

O uso de produtos de Sensoriamento Remoto gratuitos na representação do Relevo – um potencial para a educação

Rafael Balbi Reis¹
Danielle Rodrigues Medeiros¹
Marcelo Lopes¹
Carla B. Madureira Cruz¹
Rafael Silva de Barros^{1,2}

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Av. Brigadeiro Tromposwsky, s/n, prédio CCMN - Sala I-012
Cidade Universitária, Ilha do Fundão - 21941-570 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil
rafabreis@click21.com.br
danielle.medeiros@ig.com.br
mtl2003@bol.com.br
cmad@ufrj.com.br

² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Av. Beira Mar, 436 - 13º andar Castelo - 20021-060 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil
rbarros@ibge.gov.br

Abstract. This paper describes how the Remote Sensing can be used by teachers helping them to show the landform. The images, software's and digital elevation model (DEM) from the Space Mission of NASA – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) - are free and both of them are available on the internet. SRTM data is available for South and North America. These applications have become very common in many areas like geosciences, cartography and education.

Palavras-Chave: remote sensing, geography, education, sensoriamento remoto, geografia e educação.

1. Introdução

A construção da noção espacial pelo ser humano ocorre durante o desenvolvimento do indivíduo, que é em grande parte apoiada no ensino escolar. O espaço geográfico é recortado, referenciado, possui posição e representação; ou seja, as representações e os conceitos geográficos se tornam uma base fundamental de interpretação e entendimento espacial. “A territorialidade implica localização, orientação e representação de dados socioeconômicos e físicos, que contribuem para a compreensão da totalidade do espaço” (Secretaria da Educação, 1988).

Porém, observando-se as modernas formas de representação possíveis de serem utilizadas, e ainda aquelas usadas e/ou explorada pelo professor de Geografia em sala de aula, na atualidade, pode-se afirmar que há um grande descompasso temporal-tecnológico (que muitas vezes é qualitativo). Enquanto, o professor fica, em geral, restrito às representações do livro didático e/ou a mapas convencionais (representações em 2D), produtos de alta tecnologia ancorados no geoprocessamento e no sensoriamento remoto estão hoje disponíveis com maior acessibilidade, como é o caso das representações tridimensionais. São representações modernas com a qual o aluno precisa se habituar a usar e interpretar e que se desenvolvem na atualidade em diversos ramos científicos e profissionais. Trata-se de produtos como mapas, imagens, bases digitais, modelos tridimensionais, dentre outros. Hoje, o principal veículo utilizado pelos órgãos e institutos para a distribuição desses produtos e ferramentas, é a internet.

As representações espaciais são um poderoso instrumento, tanto na questão do ensino quanto na vida prática das pessoas, visto que através delas os indivíduos podem conceber e sintetizar muitos aspectos e informações da realidade. As representações espaciais exigem uma capacidade de abstração que, em muitos casos, se obtém pela prática e experiência. Assim, quanto mais utilizadas e/ou vistas pelos alunos, mais fácil e interessante torna-se o seu uso, entendimento e importância.

Em geral, no ensino, as representações espaciais utilizadas estão sob forma plana, ou seja, em plano bidimensional (com largura e comprimento). Porém, hoje, as geotecnologias já atingiram um nível de representação próximo à realidade, através de imagens tridimensionais que exigem um grau de abstração menor e uma possibilidade de exploração diferenciada e mais próxima da realidade, que é tridimensional.

Mas é possível utilizar as imagens 3D nas instituições de ensino? Quais são as vantagens de seu uso? Quais são as dificuldades? Como utilizá-las? Como produzi-las e/ou como adquiri-las? Essas são algumas perguntas que norteiam a idéia desse trabalho que analisa a potencialidade do uso das imagens tridimensionais no ensino escolar.

As imagens de satélite são, atualmente, o tipo de dado mais utilizado para a extração de informações geográficas de uma determinada região da superfície terrestre e, por este material estar cada vez mais acessível (disponível gratuitamente na rede), tem grande potencial de ser utilizado pelos professores, sejam do ensino médio, como também os de graduação.

