

# **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE VARIÁVEIS DE REPRESENTAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MAPA TRIDIMENSIONAL**

*Preliminary Evaluation of Representation's Variables to Compose a 3D Map*

**Juliana Moulin Fosse<sup>1</sup>**  
**Jorge Antonio Silva Centeno<sup>2</sup>**  
**Claudia Robbi Sluter<sup>3</sup>**

**Universidade Federal do Paraná**  
**Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas**  
Caixa Postal 19001, CEP 81.531-990 – Curitiba – PR.

<sup>1</sup>jumoulin@ufpr.br

<sup>2</sup>centeno@ufpr.br

<sup>3</sup>robbi@ufpr.br

## **RESUMO**

O desenvolvimento tecnológico ocorrido nas últimas décadas tem possibilitado a extração de dados geográficos dos elementos da superfície terrestre em suas três dimensões. Além da viabilidade na aquisição desses dados, as técnicas de computação gráfica também têm possibilitado a representação desses dados, transformando-os em informações visuais. Técnicas de visualização e a possibilidade de comunicação entre usuário e computador oferecem novas maneiras de representar a paisagem. Entretanto, do ponto de vista da cartografia, a representação de informações temáticas através de um modelo tridimensional ainda se encontra numa fase inicial. Como na cartografia bidimensional, alguns princípios cartográficos devem estar presentes no modelo 3D de forma que o usuário reconheça as informações representadas no mapa e seja capaz de aumentar o seu conhecimento através da visualização. Dentro do escopo deste problema, este trabalho aborda algumas questões pertinentes a percepção do usuário para propor a construção de um mapa 3D. Para tal, modelos tridimensionais são construídos, variando variáveis de representação como a textura, o grau de generalização dos elementos do mapa, ângulo e distância de observação, iluminação, cor do fundo e uso de canevas. Estes modelos foram utilizados em um teste preliminar. A partir dos resultados obtidos, conclusões a respeito do efeito de cada variável e a preferência de potenciais usuários foram deduzidas. Este teste é de caráter preliminar e novos esforços devem ser dedicados a este tema, com o objetivo de propor recomendações para a construção de mapas tridimensionais.

**Palavras chaves:** Mapa 3D, Cognição, Visualização.

## **ABSTRACT**

The technological development of the last decades has enabled to extract geographical data to model three-dimensional elements of the earth surface. Besides the feasibility of obtaining these data, graphics computer techniques also enable to represent them. Visual techniques and the interaction between user and computer enable new alternatives to represent the environment. However, the 3D thematic cartography and methods to represent spatial data in a 3D computer environment is still beginning. Cartographic principles, such as those used in bi-dimensional cartography, must also be proposed and followed in 3D modeling, so that the user is able to recognize the information displayed on the map and the knowledge of the user can be enriched by the visualization. Within the scope of this problem, this work discusses some relevant issues related to user's perception, in order to propose guidelines for the building of a 3D map. For this purpose, three-dimensional models were built and they were used in a test. In the test, representation variables, such as texture, view angle and distance, lightness, colour and the use of a coordinate grid were systematically changed. The results of the test were used to draw conclusions about the effect of the representation variables and about the preference of the

users. This is a preliminary test and more effort must be dedicated to the problem in future studies, in order to propose guidelines for the construction of 3D maps.

**Keywords:** 3D Map, Cognition, Visualization.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia atualmente utilizada no processo de coleta de dados espaciais referentes à superfície terrestre e na elaboração do produto final representativo desta realidade, tem se tornado viável e aperfeiçoado a cada dia em busca de uma coleta e modelagem mais aprimorada. Sejam os elementos da superfície aqueles caracterizados pela sua acomodação nivelada à superfície da terra, como por exemplo: as estradas, as ferrovias, os campos e quadras de esportes e os poços de inspeções, ou aqueles que se sobressaltam à superfície, como os edifícios, os muros, as árvores e as linhas de energia elétrica, entre outros. Além da viabilidade na aquisição desses dados, as técnicas de computação gráfica também têm possibilitado a sua representação, transformando-os em informações visuais.

Entretanto, do ponto de vista da cartografia, a representação de informações temáticas através de um modelo tridimensional, encontra-se na etapa inicial. Tanto como na cartografia bidimensional, alguns princípios cartográficos também devem se fazer presentes no modelo 3D, para que o usuário interprete corretamente as informações representadas. Segundo PETROVICK (2003), os princípios de projeto da cartografia plana têm sido desenvolvidos por décadas e formado a base fundamental dos mapas até então produzidos, porém princípios cartográficos para a geração de mapas tridimensionais ainda não existem.

