

PROPOSTA DE ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA PARA AS REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS TRIDIMENSIONAIS

JULIANA MOULIN FOSSE^{1,2}
JORGE ANTONIO SILVA CENTENO¹
CLAUDIA ROBBI SLUTER¹

¹Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - CPGCG
Centro Politécnico, Curitiba – PR
{jumoulin, centeno, robbi}@ufpr.br

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ
Instituto de Tecnologia - IT
Departamento de Engenharia, Seropédica - RJ
{jumoulin}@ufrj.br

RESUMO - Este artigo aborda um estudo sobre a orientação geográfica em modelos tridimensionais (3D) para fins cartográficos. Para tal foi usada uma área de estudo localizada no interior do estado do Rio de Janeiro, a partir da qual foram geradas três representações cartográficas, cada uma com um método de orientação geográfica diferente. O primeiro método de orientação geográfica proposto usou letras nas bordas do modelo para indicar os pontos cardeais e colaterais. O segundo método usou a rosa dos ventos para indicar as direções. E o terceiro método foi composto pelo modelo 3D e por uma figura usada como um mapa plano auxiliar da área representada, onde uma marca itinerante mostra, em tempo real, o ponto de vista do usuário no modelo 3D. Tais métodos foram avaliados por meio de um teste qualitativo de percepção cartográfica, realizado por nove estudantes da Universidade de Karlsruhe, na Alemanha. O teste foi baseado em questões cognitivas que buscam entender o processo de percepção da informação de um mapa em um ambiente tridimensional e interativo. Alguns resultados obtidos são apresentados e discutidos neste artigo.

ABSTRACT – This paper presents a study about geographic orientation in three-dimensional (3D) cartographic representation. The studying area is located in the interior of Rio de Janeiro State. This area was divided in three sub-areas. For each of those sub-area was generated one different cartographic representation, with different methods of geographic orientation. The first method of geographic orientation used letters on the edges of the model in order to indicate cardinals and collaterals points. The second method used the wind rose in order to show directions. And the third method was composed by the 3D model and a image of a bi-dimensional map which depicts the represented area on a vertical perspective view. There is a itinerant mark on the bi-dimensional map that shows the point of view of the user in the model 3D in real time. The 3 methods were evaluated by a qualitative test of cartographic perception, developed by nine students of the University of Karlsruhe, in Germany. The test was based on cognitive questions in order to understand the perception process of maps using on a three-dimensional and interactive environment. Some results are presented and discussed in this paper.

1 INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas a Cartografia tem experimentado o efeito das novas tecnologias que possibilitam novas maneiras de representação, como por exemplo, ver informações com sensação tridimensional e de forma interativa. Como consequência dessas “novas” maneiras de representar, pode-se citar a facilidade de entendimento dos usuários, que muitas vezes têm dificuldades na leitura do mapa plano, bidimensional.

Além disso, tecnologias como o *laser scanner* e a fotogrametria digital tem proporcionado a obtenção rápida e fácil de dados cartográficos tridimensionais, que anteriormente eram difíceis de serem extraídos de forma automatizada, diretamente do campo. Outra facilidade é a existência de *softwares* desenvolvidos para gerar modelos tridimensionais, que torna possível a representação detalhada do relevo e dos objetos e feições que compõem a área. Outros *softwares* possuem recursos que permitem reproduzir em ambiente virtual uma cena real detalhada, e

ainda dispõem de recursos que facilitam ao usuário ver e interagir com os modelos gerados.

Entretanto, nada se sabe sobre as regras de projeto cartográfico para a geração de um modelo tridimensional interativo com fins cartográficos. A simbolização, a projeção cartográfica, a escala e a orientação geográfica são elementos que devem ser estudados no âmbito da Cartografia 3D. As representações cartográficas tridimensionais já começam a fazer parte do nosso cotidiano e ainda não se sabe como tais elementos se comportam em ambientes tridimensionais e interativos.

