

Revista Brasileira de Cartografia (2014) N^o 66/4: 877-884
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

USO DO AUTOCAD COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE INTERPRETAÇÃO DO RELEVO DA SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA REPRESENTADO POR CURVAS DE NÍVEL

Using AutoCAD as a didactic resource in teaching the interpretation of the topographic surface relief represented by contour lines

**João Batista Tavares Júnior¹; Lucia Ferreira¹
& Daniel Rodrigues dos Santos²**

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes
Setor de Agrimensura e Cartografia
Praça Tiradentes, 416, Inconfidentes/MG, Brasil.
{joão.tavares, lucia.ferreira} @ifsuldeminas.edu.br

²Universidade Federal do Paraná – UFPR
Departamento de Geomática
Curitiba/Paraná, Brasil.
danielsantos@ufpr.br

*Recebido em 11 de Junho, 2013/Aceito em 05 de Fevereiro, 2013
Received on June 11, 2013/Accepted on February 05, 2013*

RESUMO

O ensino de interpretação do relevo da superfície topográfica representado por curvas de nível exige uma percepção espacial do discente. A ausência dessa percepção resulta em dificuldades na interpretação dos elementos que compõem a representação da superfície física do terreno (superfície topográfica), uma vez que sem esta habilidade o processo cognitivo de associação da representação com a realidade se torna limitado. Com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento da habilidade cognitiva na interpretação do relevo de uma superfície topográfica, neste trabalho foi proposto o uso do aplicativo AutoCAD 2007 (versão *student*), para gerar o modelo tridimensional da superfície descrita na segunda Lei de Brisson. Os resultados obtidos revelaram que além de possibilitar melhor interpretação espacial do terreno, constituiu em um importante recurso didático/pedagógico no auxílio do processo ensino-aprendizagem, o que poderá tornar as atividades desta natureza mais atrativas e produtivas.

Palavras chaves: Modelo digital de superfície, Modelo tridimensional, visão espacial, ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

The teaching of the topographic surface relief interpretation represented by contour lines requires a student's spatial perception. The absence of this perception leads to difficulties in the interpretation of the elements that make up the representation of the physical land surface, without this ability becomes limited the cognitive association process with the reality representation. The application of the AutoCAD 2007 (student version) to generate the three-dimensional surface model described in the second Law Brisson is proposed. Its goal is assisting the development of cognitive ability in interpreting the topographic surface relief. The results revealed that in addition to enabling better interpretation of spatial terrain, it is also an important teaching resource / teaching aid in the teaching-learning process, which could make such activities more attractive and productive.

Keywords: Digital surface model, Three-dimensional model, Spatial vision, Teaching learning.

1. INTRODUÇÃO

A interpretação e a representação do relevo é de extrema importância em vários projetos da área de Engenharia. Para uma boa interpretação do relevo do terreno é de suma importância que as informações coletadas represente-o de forma consistente, podendo estas serem obtidas por imageamento ativo e passivo, técnicas de levantamentos topográficos e geodésicos, entre outras técnicas. Entre as metodologias de representação do relevo estão o modelos digitais de terreno (MDT) e modelos digitais de elevações (MDE). Para Haala e Brenner (1999), o conjunto de pontos que representa as edificações e outros objetos, tais como árvores, sobre a superfície é definido como MDE, enquanto o conjunto de pontos que representa apenas o terreno é definido como MDT.

Tradicionalmente, as técnicas de levantamento consistem em coletar informações do terreno, onde ocorrem os chamados pontos notáveis, caracterizados como locais onde sucedem ondulações, mudanças de declividade no terreno, etc. Com base no levantamento desses pontos é possível representar a superfície, da forma como se apresenta o relevo, em um plano horizontal. O resultado dessa representação é denominado carta topográfica altimétrica. De acordo com Burrough (1986), os dados que representam um relevo podem ser organizados de forma regular ou irregular. Fritsch e Pfannenstein (1992) propuseram uma forma híbrida para organização dos dados. Os dados organizados de forma regular são armazenados em matrizes com células de mesma dimensão. Enquanto aqueles organizados irregularmente usa-se triangulação e são armazenados em estruturas TIN (*Triangulated Irregular Network*), nesta estrutura o método de triangulação *Delaunay* é o mais empregado para construir superfícies de elevação ou de terreno.