Portanto, eis a questão norteadora desse trabalho: Como usar de alguns princípios que levam em consideração a percepção do usuário para gerar um mapa tridimensional mais inteligível? Parte-se da pressuposição de que se forem realizados testes que levem em consideração a percepção do usuário num mapa 3D, então poderão ser obtidas algumas respostas que, num segundo momento, possibilitarão a elaboração de novas hipóteses para a construção de um modelo genérico, que poderá ser testado empiricamente.

A percepção espacial e a aquisição de conhecimento são dois importantes aspectos na transmissão da informação espacial, que podem ser combinados com a idéia de comunicação. Porém, o sucesso da comunicação também depende das experiências do usuário, situação que pode ser favorecida pela representação tridimensional [JOBST, 2004], já que este tipo de representação é

percebido de modo mais natural.

Este trabalho tem por objetivo levantar alguns indícios no que diz respeito da percepção do usuário para propor a construção de um mapa tridimensional, que tem o propósito de navegação e visualização.

Pretende-se, com isto, conhecer melhor a percepção dos usuários de mapas tridimensionais, de maneira a inferir uma futura proposta para mapas mais inteligíveis, visto que serão levadas em consideração questões inerentes do ser humano. É esperado que, por consequência, a representação dada num ambiente mais natural deverá levar o usuário a um pensamento mais rápido, visto que, no processo de reconhecimento do mapa, o usuário não precisará exercer em sua mente o processo de extração de informações contidas num mapa plano, transformado de um mundo real tridimensional e, assim, sua mente deverá ser liberada para novos processos e *insights*.

## 2. COGNIÇÃO E VISUALIZAÇÃO NO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

O avanço tecnológico computacional tem provocado mudanças em toda a ciência, e na Cartografia não é diferente. Novas ferramentas de trabalho e novas estratégias de comunicação surgem em busca de um aprimoramento na construção e leitura dos mapas. Entretanto, não basta apenas fazer uso das novas tecnologias, é preciso saber como explorá-las adequadamente, tal como suas consequências.

Isso salienta a importância de entender como o ser humano vê e processa as informações que lhe são apresentadas. No caso da Cartografia, é necessário compreender como é feita a leitura do mapa pelo usuário, e nesse sentido buscar conhecer os tipos de representações que geram maior impacto visual para o leitor e o porquê, seja na forma de atrair a sua atenção ou dando uma sensação de rejeição.

Assim, o processo cognitivo na Cartografia vem apresentando um papel cada vez mais importante, levando em consideração as necessidades de examinar os recursos cognitivos do usuário e o seu grau de desenvolvimento mental. Dessa forma, os experimentos psicológicos na Cartografia e a necessidade de explorar melhor o processo cognitivo envolvido na leitura do mapa tornam-se cada vez mais evidentes (QUEIROZ,

2005, p. 49). Neste sentido, a Psicologia, através da teoria cognitiva tem contribuído para a Cartografia, tanto no processo de mapeamento quanto no processo de leitura do mapa, evidenciando-se na comunicação cartográfica (QUEIROZ, 2005, p.28).

Segundo TAYLOR (1991, p.4), a visualização é a área da computação gráfica que trata da exploração do poder analítico e comunicativo da interpretação visual. Neste sentido, QUEIROZ (2005, p.29) aborda a visualização como a teoria atual da cartografia, onde é necessário estudar novos conceitos do uso da cognição e da comunicação para a incorporação da tecnologia computacional nesta ciência.

A visualização é baseada na suposição de que a visão e a cognição humana têm poderosa síntese de informação e um padrão que complementa a análise das informações apresentada pelos computadores, aproveitando este poder da visão, porém requerendo o desenvolvimento de um conhecimento complementar da cognição espacial e percepção das informações visuais apresentadas. Porém, mesmo tendo uma boa base de conhecimento sobre percepção e cognição nos mapas estáticos, produzidos em papel, sabe-se muito pouco sobre as questões de cognição e percepção associadas aos modelos dinâmicos e tridimensionais (MACEACHREN, 1998).