Este trabalho tem o objetivo de mostrar o aproveitamento de produtos de Sensoriamento Remoto (SR) adquiridos gratuitamente na rede mundial de informações (Internet), demonstrando sua funcionalidade na geração de produtos com boa precisão e qualidade. “As aplicações para os mesmos são as mais vastas, com destaque para o uso nas geociências, na cartografia e na educação” (Sausen, 1997).

2. Representações Tridimensionais

Para um melhor entendimento da dimensionalidade dos objetos que se espalham pela superfície terrestre, é necessário que qualquer elemento a ser analisado seja avaliado respeitando seu comportamento tridimensional, ou seja, seu posicionamento horizontal (coordenadas x, y) e vertical (coordenada z).

Atualmente observa-se um crescente interesse no desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para atender aplicações tridimensionais em uma variedade de áreas do conhecimento. Dentro desse contexto, cresce a importância do Sensoriamento Remoto como ferramenta que tem proporcionado a possibilidade de geração de modelos tridimensionais através do uso de imagens orbitais, eletroópticas ou radares.

Um dos produtos do SR que possibilitam a representação do relevo terrestre é o Modelo Digital de Elevação (DEM). Os DEMs geram informações de grande importância para a modelagem e análise de uma superfície a partir de dados tridimensionais, ou seja, eles permitem a apresentação de uma superfície levando-se em consideração a sua rugosidade.

Existem várias formas de construção de representações tridimensionais, dentre elas podem ser citados os modelos convencionais que utilizam dados oriundos da vetorização ou digitalização de curvas de nível e outros elementos topográficos presentes nas cartas, como os pontos cotados extraídos por fotometria a partir de fotografias aéreas ou ortofotos; ou ainda, mais recentemente, através do uso de SR,

Os métodos mais comuns de geração de modelos tridimensionais ainda são os convencionais. Entretanto, hoje já é possível a sua geração a partir de imagens orbitais como é o caso do SRTM – que levantou, através da técnica de interferometria, as variações do relevo de grande parte da superfície da Terra.

3. Modelo Digital de Elevação do SRTM

O SRTM não é o nome de um satélite, mas de uma missão espacial liderada pela NASA com parceria das agências espaciais da Alemanha (DLR) e Itália (ASI), realizada durante 11 dias do mês de fevereiro de 2000 visando gerar um modelo digital de elevação quase-global.

Corresponde a um radar (SAR) a bordo do ônibus espacial Endeavour, que adquiriu dados sobre mais de 80% da superfície terrestre, nas bandas C e X e fazendo uso da técnica de interferometria¹. O sistema contava com 2 antenas de recepção, separadas por um mastro de 60 metros (**figura 1**), o que possibilitou a aquisição dos dados em uma mesma órbita, garantindo a melhor qualidade dos mesmos. Os dados, adquiridos com resolução de 1 arco segundo, ou aproximadamente 30 metros, no equador, estão sendo processados, gerando-se os DEMs da área coberta. Os DEMs relativos à banda C estão sendo distribuídos pela NASA, já se encontrando disponíveis gratuitamente para as Américas do Sul e do Norte, com resolução espacial de aproximadamente 90 x 90 metros.

Há a possibilidade de se adquirir dados com resolução de 30 x 30 metros dependendo de acordos analisados individualmente pela NASA. Os dados relativos à banda X estão sendo processados e distribuídos pelo DLR – Centro Aeroespacial Alemão (JPL, 2004). Ao se iniciar a missão, esperava-se atingir precisões da ordem de 16 metros na altimetria (Duren *et al.*, 1998).