A triangulação de *Delaunay* é baseada no encontro no encontro de segmentos de retas em um conjunto de pontos de tal modo que nenhum desses segmentos se cruzem e que cada ponto seja vértice de pelo menos um triângulo.

Segundo Comastri e Gripp Jr. (1998), dentre os vários métodos de representação do relevo de um terreno no plano horizontal, o método das curvas de nível é o mais utilizado.

Seu emprego é mais difundido devido ao fato de melhor representar a forma natural da superfície do terreno, pelas linhas projetadas no plano horizontal, possibilitando no processo cognitivo, ou seja, na capacidade de adquirir conhecimento, interpretar e fazer a leitura das informações contidas na carta topográfica altimétrica de maneira menos complicada que as demais representações.

O método das curvas de nível consiste em reproduzir os pontos que apresentam a mesma cota e/ou altitude em relação ao plano de referência. Estes pontos são ligados por linhas fechadas que os unem como resultado da interseção de planos horizontais equidistantes no terreno (COMASTRI e TULER, 1999).

Entretanto, mesmo com as afirmações dos autores supracitados, que advém de princípios transparecendo como um procedimento trivial verifica-se que a leitura e interpretação das informações que são descritas pela carta topográfica, para muitos, não é tão evidente. Na prática percebe-se que não é simples identificar e isolar, por exemplo: montanhas, ondulações, divisor de águas, linha de cumeada, garganta, bacia hidrográfica (consultar Guerra e Guerra (1999) para mais informações), com a simplicidade que se apresenta por vários autores. Isto devido ao grande número de linhas necessárias para compor a representação, o que torna difícil a visualização espacial.

Uma forma de auxiliar e facilitar a visualização espacial para a identificação de tipo de relevo é associar e definir padrões. Esta associação: tipo de relevo, padrão, leva a uma condição de aprendizagem, uma vez que o primeiro passo, para que o cérebro humano seja capaz de identificar e separar as informações contidas em uma imagem se dá no reconhecimento da forma dos objetos, sendo posteriormente comparados com padrões já pré-definidos em nossas mentes (DEFINIENS IMAGING, 2004).

Para definir um padrão em nossa mente é necessário, primeiramente, conhecê-lo e verificar suas particularidades. Dentre os diversos tipos de padrões que definem a forma do relevo do terreno, ressalta-se o conjunto de regras conhecido por leis de Brisson, de grande utilidade no processo de identificação da forma do relevo do terreno, notadamente em regiões montanhosas.

Apesar das leis de Brisson proporcionarem uma descrição detalhada e exemplificada para cada tipo de relevo, observa-se, na experiência como docente, que boa parte dos alunos apresenta dificuldades para visualizar tridimensionalmente a superfície.

Seabra e Santos (2005), com base em seus estudos, concluíram que a habilidade de visualização espacial é um importante componente da habilidade cognitiva humana. Nesse sentido, o não desenvolvimento dessa habilidade, poderia ser considerada como uma das causas do desestímulo à aprendizagem de disciplinas básicas de cursos técnicos, de engenharias entre outros.

Frente à necessidade do emprego de tecnologias que possam auxiliar nos trabalhos de representação cartográfica, uma ferramenta muito utilizada é o aplicativo Desenho Auxiliado por Computador - *Computer Aided Design* (CAD). Essa ferramenta, com uma ampla aplicação em diversas áreas, tem sido igualmente útil nas áreas técnicas, principalmente no ensino da topografia.

O programa AutoCAD 2007, versão *student*, possui ferramentas que proporcionam a modelagem da superfície em terceira dimensão, podendo este constituir em um excelente recurso didático pedagógico no ensino teórico e prático de leitura das informações contidas em uma carta topográfica altimétrica.

Com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento da habilidade cognitiva na visualização da forma do relevo, foi proposto o uso do AutoCAD 2007 versão *student* para efetuar a representação tridimensional das superfícies terrestre descritas nas leis de Brisson.