Para entender a percepção de orientação em representações cartográficas 3D, este artigo descreve três propostas de orientação geográfica. Tais representações foram avaliadas por estudantes da Universidade de Karlsruhe, da área de Cartografia ou áreas afins, por meio de um teste de percepção cartográfica, e os seus principais resultados serão apresentados no decorrer deste trabalho.

2 CARTOGRAFIA 3D

O sistema de percepção humano permite que as pessoas percebam e interpretem o mundo de forma natural. Entretanto, a percepção de um mapa pode ser mais difícil. Por isso são necessários, na Cartografia, estudos que visem conhecer o processo que ocorre no nosso sistema de percepção e, com base nisso, gerar produtos cartográficos mais eficientes.

Segundo Terribilini (1999), uma maneira de melhorar a qualidade dos produtos cartográficos é saber como se processa a informação no sistema de percepção humano e produzir mapas que pareçam mais similares com o mundo em que vivemos. Isso não significa que os mapas devam representar a paisagem de forma realística por completo, mas preferivelmente que o mapa seja produzido tão como é percebido o mundo.

Tendo o mundo como tridimensional, logo, é razoável que se imagine que um mapa, também tridimensional, seja entendido mais facilmente que um mapa plano, tal como um modelo interativo. Segundo Terribilini (1999), num mapa 3D interativo o usuário pode se mover em tempo real no modelo virtual e escolher o melhor ponto de vista para interpretá-lo e, assim, melhorar o fluxo de informações entre o usuário e o mapa.

O desenvolvimento tecnológico tem resultado em uma gama de novos produtos cartográficos que podem ser produzidos de forma rápida, barata e interativa, e a ênfase dada a esse tipo de produto tem transformado o uso do mapa da forma estática para a forma dinâmica (CARTWRIGHT e PETERSON, 2007, p.2).

Portanto, é notória a importância de estudos no âmbito da Cartografia 3D que visem entender o seu funcionamento, tanto em nível do processo de cognição

do usuário como do sistema tridimensional e interativo. E, dentre estes elementos, está a orientação geográfica.

3 MODELAGEM DOS DADOS E PROPOSTA DE ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA

Foram geradas três representações cartográficas tridimensionais, e em cada uma destas representações foi proposto um método de orientação geográfica diferente.

A área de estudo fica localizada no município de Macaé, estado do Rio de Janeiro – Brasil. É uma região de zona rural, com relevo de característica montanhosa e ligeiramente povoada. Esta área foi dividida em três áreas menores, das quais foram geradas três modelos tridimensionais. Para tal, foi usado o *software* 3D Studio Max e depois exportado para a linguagem VRML. O MDT (Modelo Digital de Elevação) foi gerado por TIN (Rede Triangular Irregular) e depois foi construída uma superfície de referência horizontal, como ilustra a Figura 1.

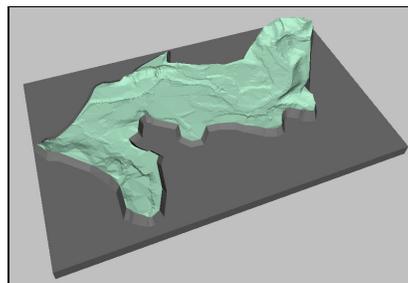


Figura 1 – MDT e superfície de referência horizontal de uma das áreas modeladas

Depois de gerado o modelo do terreno e os demais objetos e feições presentes em cada área, foi adotado um método de orientação geográfica. O primeiro método de orientação foi sugerido por Haeberling (2002), onde há a inserção de letras nas laterais do modelo para indicar a direção dos pontos cardeais e colaterais: N = norte, S = sul, E = leste, O = oeste, NE = nordeste, SE = sudeste, SO = sudoeste e NO = noroeste.

As letras são bidimensionais e, dependendo do ângulo de visada, estas podem se tornar ilegíveis no ambiente virtual. Assim, optou-se em fazer com que as letras indicativas dos pontos cardeais sempre estivessem orientadas para a posição do usuário, de modo a evitar este problema. A Figura 2 ilustra este método, aplicado a uma das representações cartográficas, com a posição das letras voltada para o usuário.