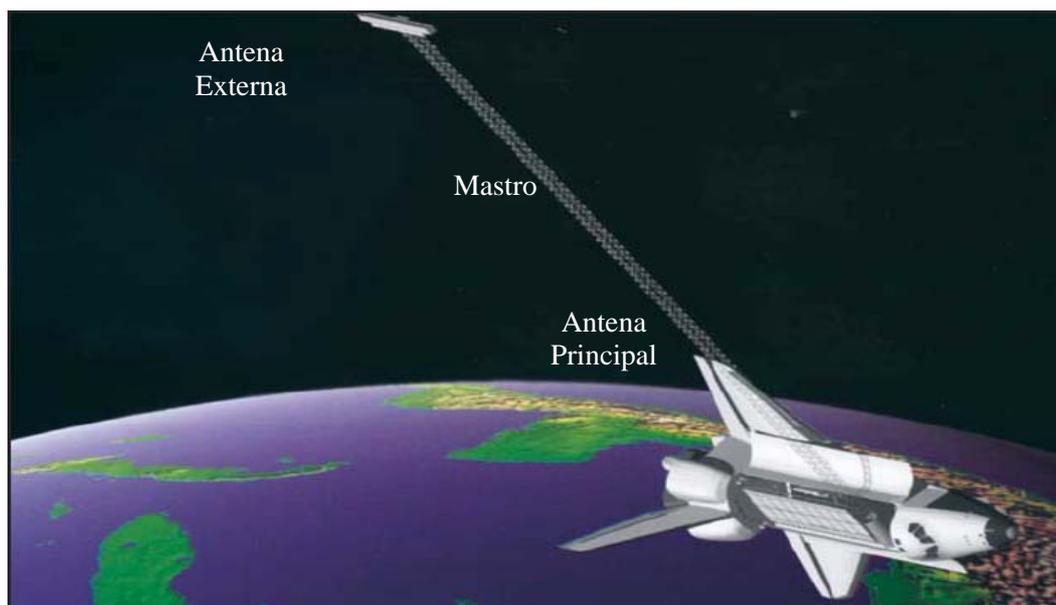


Figura 1: Esquema da aquisição de dados do SRTM – detalhe para o mastro que permitiu a interferometria na mesma órbita. Fonte: <http://erg.usgs.gov/isb/pubs/factsheets/fs07103.html>

Os dados do SRTM podem ter uma grande aplicabilidade, pois os DEMs de toda a América do Sul já se encontram disponíveis. Para obter qualquer DEM referente ao Brasil, deve-se buscar o(s) arquivo(s) que o contenha no repositório de dados SRTM.: (<http://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/South America>). É possível também acessar o seguinte site na Internet: (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/data/srtm/desc.shtml>), onde podemos baixar também imagens do sensor Landsat de vários locais do planeta referentes a diferentes datas.

¹ Técnica na qual a altitude é obtida através da medição da diferença de fase entre duas imagens radar sobre um mesmo local na Terra (CCRS, 2004). Podem ser utilizadas imagens adquiridas em datas diferentes ou em uma mesma órbita, caso haja duas antenas de recepção separadas a bordo da plataforma. Pode-se obter melhores resultados do que através de estereoscopia.

A nomenclatura do arquivo DEM informa algumas características sobre o mesmo. Como exemplo, tem-se: **S11W040.hgt.zip**, cujo canto inferior esquerdo está localizado na latitude 11° Sul, longitude 40° Oeste, se estendendo até 10° Sul e 39° Oeste.

O sistema de projeção utilizado é chamado cotidianamente de geográfico e o *datum* considerado é o WGS84, sendo as altitudes dadas em metros. Alguns trabalhos indicam que podem ser atingidas precisões melhores do que as estimadas antes do início da missão, como por exemplo, em Heipke *et al.* (2002), que estimam em até 6 metros o erro vertical. Para atingir tais metas, os dados devem ser processados a fim de se eliminar imperfeições do sistema, tais como valores espúrios próximos ao litoral e alguns vazios no continente, referentes a áreas de sombra ao sinal. Rao (2004) em experimentos de campo encontrou erros menores que 5 metros na vertical e de 2 a 3 pixels na horizontal, o que chama a atenção para a necessidade de validação também para deslocamentos do dado.