2. OBTENÇÃO DO MODELO DIGITAL DE ELEVÇÃO DA SUPERFÍCIE DESCRITA NA SEGUNDA LEI DE BRISSON

Com a finalidade de demonstrar a aplicabilidade das ferramentas do AutoCAD 2007, versão *student*, como um mecanismo de apoio didático na visualização espacial da superfície topográfica, foi reconstruído tridimensionalmente o relevo descrito pela segunda lei de Brisson: “O ponto de encontro dos divisores de água de dois ou mais contrafortes na linha de cumeada é um pico ou cume.” (Figura 1).

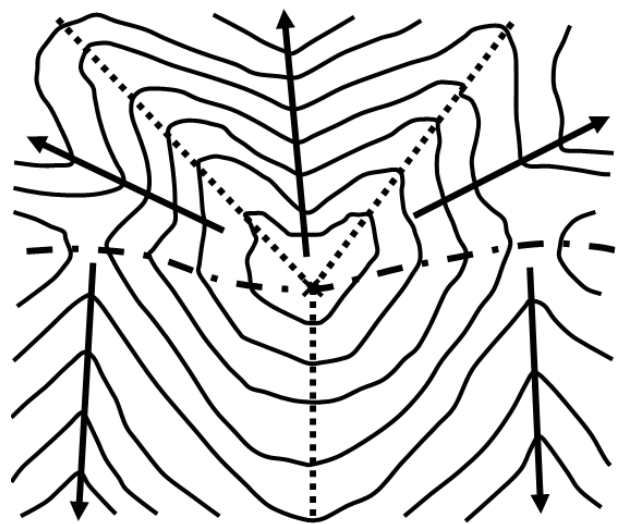


Figura 1 - Representação da segunda lei de Brisson. Fonte: Costa e Figueiredo (2001).

Na Figura 1 estão representados os seguintes elementos:

Linha de cumeada	--- · · · · ·
Divisor de água	·····
Curso d'água	—————→
Curva de nível	~~~~~
Garganta	⊗
Pico	⊗

Para efetuar a reconstituição tridimensional da superfície referida na Figura 1 foram realizadas as seguintes etapas representadas na Figura 2.

O modelo que representa a segunda lei de Brisson foi inserido no programa AutoCAD 2007, versão *student* e posteriormente efetuou-se a vetorização das curvas de nível utilizando o comando *polyline*. A cada curva de nível digitalizada foi associada a sua cota. Criou-se uma rede de pontos com coordenadas x e y, sendo a coordenada z dos respectivos pontos associada pelo emprego do método de interpolação. Com estes pontos foi gerada uma malha retangular utilizando o comando *3D Mesh*.

Para visualizar a malha retangular, gerada usou-se o comando *3D wireframe*. Essa malha, também foi visualizada como uma superfície sólida, para tanto, foi empregado comando *realistic*.

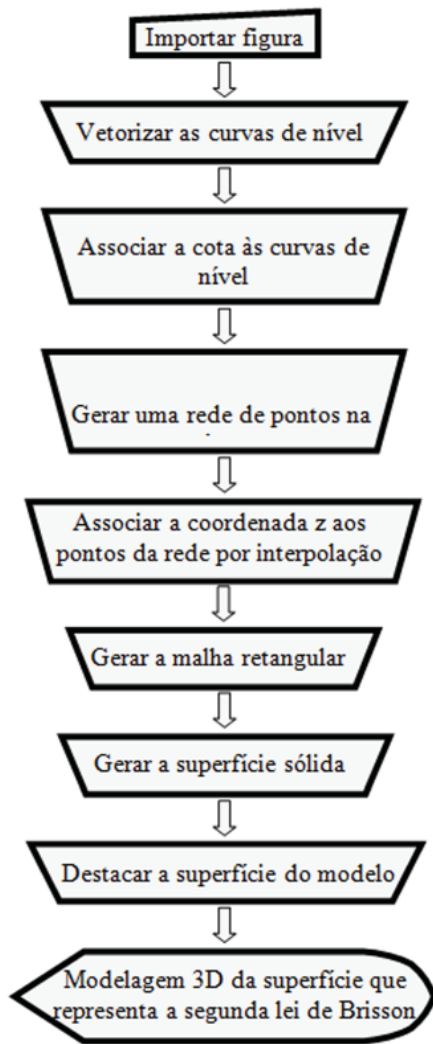


Figura 2 - Fluxograma da representação 3D da segunda lei de Brissou.