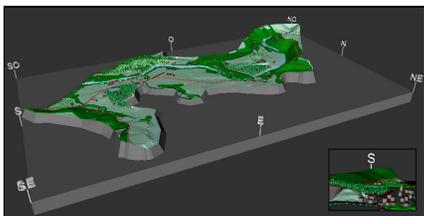


Figura 2 – Letras nas laterais do modelo

A segunda representação cartográfica apresenta um método semelhante ao método de orientação usado em alguns mapas em papel, que aprendemos desde os primeiros anos escolares, que é a rosa dos ventos. Sendo assim, foi inserida no canto esquerdo superior da área do modelo, uma rosa dos ventos indicando as direções de norte, sul, leste e oeste (Figura 3).

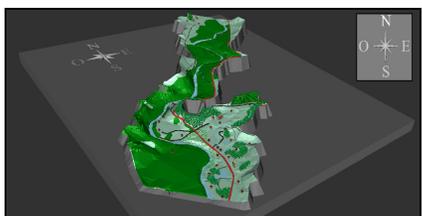


Figura 3 – Rosa dos ventos

Na terceira representação cartográfica foi elaborado um método de orientação geográfica sugerido por Fosse (2004, p. 98), onde, além do modelo 3D, existe uma figura, ao lado direita da tela, correspondente a este mesmo modelo, porém vista de cima, isto é, com perspectiva ortogonal. Enquanto o usuário navega no modelo 3D a sua posição é apresentada na figura plana ao lado através de uma marca itinerante, representada por um asterisco. A intenção é que o usuário possa se orientar com o auxílio do modelo representado no plano, orientado para a direção norte.

A Figura 4 ilustra o método adotado na terceira representação cartográfica: do lado esquerdo da tela o modelo 3D e do lado direito a figura que representa o mesmo modelo em perspectiva ortogonal, com o ícone que representa a posição do ponto de vista do usuário, ampliado.

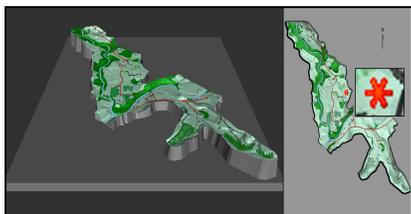


Figura 4 – Sistema de localização com marca itinerante

As três representações cartográficas tridimensionais foram avaliadas por meio de um teste de percepção visual com alunos da Universidade de

Karlsruhe, localizada na cidade de Karlsruhe, Alemanha, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2008. O teste de percepção cartográfica foi baseado em questões cognitivas, tais que, fosse necessário que o entrevistado navegasse no modelo 3D e usasse o método de orientação geográfica para responder as questões e, dessa forma, interagisse com o sistema a ser avaliado. A Figura 5 ilustra um dos alunos de doutorado do Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (*Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung*) da Universidade de Karlsruhe fazendo o teste.



Figura 5 – Entrevistados fazendo o teste de percepção

A seguir, alguns resultados do teste são apresentados e discutidos, com base na análise das respostas de nove entrevistados.

4 RESULTADOS

A primeira tarefa do teste, discutida neste artigo, tem o objetivo de identificar, dentro dos métodos de orientação geográfica apresentados, aquele que o entrevistado acha mais fácil de usar, ou seja, que se executa sem dificuldades. E o porquê desse método escolhido ser mais fácil de ser usado do que os demais.

Dos nove entrevistados, cinco disseram que das três representações cartográficas, o modelo que usa as letras nas bordas para indicar a orientação geográfica é o mais fácil para se orientar, pois é sempre possível ver a indicação dos pontos cardeais de um ponto de vista próximo do modelo. Porém, um entrevistado achou o método da “rosa dos ventos” mais fácil, visto que este símbolo já é conhecido e geralmente usado para a orientação de mapas em papel, o que, segundo ele, facilita a orientação devido à familiaridade com o sistema representado. Um dos entrevistados achou que tanto o primeiro quanto o segundo métodos são igualmente fáceis de usar, devido aos mesmos motivos já citados. Dois entrevistados acharam o terceiro método mais fácil: segundo um deles, isso se deve a posição fixa da direção

norte na figura usada como mapa plano auxiliar e ao sistema de localização interativo que mostra a posição do ponto de vista do usuário do modelo tridimensional; o outro entrevistado também justificou pelo uso da figura do mapa auxiliar, mas principalmente por ele ser um especialista da área de Cartográfica, o que, segundo ele, torna o terceiro método fácil de usar pelos conhecimentos já existentes, mas pode ser um método difícil para aqueles usuários não especialistas da área.