Além do uso da interferometria para o cálculo da altitude, que possui uma maior acurácia se comparada com a técnica da estereoscopia (CCRS, 2004), um ponto a favor é a gratuidade para a resolução de 90 x 90 metros que vai permitir a utilização desses produtos na área da educação, fazendo com que o aluno tenha uma nova perspectiva do estudo de relevo, por exemplo.

Apesar de todos os pontos positivos levantados, os dados SRTM apresentam alguns problemas, tais como: valores espúrios (positivos e negativos) nas proximidades do mar e áreas onde não são encontrados valores. Estas últimas áreas recebem o valor -32768, indicando que não há dado disponível.

São diversas as possibilidades de correção desses problemas, desde substituição de tais áreas por dados oriundos de outros produtos – o GTOPO30 aparece como proposta para substituição em diversos textos – até mesmo o uso de programas que procuram diminuir tais incorreções através de edição de dados. Alguns destes programas são gratuitos e podem ser encontrados na Internet. Esta última opção foi à escolhida neste trabalho.

Depois de descompactado e salvo o arquivo poderá ser aberto em diversos programas que tenham capacidade de entendê-lo. A seguir será sugerido o uso do **3DEM**, que é gratuito e fácil de usar. Assim como o 3DEM, os programas indicados para correção são gratuitos (BLACKART E SRTM_FILL), e permitem a eliminação dos valores negativos que acompanham os DEM.

4. Estudo de caso – Angra dos Reis, RJ

A área escolhida para aplicação está localizada nas imediações de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. Uma das características principais da área é a grande variação do relevo, o que a qualifica como candidata aos objetivos do trabalho que é demonstrar a importância das representações tridimensionais no ensino de Geografia.

A área de estudo compreende parte da bacia hidrográfica da Baía de Ilha Grande, compondo, parcialmente, a Macrorregião Ambiental 3 (Bacia da Baía da Ilha Grande). A área é caracterizada por relevo acidentado, com forte influência marítima (Oceano Atlântico). Sua latitude em torno de 23° S, sua proximidade da costa e as características meteorológicas de grande escala do continente sul-americano conferem à região um clima litorâneo ameno, com ventos de baixa intensidade, recebendo eventualmente a influência das massas de ar polar, porém com impactos de intensidade moderada sobre a temperatura no inverno e sobre as precipitações no verão e estações intermediárias.

Situado nesta região, o município de Angra localiza-se na unidade de relevo Planalto da Bocaina, representado por um bloco montanhoso, com altitudes em torno de 1.800m a NW e em torno de 1.000m na vertente litorânea. Nas bacias hidrográficas da área de estudo são

encontrados desníveis desde poucos metros até quase 400 metros. A morfologia reflete a estrutura e a litologia, produzindo um relevo esculpido por dissecação diferencial. Ainda como domínio morfológico têm-se os depósitos sedimentares que, apesar de descontínuo, apresenta uma significativa expressão areal bordeando as áreas escarpadas.

5. Metodologia

A **figura 2** apresenta, resumidamente, as atividades desenvolvidas para geração das representações tridimensionais.