Esta superfície sólida que constitui o modelo digital da superfície foi iluminada em posições diferentes utilizando o comando *New Point Ligth*.

Com a finalidade de facilitar a prática docente e melhor explorar o recurso adotado, foi efetuada a individualização em *layers* dos elementos que compõem a figura e das feições que representam seus pontos notáveis.

Também foi empregado o comando *Free Orbit* que possibilitou movimentar e girar o modelo 3D obtido.

Vale ressaltar que, atualmente, técnicas tem sido desenvolvidas como varredura a laser e SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mapping*) para a geração de MDTs e MDEs, que eliminam a execução das seis primeiras etapas apresentadas no fluxograma da Figura 2, porém dependendo das especificações e custo tais técnicas não são empregadas cotidianamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vetorização da figura que representa a segunda lei de Brissou (Figura 3), por si só ainda não possibilita a identificação da conformação da superfície mesmo que estejam associados os valores das cotas às respectivas curvas.

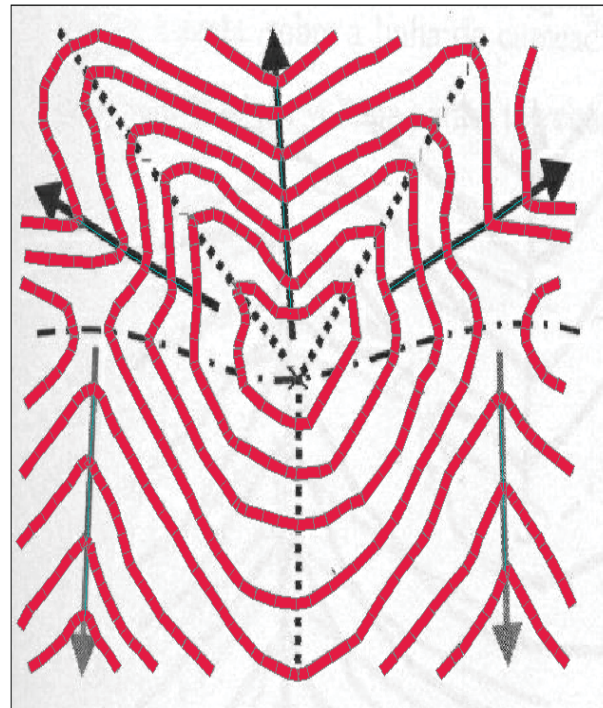


Figura 3 - Ilustração da figura que representa a segunda lei de Brissou vetorizada.

A visualização da superfície tridimensional, foi possível ao mudar a perspectiva do ângulo de visada do observador. Isto foi conseguido utilizando o comando *Free Orbit* (Figura 4a e 4b).

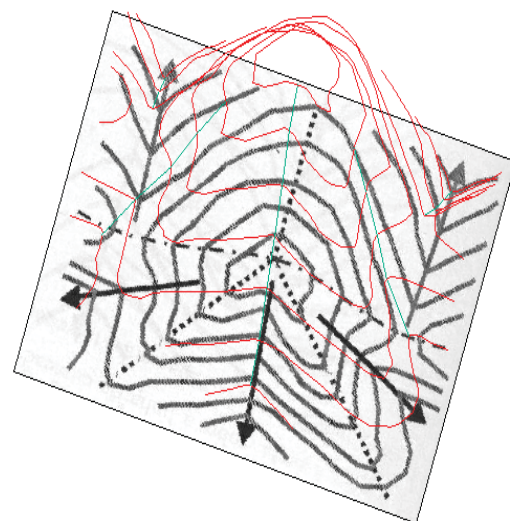


Fig. 4a - Visão tridimensional das curvas de nível descrita pela segunda lei de Brissou.



Figura 4b - Visão tridimensional das curvas de nível descritas pela segunda lei de Brissou com o layer, que armazena a figura matricial desabilitado.

Dependendo da posição de observação/ponto de visada das Figuras 4a e 4b, nota-se que os contornos e arestas ficam mais evidenciados, mas ocorre a sobreposição de linhas, o que dificulta a observação da forma do relevo. Esta dificuldade é pertinente para quem possui experiência em trabalhos desta natureza, e fica mais evidente a compreensão para os discentes.

