **Avaliação da dinâmica de áreas urbanas ocupadas por assentamentos irregulares utilizando visão estereoscópica por imagens anaglifo**. – Recife: O Autor, 106 p.

COLAVITE, A. P. **Geotecnologias Aplicadas a Análise da Paisagem do Município de Campo Mourão - PR**. In: Rosangela Maria Pontili; Ana Paula Colavite. (Org.). Estudos Regionais: enfoques sócio-econômico; ambiental, educacional e da paisagem. 1 ed. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2009, v. 01, p. 19-46.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. **A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio de Janeiro, n 1, p.01-09. 2003.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. van. **System of geomorphological survey**. Netherlands: Manuel ITC Textbook, vol.VIII. 1975.