### **3. PRINCÍPIOS USADOS NA CONSTRUÇÃO DE UM MAPA 3D**

A tecnologia atualmente disponível abre a possibilidade de preparar e produzir mapas que possam ser visualizados de diferentes ângulos em relação ao plano horizontal, abandonando a restrição de apenas um ponto de vista na vertical, no qual se baseiam os princípios cartográficos vigentes. Isto tem se tornado um dos maiores benefícios da nova cartografia proposta. Com isto, pontos de vista que antes eram conhecidos apenas em mapas em perspectiva e mapas panorâmicos são hoje inatos aos modelos tridimensionais (PETROVIC, 2003, p.1921).

Os modelos tridimensionais geralmente são vistos em tela de computador, que é uma mídia bidimensional, e dessa forma torna-se necessário algum efeito especial para que a terceira dimensão seja entendida, como a imitação visual de elementos naturais e alguns materiais, além de brilho, iluminação e sombras, entre outros.

Como a intenção é fazer uso do processo cognitivo do usuário, no que diz respeito às vantagens da visualização tridimensional e, ao mesmo tempo usar os princípios de comunicação, já estudados e que devem estar presentes num mapa, PETROVIC (2003, p.1923) sugere que uma possível solução seja a representação tridimensional do relevo e, sobre este, os objetos e fenômenos

representados por símbolos cartográficos apropriados. Cada objeto é na verdade um corpo tridimensional, com uma ou duas dimensões predominantes, que influenciam sua representação. No mapa bidimensional, esses objetos são representados por símbolos de ponto, linha e área, enquanto na representação tridimensional as primitivas gráficas são acrescidas do volume.

PETROVIC (2003, p.1923) sugere na representação tridimensional que os símbolos pontuais geométricos sejam usados principalmente na representação de objetos pontuais artificiais, como edifícios, igrejas ou monumentos. Outros tipos de objetos pontuais devem ser representados por símbolos realísticos, como é o caso de árvores e mata, que podem ser denominados de objetos pontuais tridimensionais naturais, por assim o serem. Os símbolos lineares devem ser usados na representação de objetos que se caracterizam por possuírem uma dimensão predominante e a outra fixa, como as rodovias, estradas, linha de energia, oleodutos e cercas. A altura é essencial em cada ponto do objeto quando a terceira dimensão representada não é a mesma do Modelo Digital do terreno (MDT) utilizado na representação, ou seja, a terceira dimensão do objeto não é a mesma da superfície representada. Os símbolos de área devem ser usados para representar os objetos que têm a altura como dimensão fixa, como por exemplo, área de floresta, pomar, camada de neve e outras. Para representar objetos grandes e importantes (artificiais) e alguns objetos como corpos d'água, lagos, mares e grandes rios, devem ser usados símbolos volumétricos.

Ainda segundo este mesmo autor (PETROVIC, 2003, p.1923), cada tipo de objeto deve ter diferentes representações de acordo com a distância entre o ponto de observação e o próprio objeto. E se não é possível fazer esta transição linearmente, é necessário estabelecer um número de diferentes representações, com diferentes níveis de detalhes, semelhante ao processo de generalização que acontece nos mapas planos para diferentes escalas.

Como já mencionado, o cartógrafo tem uma infinidade de possibilidades para determinar a forma geométrica dos objetos tridimensionais, seja no processo de generalização como também na aplicação do mecanismo do nível de detalhamento. Seu posicionamento também pode obedecer a um referencial geográfico ou posicionar-se em relação a objetos vizinhos (HAEBERLING, 2002, p.4).

### **4. MODELAGEM DO MAPA 3D**

Neste experimento, foi construído um mapa a partir da disponibilidade dos dados tridimensionais referentes ao relevo e algumas feições topográficas de uma cidade do interior de

Santa Catarina (Jardinópolis) e, a partir deste, foi realizado um teste de percepção do usuário. As questões abordadas no teste visam um estudo qualitativo inicial de como algumas variáveis, geralmente presentes nos mapas tridimensionais, podem ou não interferir na percepção do usuário.

Para tal, o modelo tridimensional é construído em VRML – *Virtual Reality Modeling Language*, devido à facilidade dada por esta linguagem na modelagem dos dados e na elaboração das variáveis empregadas nos testes. Os usuários escolhidos para a realização dos testes são estudantes do curso de Engenharia Cartográfica, que possuem um certo conhecimento em cartografia plana, mas não possuem, ou possuem pouco, conhecimento em cartografia tridimensional. Esse grupo de usuário representa futuros profissionais que, embora inseridos na área de cartografia, podem expressar dificuldades de visualizar informações tridimensionais num plano.