Para uma melhor demonstração da forma do relevo, foi criada uma rede de pontos cotados, com os quais gerou-se uma malha retangular (Figura 5).

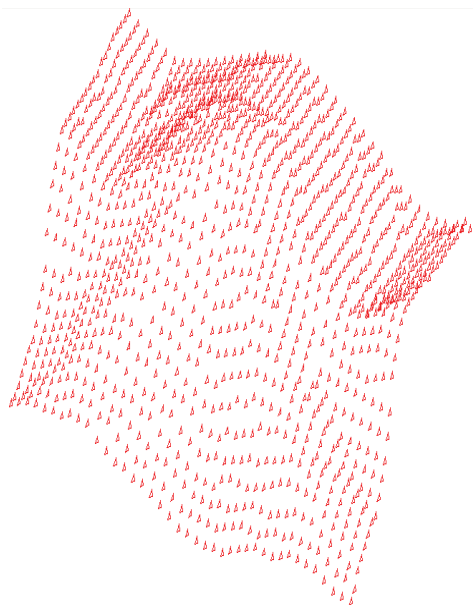


Figura 5 - Rede de pontos cotados da superfície descrita na segunda lei de Brissou.

Comparando as figuras 4 e 5, verifica-se que com a rede de pontos cotados houve uma melhora na percepção da forma do relevo. No entanto, dependendo do ponto de observação ainda persiste a dificuldade de visualização decorrente da sobreposição de informações da parte frontal com a posterior.

Com a malha de pontos cotados (Figura 5) foi confeccionada uma malha retangular da superfície (Figura 6).

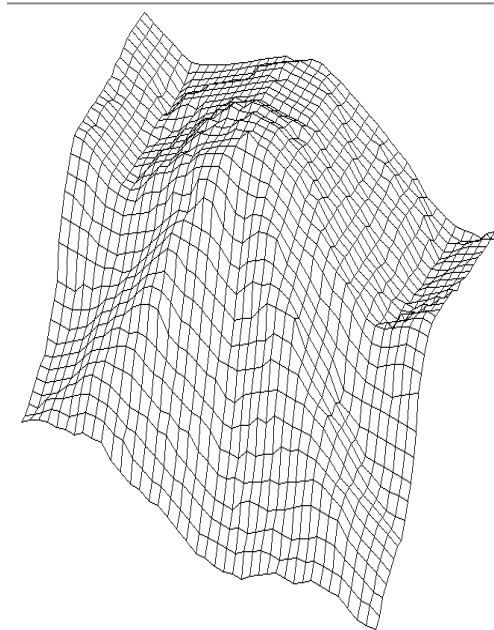


Figura 6 - Malha retangular da superfície descrita na segunda lei de Brissou.

A malha retangular representada na Figura 6, ainda possui dificuldades na visualização dos contornos e arestas de toda a superfície.

A eliminação desta dificuldade foi resolvida com a criação de uma superfície sólida. Mesmo com a criação da superfície sólida ainda persiste a dificuldade na visualização dos contornos e arestas na representação do relevo, independente da posição do observador (Figura 7).

Na superfície sólida algumas feições foram evidenciadas facilitando a visualização de parte dos pontos notáveis do relevo, por exemplo, o destaque das linhas de drenagem e das linhas de cumeada.

Na superfície apresentada na Figura 7, tem-se a possibilidade de acrescentar as curvas de nível que originaram a essa representação, com a habilitação do seu layer (Figura 8).

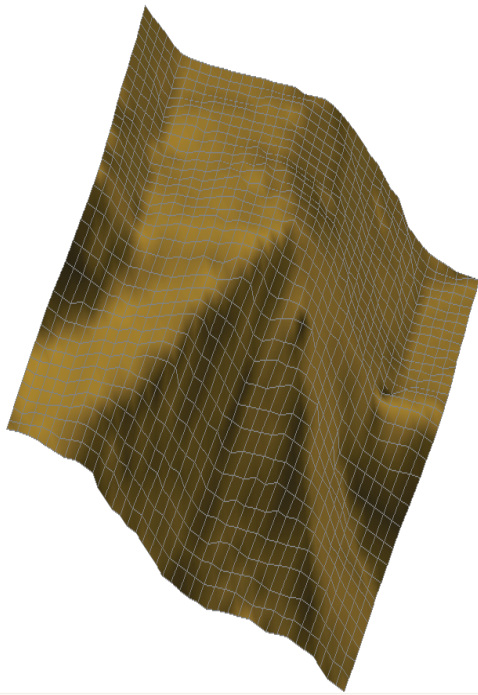


Figura 7 - Superfície sólida que representa a segunda lei de Brisson.