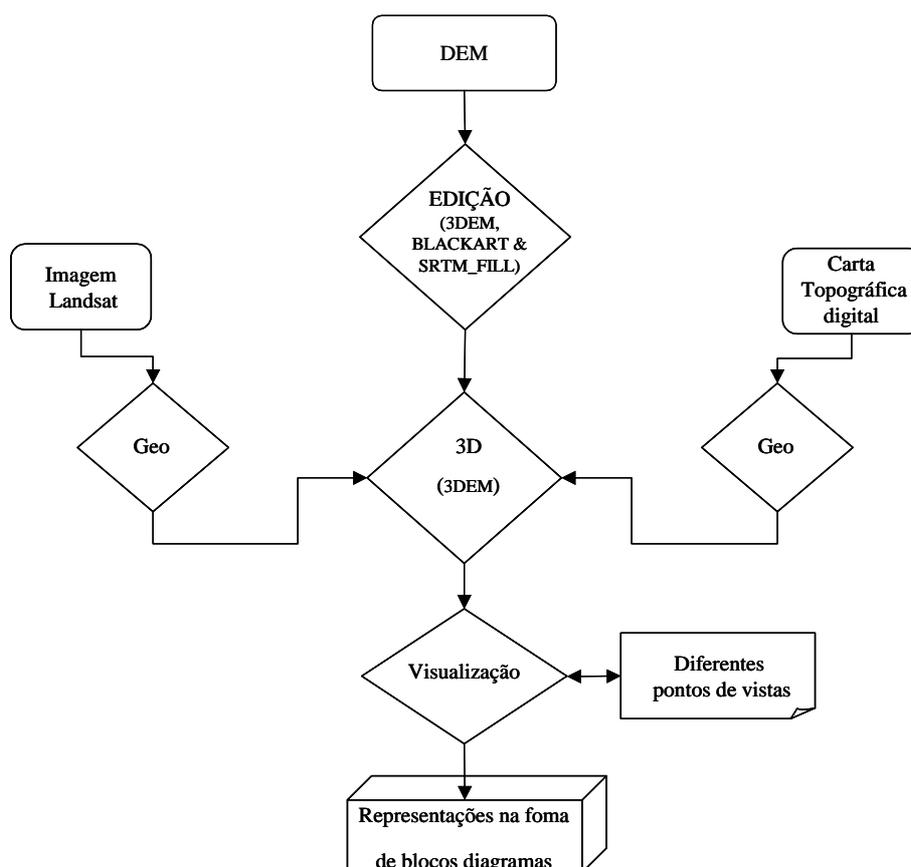


Figura 2 – Fluxograma de atividades

6. Análise dos resultados

Os resultados encontrados foram bastante significativos, considerando-se que os produtos utilizados (sistemas e dados) são gratuitos e podem ser facilmente encontrados na Internet. Os exemplos apresentados destacam como uma mesma área pode apresentar diferentes níveis de abstração e percepção, dependendo do tipo de representação adotada.

Primeiramente, a intenção foi mostrar que a simples utilização de dados do SRTM, já representa um ganho importante na questão do ensino da variação do relevo (**figuras 3, 4 e 5**). A **Figura 4** representa uma visualização 3D (gerada no 3DEM) da área de estudo, contudo a exibição única de imagem SRTM não possibilita a distinção, mesmo em 3D, do limite entre o litoral e o oceano como aponta a **figura 5**.

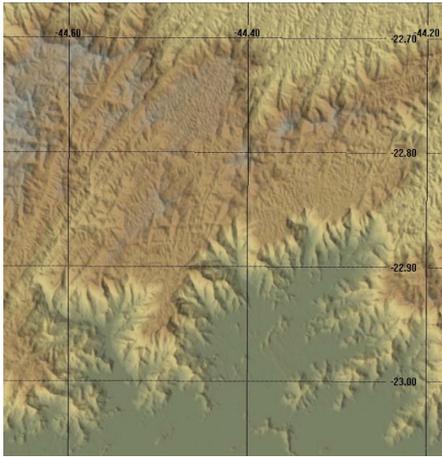


Figura 3: Representação do DEM do SRTM

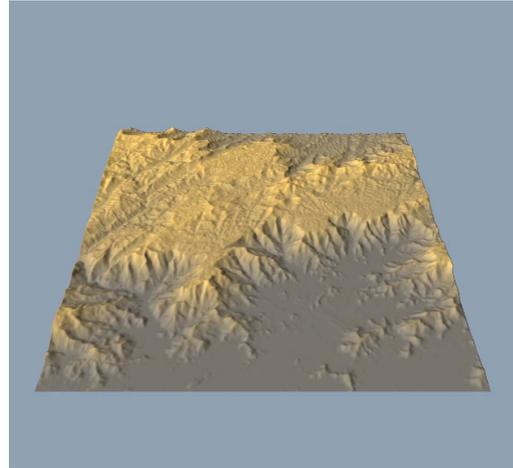


Figura 4: Representação em 3D (SRTM)