Para a construção do mapa tridimensional, foi gerado o MDT no programa ArcView, a partir das curvas de nível, e exportado para VRML 2.0. Em seguida, foi criado e inserido dos demais objetos tridimensionais da cena para a visualização do produto final.

Apenas as principais edificações e alguns outros objetos relevantes da área foram representados. Os objetos foram modelados em três níveis de abstração. Num primeiro modelo, esses objetos foram representados apenas no plano (figuras planas). Para o segundo grau de abstração, os mesmos objetos foram simbolizados por geometrias tridimensionais simplificadas, tais como o uso de cubos e pirâmides. A Figura 1, mostra os símbolos que representam a igreja, as edificações e dois tipos de árvores diferentes.

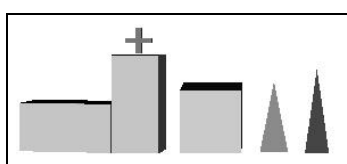


Fig. 1 – Representação tridimensional simplificada dos objetos

A Figura 2 representa os mesmos objetos, porém num nível maior de detalhamento (mais elaborado).

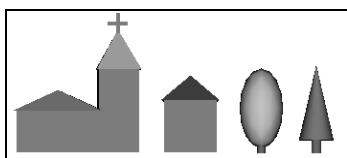


Fig. 2 – Representação tridimensional “elaborada” dos objetos

Como dito anteriormente, todos os objetos foram modelados em VRML e inseridos no modelo como símbolos pontuais tridimensionais. Entretanto, para sobrepor o MDT, também foram criadas três texturas diferentes. Uma textura é derivada de uma ortofoto (Figura 3.a). Uma outra textura artificial, gerada a partir de um mapa planimétrico do arruamento (Figura 3.c), e uma textura mista, é criada como intermediária, derivada da mesclagem das duas texturas anteriores (Figura 3.b).

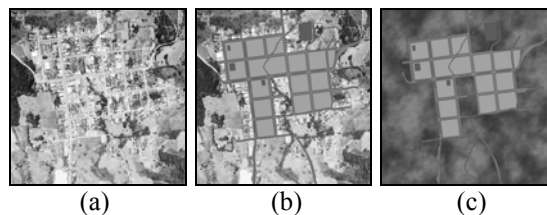


Fig. 3 – Textura sobre o MDT: (a) Ortofoto, (b) Mista (c) Artificial

A combinação dos três tipos de objetos com as três texturas diferentes, deu origem a nove mapas diferentes. Com o intuito de eliminar o efeito da experiência de usuário no uso de ambientes virtuais tridimensionais, como o VRML, optou-se por apenas apresentar ao usuário vistas selecionadas dos nove modelos, como mostra a Figura 4. O teste baseou-se na metodologia proposta por HAEBERLING (2003), que foi adaptada aos objetivos e ao grupo de usuários.

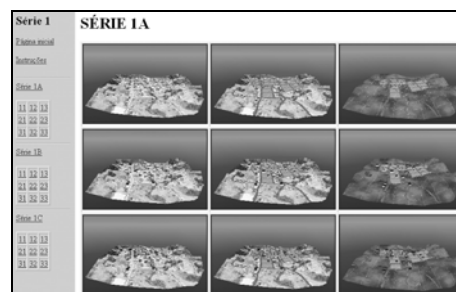


Fig. 4 – Exemplo de imagens dos modelos gerados

## 5. TESTE

### 5.1. Descrição e Aplicação do Teste

Cinco variáveis (inclinação, aproximação, iluminação, fundo e canevá) foram aplicadas a cada um dos mapas gerados, de três formas diferentes cada, como é mostrado na Tabela 1:

TABELA 1 –VARIÁVEIS APLICADAS NOS MAPAS.