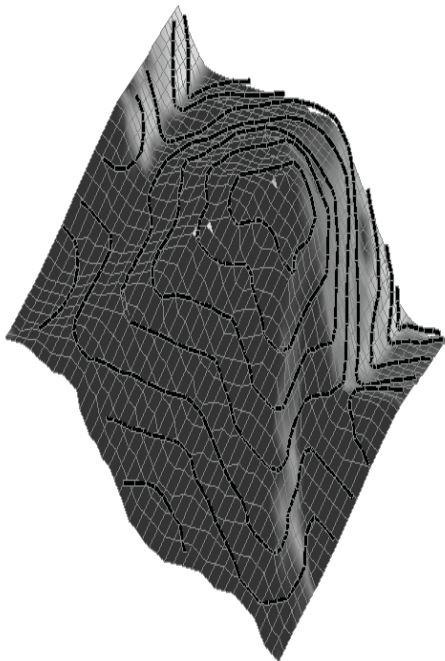


Figura 8 - Superfície sólida descrita pela segunda lei de Brisson com as curvas de nível associadas.

A Figura 8 proporciona uma visão tridimensional da localização das curvas de nível no terreno, possibilitando melhores condições para a percepção e correlação espacial dos pontos notáveis da forma do relevo.

O programa permite também incrementar efeitos na superfície sólida criada, a exemplo, a sua iluminação com o comando *New point Light*.

Ao iluminar a superfície sólida, as encostas que compõem o relevo foram melhores evidenciadas, facilitando a identificação e localização dos divisores de água, dos talvegues (cursos d'água) e das vertentes (definição em Guerra e Guerra (1999)) (Figura 9).

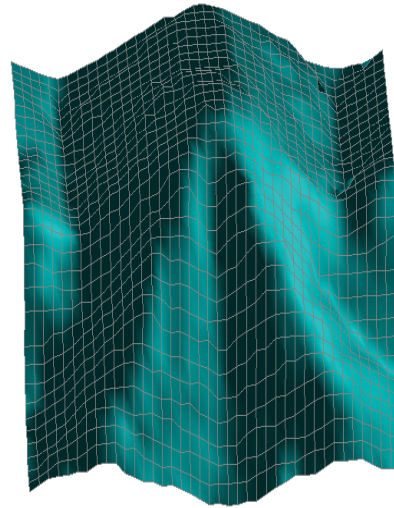


Figura 9 - Superfície sólido com as encostas destacadas pelo efeito da iluminação.

Na Figura 9 as vertentes da superfície expostas à luz, são representadas pela parte mais clara, já a parte mais escura é a vertente sombreada.

Esta nova forma de apresentação da superfície sólida, também possibilita os estudos e análises das áreas sombreadas de acordo com a posição do ponto de iluminação. Este recurso possibilita a criação de uma base de informações que podem ser utilizada em outras áreas do conhecimento, a exemplo no planejamento territorial conforme mencionado por Florenzano (2008) pág. 87.

Nessa superfície sólida também pode-se representar digitalmente os demais elementos que constituem a superfície (Figura 10).

Na figura 10, as curvas de nível são representadas pelas linhas pretas e cheias; as linhas de cumeada pelas linhas brancas e tracejadas; os divisores de água por linhas brancas e pontilhadas e os talvegues (cursos d'água) pelas linhas brancas e cheias.

Esta forma de apresentação do relevo a visualização da superfície torna-se mais evidente, uma vez que os seus elementos podem ser inseridos gradativamente indicando a posição das feições.