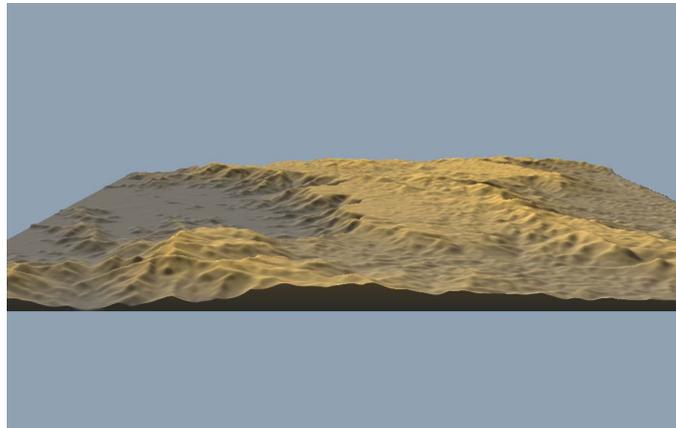


Figura 5: Vista Lateral da imagem 3D

O segundo exemplo é a representação da mesma área, com o mesmo DEM oriundo do SRTM, sobreposto com uma imagem Landsat na composição colorida 3B 4G 5R (**figura 6**). A imagem Landsat foi georreferenciada para justaposição com o DEM. Esta etapa possibilitou, na visualização 3D (**Figuras 7 e 8**) a mesma diferenciação com relação ao relevo, porém apresentando uma maior informação com relação às áreas de baixada, principalmente nas áreas próximas ao litoral. Esse tipo de representação ainda é capaz de produzir estudos sobre a ocupação atual nas áreas de encosta, bem como estudos temporais, necessitando-se para tal de imagens pretéritas.

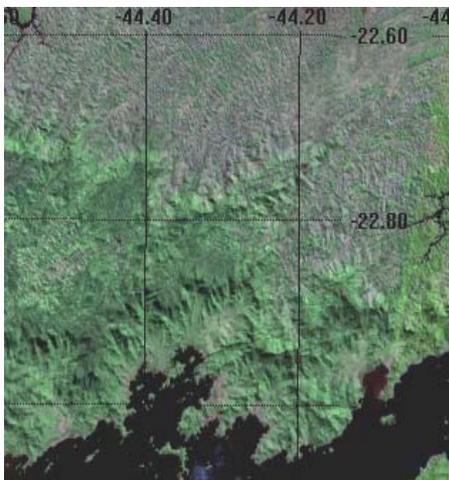


Figura 6: Imagem Landsat 7 ETM sobreposta ao DEM do SRTM.