Com base nas análises dos resultados obtidos por esse grupo de entrevistados, não se pode concluir qual é o “mais fácil” método de orientação geográfica, dentre os apresentados, para este grupo de entrevistados, para uma representação cartográfica 3D. Entretanto, pode-se perceber uma tendência que aponta para a orientação geográfica que usa letras para indicar as direções como sendo uma maneira simplificada e fácil de usar, principalmente por pessoas não especialistas da área de Cartografia. Entretanto, nada se pode concluir e são necessárias novas pesquisas nessa área de estudo.

Outra tarefa é saber do entrevistado se o método de orientação geográfica que ele considera mais fácil de ser usado é também o método mais adequado para ser adotado numa representação cartográfica 3D. Caso ele considere outro método de orientação geográfica mais adequado, qual é o melhor método e por quê, ou seja, qual é o critério usado para fazer esta escolha.

Dos nove entrevistados, dois disseram que a orientação geográfica usada na primeira representação cartográfica (letras indicando as direções cardeais) é a mais adequada para ser adotada, porque é a mais fácil de ser usada pelas pessoas que não são especialistas da área de Cartografia, já que é possível alguma referência de localização de qualquer posição próxima ao modelo virtual. Outros três entrevistados consideraram o método mais adequado aquele que usa o modelo 3D e a figura do mapa plano. Segundo estes entrevistados, a experiência no uso de mapas planos pode ajudar na orientação de uma representação cartográfica tridimensional, além da marca itinerante de localização, porém, este método pode ser difícil de ser interpretado por usuário de pouco conhecimento cartográfico. Outros quatro entrevistados sugeriram alguma alteração para complementar a representação cartográfica afim de torná-la adequada. Desses, 2 entrevistados sugeriram unir o primeiro método como o terceiro, de forma a manter a estrutura da figura do mapa auxiliar e sistema de localização interativo, e inserir os pontos cardeais e colaterais no modelo virtual. Um entrevistado sugeriu que fosse acrescentado um eixo de referência XYZ na parte virtual da terceira representação cartográfica. E um entrevistado propôs que fosse usado o primeiro método, ou segundo, acrescentado de uma bússola de orientação fixa no *display* do modelo virtual, ou usar o terceiro método complementado com uma orientação do ângulo do ponto de vista do usuário na figura do mapa auxiliar, juntamente com a marca itinerante de localização.

Assim como na questão anterior, nada pode ser concluído, com base nos resultados deste grupo, quanto ao método mais adequado para propor a orientação geográfica para as representações cartográficas 3D. Assim, novas pesquisas nesta área devem ser desenvolvidas para futuros trabalhos. Entretanto, algumas sugestões foram dadas pelos participantes do grupo, que devem ser testadas e reavaliadas.

A última questão deve complementar as duas anteriores através de críticas e sugestões sobre os três métodos de orientação geográfica discutidos no teste. Além disso, o usuário pode sugerir outro método para futuros experimentos ou alguma modificação para os já apresentados.

O primeiro método de orientação geográfica proposto não foi indicado para uma visão geral do modelo (Figura 6), mas foi considerado o mais adequado para um ponto de vista mais próximo dos objetos representados no modelo, pois é possível ter a referência de um ou mais pontos cardeais e assim se orientar (Figura 7). Este método também foi considerado o mais adequado para as pessoas que não são especialistas em Cartografia.