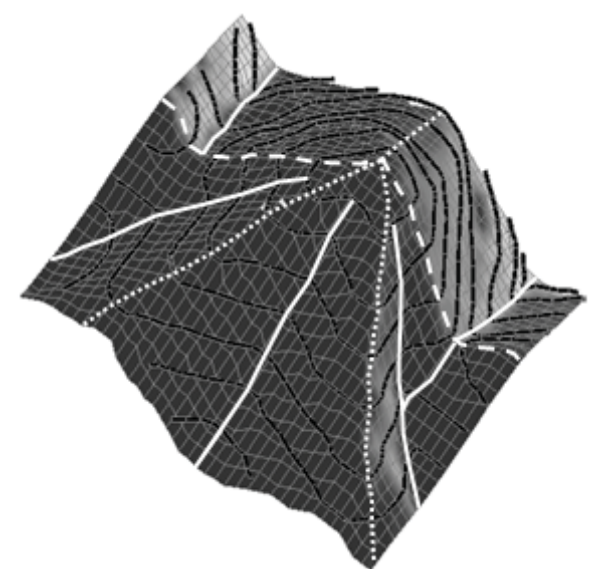


Figura 10 - Superfície sólida com as representações dos elementos que compõem o relevo.

O comando *layer* é um recurso que também permite efetuar mudanças na cor dos elementos e realçar o seu contraste, criando destaques dos elementos de interesse o que proporciona uma melhor identificação destes.

Assim, com a utilização dos comandos e procedimentos mencionados foi possível elaborar o modelo do relevo descrito por Brisson de forma tridimensional e associar elementos que indicam suas feições. Isto possibilita a construção do conhecimento pela associação da representação com a realidade.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo sobre o uso do programa AutoCAD2007 como recurso didático no ensino da interpretação do relevo topográfico. Para validar o estudo proposto foram conduzidos testes com dados reais. A representação da superfície do terreno descrita pela segunda Lei de Brisson na sua configuração tridimensional foi possível utilizando as ferramentas do programa AutoCAD2007, versão *student*.

As ferramentas do programa constituem uma importante metodologia de apoio didático/ pedagógico no estudo de uma superfície.

A visualização espacial da superfície de forma tridimensional pode ser realizada sob vários ângulos de observação/visada, o que facilita a compreensão da forma do relevo.

Ressalta-se, que além da visualização tridimensional, a possibilidade de demonstrar gradativamente os elementos que constitui a superfície, aguça a percepção espacial, auxiliando no desenvolvimento da habilidade cognitiva que leva à associação da representação com a realidade, podendo tornar as atividades desta natureza mais atrativas e produtivas.

Mesmo constituindo em um importante recurso de apoio didático/pedagógico no ensino de interpretação do relevo da superfície topográfica, há a necessidade de conhecer, de fato, as ferramentas do programa, para que o usuário possa dar sentido ao processo de ensino-aprendizagem.

REFERENCIAS

BURROUGH, P. A. **Digital Elevation Models: principles of geographical information system for land resources assessment monographs on soil and resources survey**. New York, Clarendon Press, 1986.

COMASTRI, J. A.; GRIPP Jr., J. **Topografia Aplicada – medição, divisão e demarcação**. Viçosa, Editora UFV, 1998.

COMASTRI, J. A.; TULER, J. C. **Topografia – Altimétrica**. 3ª Edição. Viçosa, Editora UFV, 1999.

COSTA, P. S. da; FIGUEIREDO, W. C. **Estradas - Estudos e Projetos**. 2ª ed. Salvador, EDUFBA, 2001.

DEFINIENS IMAGING. **User Guide 4.0. eCognition**, 468p. 2004. Disponível em <<http://www.pcigeomatics.com/products/definiens.html>>. Acesso: novembro de 2011.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais**. São Paulo, Oficina de textos, 2008.

FRITSCH, D.; PFANNENSTEIN, A. Integration of DTM data structures into GIS data Models. **America Society Photogrammetry & Remote Sensing, Commission III**, p. 497-503, 1992.

GUERRA & GUERRA. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

HAALA, N.; BRENNER, C. Interpretation of Urban Surface Models Using 2D Building Information. **Computer Vision and Image Understanding**, v.72, n. 2, p. 204-214, Nov. 1999.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. Análise de requisitos de uma ferramenta 3D para desenvolvimento da cognição espacial. **Graphica**, 2005.