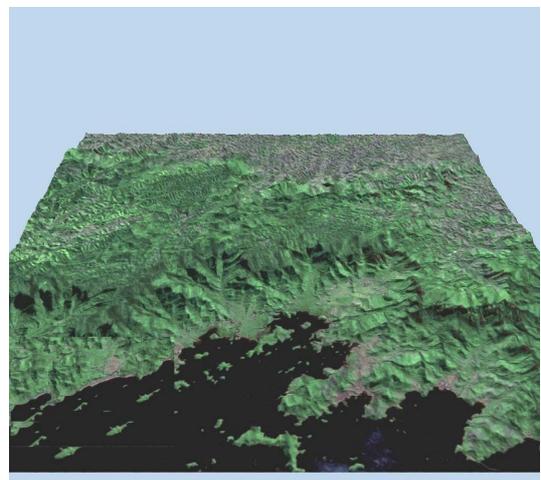


Figura 7: Vista Lateral da imagem 3D

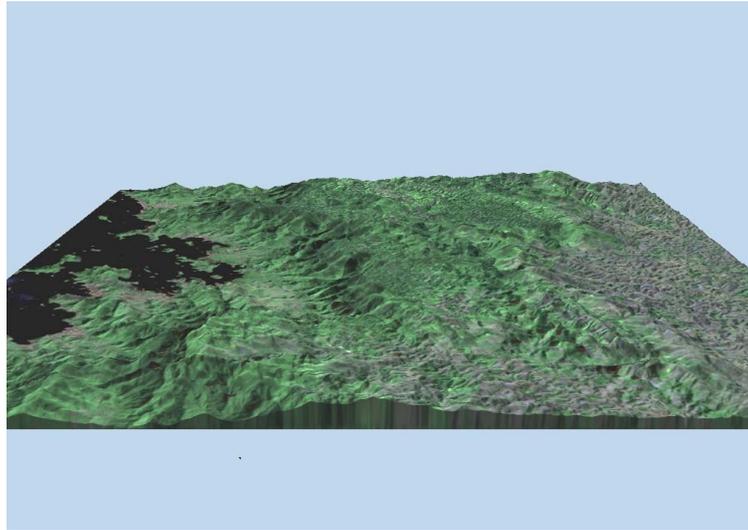


Figura 8: Vista Lateral da imagem 3D

Finalmente, este trabalho ainda possibilitou uma última forma de representação do DEM gerado pelo SRTM sobreposto com cartas topográficas na escala 1:50.000 (**Figura 9**). As cartas topográficas na visualização tradicional, em 2D, muitas vezes requerem um olhar mais aguçado sobre a representação. Esta nova visualização em 3D (**Figuras 10 e 11**) vai possibilitar ao professor, trabalhar de forma prática a representação das curvas de nível, dos sistemas de drenagem, dos sistemas viários, ou seja, todo tipo de informação contida na carta topográfica. Ao final o aluno terá uma representação muito próxima da realidade. As formas de representação do relevo quase sempre são planificadas dificultando a compreensão do relevo, através de sua forma, declividade, orientação.

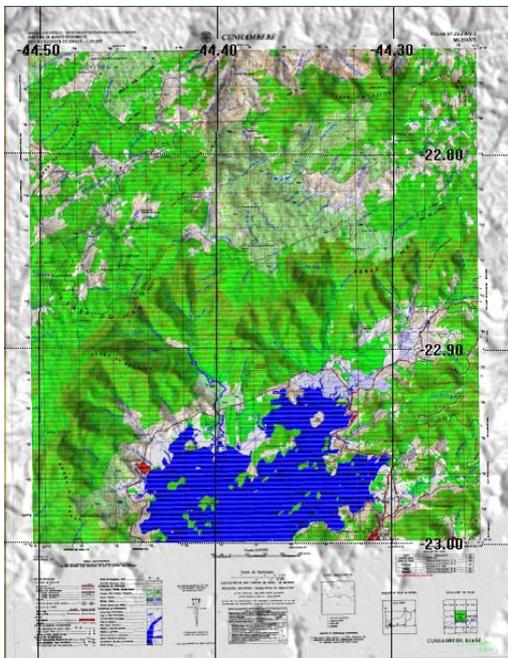


Figura 9: Carta topográfica sobreposta à imagem do SRTM

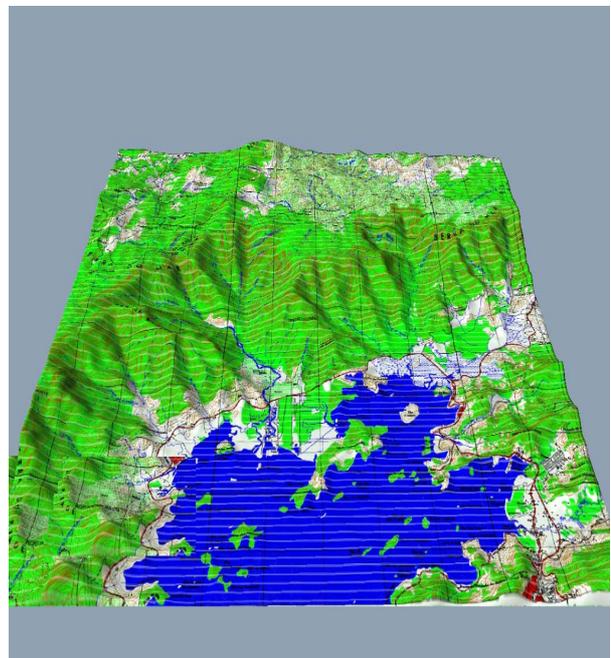


Figura 10: Representação em 3D (SRTM + Carta topográfica)