TIPOS DE VARIÁVEIS:	VARIÇÕES:		
Inclinação (da câmera)	30°	45°	60°
Aproximação (do modelo)	perto	médio	longe
Iluminação	a leste	a cima	a oeste
(Cor de) fundo	neutro	exagerado	natural
Canevá	sem	pouco visível	muito visível

O teste realizado neste trabalho, foi aplicado a 12 alunos (do 4° e 5° ano) do curso de Engenharia Cartográfica da UFPR, no dia 31 de maio de 2005, com duração média de uma hora. Esse grupo de usuários foi escolhido porque é pressuposto ser um grupo que tenha conhecimento básico em cartografia plana e experiência como usuário na visualização de dados tridimensionais. Essa pressuposição é dada apenas em função das disciplinas cursadas pelos mesmos, embora nenhum outro teste tenha sido aplicado, anteriormente, para avaliar o nível de conhecimento de cada um.

As imagens foram organizadas e disponibilizadas em meio digital (arquivo HTML) e num material impresso foram dadas as instruções necessárias, além de receber as respostas dos entrevistados, tanto das perguntas feitas quanto em formato de gabarito das imagens escolhidas.

O teste foi dividido em cinco partes. A primeira parte refere-se apenas ao perfil do usuário. Na “Parte 2”, são usadas todas as cinco variáveis descritas anteriormente, e pede-se ao usuário que escolha as três imagens que lhe parecessem melhores e outras três que lhe parecessem menos agradáveis, de cada vinte e sete representadas. Entretanto, o usuário não leva em consideração qualquer análise do ponto de vista cartográfico, apenas seu gosto pessoal.

Na etapa seguinte, “Parte 3”, são feitas algumas perguntas sobre a representação do relevo e dos objetos cartográficos, que levam o usuário a ter uma análise mais criteriosa na seleção das imagens. Novamente, o usuário deve escolher as três imagens que lhe parecem melhores e as três piores imagens, referentes apenas às duas primeiras variáveis (inclinação e aproximação). Ou seja, é avaliada a facilidade de ver, de reconhecer, de interpretar e de distinguir as estruturas representadas no mapa 3D.

Na “Parte 4”, é avaliada a praticidade do mapa. Para tal, o usuário opina sobre o propósito de navegação e a estimativa de distâncias dentro do modelo. Usando novamente as duas primeiras variáveis, além de selecionar as imagens, o usuário responde o porquê de suas escolhas. E na última etapa, “Parte 5”, o usuário registra sua opinião sobre os aspectos gerais de um mapa tridimensional, no que tange a situação atual e desenvolvimento futuro.

## 5.2. Resultados

Numa análise global (cinco variáveis) e sem levar em consideração questões cartográficas, o mapa preferido pelos entrevistados é o que usa a textura “gerada” e representa tridimensionalmente os objetos pontuais, enquanto o mapa que menos agrada aos usuários é o que usa a textura da ortofoto sobre o terreno e os objetos representados apenas no plano.

Além dessa análise global, uma análise individual, com cada variável, pode ser feita. Associando o mapa à inclinação da câmera, a maioria dos usuários escolheu as imagens com 60° de inclinação como as mais agradáveis e as de menor inclinação como as menos apropriadas. Analisando a variável de aproximação (distância do modelo) as escolhidas como mais e menos agradáveis foram a correspondentes as de distância média e longa, respectivamente.

Quanto a terceira variável (iluminação), os modelos com fontes de luz posicionadas a leste e a cima deles foram tidos como os preferidos. Abordando esta mesma variável, os mapas com iluminação a leste e a oeste também foram os escolhidos como os de menos preferência, o que pode ser visto como contraditório. Isso se deve ao fato que de que esta variável não foi adequadamente aplicada junto às características do relevo e dos objetos presentes na área. Entretanto esta variável pode desempenhar papel importante para a orientação do usuário no mapa e deverá ser estudada mais criteriosamente em experimentos futuros.

Quanto a quarta variável, cor do fundo, também chamada de “céu” e sempre presente nos modelos tridimensionais, foi escolhida como preferida a de cor cinza, denominada de neutra, enquanto aqueles modelos que possuem cores mais “vivas” foram escolhidos como menos agradáveis.

Por último, considerando a variável caneová, os “mais visíveis” foram os que mais agradaram, e os modelos “sem caneová” foram os que menos agradaram aos usuários.