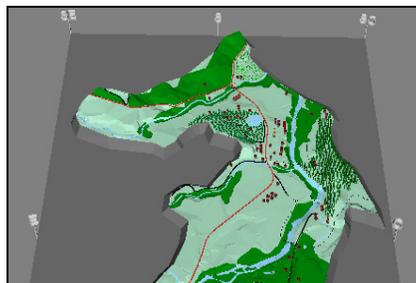


Figura 6 – Visão geral do modelo

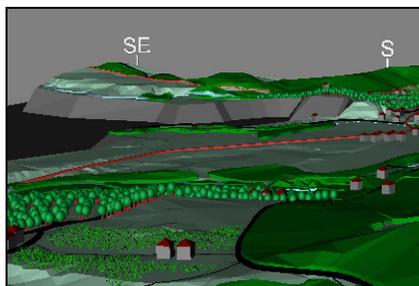


Figura 7 – Ponto de vista próximo do modelo

A orientação geográfica usada no segundo modelo é dificultada pela necessidade de ter a representação cartográfica de um ponto de vista mais distante, pois é preciso ver em tela tanto o modelo quanto a rosa dos ventos para a orientação. Assim, este método foi considerado o mais indicado para situação em que se necessita ver o mapa como um todo, pois a rosa dos ventos facilita a orientação geral da representação cartográfica (Figura 8). Entretanto, para se ver uma região específica do modelo pode ocorrer a perda da visão geral,

e por consequência torná-lo mais difícil de ser usado (Figura 9).

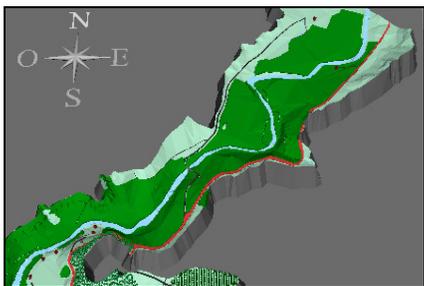


Figura 8 – Visão geral do modelo



Figura 9 – Ponto de vista próximo do modelo

O terceiro modelo foi considerado por alguns entrevistados como o mais completo, pois a figura do mapa plano auxilia a localização e a marca itinerante complementa essa idéia com dinamismo. Entretanto isso pode depender uma energia mental maior já que o usuário precisa interagir simultaneamente com o modelo virtual e com a figura do mapa auxiliar, e isso pode se tornar mais complexo, ao invés de mais prático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é um trabalho inicial e, portanto, não conclusivo. Com base nas respostas e sugestões dadas pelos entrevistados outros trabalhos devem ser feitos, em busca de um sistema mais completo de orientação geográfica que abranja as representações cartográficas 3D geradas para outros grupos de usuários.

Além da orientação geográfica, a simbologia, a projeção cartográfica e a escala também são elementos importantes no âmbito das representações cartográficas 3D e também necessitam ser estudados em profundidade. É necessário conhecer o comportamento destes quatro elementos para se propor regras de projeto para as representações tridimensionais para fins cartográficos. Neste contexto, se enfatiza que trabalhos futuros continuem sendo desenvolvidos nesta linha de pesquisa, que é de suma importância para o desenvolvimento da Cartografia 3D.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem ao CNPQ, à CAPES e ao DAAD pelo fomento em forma de bolsa de estudo da doutoranda.

REFERÊNCIAS

CARTWRIGHT, W; PETERSON, M. P. Multimedia cartography. In: CARTWRIGHT, W.;PETERSON, M. P.; GARTNER, G. **Multimedia cartography**. 2. ed. Berlin/Heidelberg: Springer, 2007, p. 1-10.

FOSSE, J. M. **Representação cartográfica interativa tridimensional**: Estudo da variável visual cor em ambiente VRML. 134 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

HAEBERLING, C. 3D Map presentation: A systematic evaluation of important graphic aspects. In: ICA MOUNTAIN CARTOGRAPHY WORKSHOP, 2002, Oregon. **Proceedings...** Oregon: ICC-ICA, 2002.

TERRIBILINI, A. Maps In Transition: Development Of Interactive Vector-Based Topographic 3D-Maps. In: INTERNATIONAL CONFERENCE CARTOGRAPHY, 19.,1999, Ottawa. **Proceedings...** Ottawa: ICC-ICA, 1999.