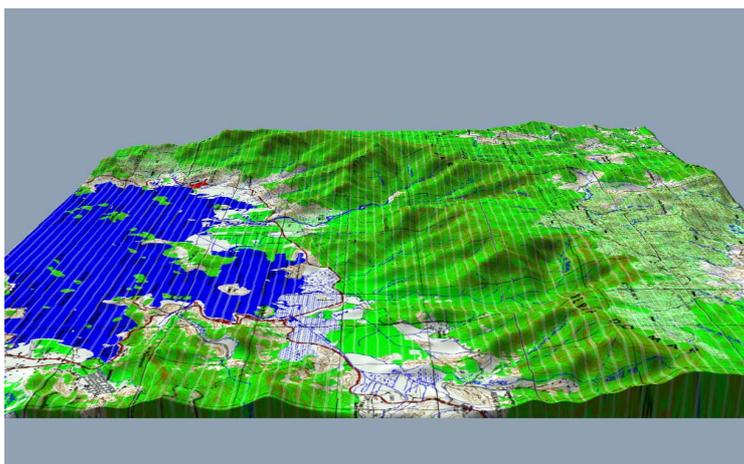


Figura 11: Vista Lateral da imagem 3D (SRTM + Carta topográfica)

7. Considerações finais

Geralmente, a finalidade do uso desses modelos tridimensionais nas aulas de Geografia, em seu sentido amplo, é fornecer aos alunos recursos didáticos para a compreensão do espaço geográfico, por meio de ferramentas que viabilizem a leitura da paisagem, do território e do lugar, no entendimento dos processos físicos e sócio-históricos responsáveis pela sua construção. Neste sentido a proposta de aulas com uso de produtos gerados através de DEM SRTM no ensino-aprendizagem da Geografia seria um subsídio bastante enriquecedor e um tanto interessante.

Este trabalho apresentou uma nova forma de se aplicar esses produtos gerados. Porém, existe a preocupação em saber se o corpo docente estaria capacitado para utilizar tais produtos. Para seu manuseio, o professor deve estar interado das novas tecnologias, considerando também a atual facilidade de acesso à informação, destacando-se neste caso, a Internet.

Um fato que se destaca nesses produtos é que foram gerados a partir de fontes gratuitas, precisas e confiáveis e disponíveis na internet, além de serem de fácil aplicação (utilização). Por essas características podem atingir uma gama maior de usuários.

Faz-se necessário ressaltar que a exibição dos produtos gerados atende plenamente à representação em escala 1:250.000 podendo ser extrapolada para escalas um pouco maiores, fato relevante para o Brasil, que tem grande carência de mapeamentos.

8. Bibliografia

Almeida, Rosângela Doin de. **“O espaço geográfico: ensino e representação”**. Rosângela Doin de Almeida, Elza Yasuko Passini. – São Paulo: Contexto, 1989. – (Repensando o Ensino).

Crosta, A. P. (1992). **Processamento Digital De Imagens De Sensoriamento Remoto**. Campinas - Sp. 170p.

Jpl (2004). Jet Propulsion Laboratory – Shuttle Radar Topography Mission. Site: [Http://Www2.Jpl.Nasa.Gov/Srtm/Dataprod.Htm](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprod.htm). Acesso: 12/02/2004.

Moreira, M. A. (2001). **Fundamentos Do Sensoriamento Remoto E Metodologias De Aplicação**. São José Dos Campos – Sp – Inpe.

Sausen, T. M. (1997). **Cadernos Didáticos Para Ensino De Sensoriamento Remoto**. Selper Capítulo Brasil E Inpe.

Secretaria Da Educação. Coordenadoria De Estudos E Normas Pedagógicas. Proposta Curricular Para O Ensino De Geografia: 1º Grau. São Paulo: Sei/Cenp, 1988, P.19.

www.inpe.gov.br