Mas, generalizando pode-se inferir que a preferência dos usuários, num primeiro momento, é pelas imagens com inclinação aproximada da câmara de 60°, de distância média, luminosidade à leste, um fundo neutro e um caneová muito visível,

como exemplifica a Figura 5, a seguir:

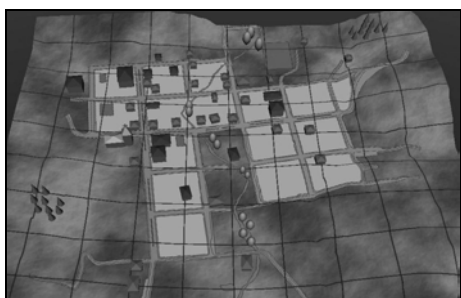


Fig. 5 – Mapa com variáveis preferidas pelos usuários

Entretanto, quando apenas as duas primeiras séries (inclinação e proximidade) são analisadas e levando em consideração questões do ponto de vista cartográfico. O usuário passa a preferir o mapa de textura mista e com os objetos representados em três dimensões com maior grau de detalhe (Figura 6). Os usuários também apontam como pior o mapa de textura extraída da ortofoto e com os objetos representados apenas no plano.

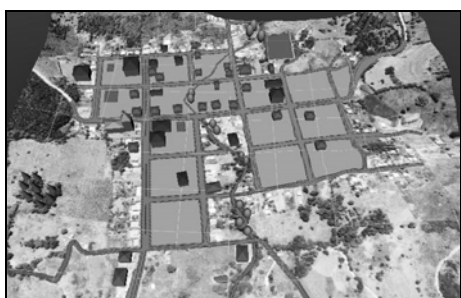


Fig. 6 – Mapa tridimensional preferido pelos usuários levando em consideração questões do ponto de vista cartográfico.

Na parte seguinte, o usuário levou em consideração duas tarefas como critério para a escolha dos mapas, que foi a navegação e a noção de distância. Ambas produziram respostas semelhantes, o que mostra coerência, visto que essas tarefas requerem as mesmas habilidades do usuário e as mesmas condições de representação do mapa. Novamente o mapa escolhido foi de textura mista e com os objetos representados em três dimensões com maior grau de detalhe, como é mostrado na Figura 6.

As imagens selecionadas evidenciam a importância do ponto de vista do usuário quanto à inclinação e a distância, em relação ao modelo. Este prefere uma vista mais inclinada e a uma distância média ou próxima do modelo, o que lembra o mapa plano. Preferindo, ainda, a textura mista e a representação mais elaborada dos objetos tridimensionais. Enquanto, o mapa que tem uma inclinação, em perspectiva, com a textura da ortofoto e com a representação plana dos objetos é o mais indesejável.

Essa análise quantitativa é confirmada com as respostas dadas pelo usuário quando este responde o “por quê?” de suas escolhas. Tanto para justificar as imagens que mais agradam, quanto as que menos agradam, a maioria dos entrevistados responderam sobre a inclinação do modelo, a representação do sistema viário e o uso de cores.

Na última parte, segundo os entrevistados, a contribuição da representação 3D, se comparada com a cartografia convencional e outras representações típicas, se dá principalmente quanto à visualização, ou seja, na obtenção de informações sobre o relevo e demais objetos representados. Quanto às áreas de aplicação do mapa 3D, novamente a visualização foi a mais citada. Como público alvo, a maioria dos entrevistados citou os leigos, os engenheiros, arquitetos e políticos. No uso do mapa, a topografia e o lazer, em forma de jogos virtuais, foram os mais citados. O mapa 3D foi considerado como uma ferramenta funcional por todos os entrevistados, que citaram a interatividade e a visualização como principais formas de exercê-la.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho atingiu o resultado esperado, no que tange a inferir alguns indícios sobre a percepção para uma representação cartográfica tridimensional.

Com os resultados deste trabalho, novos testes poderão ser feitos, de forma a confrontar ou a confirmar as respostas obtidas. Outra hipótese é o uso deste mesmo teste, nas mesmas condições, para outros grupos de usuários, que poderá trazer novas informações.

Como este foi um pré-teste, outras questões poderão ser abordadas nos novos testes, de modo mais coerente, tais como, a avaliação de outras funções quanto a praticidade do mapa. Também deverá ser permitido ao usuário que navegue no sistema, de forma que a interatividade não o prejudique, mas seja um teste mais coerente com o tipo de interface que o usuário terá acesso. Um outro teste também poderá ser elaborado, com a finalidade de medir o conhecimento e habilidade do usuário antes de ser entrevistado.

Como conclusão final, segundo as respostas obtidas no teste realizado, pode-se dizer que os entrevistados preferem o mapa com textura mista, usando a ortofoto com alguns outros objetos representados no plano, tais como as vias e quadras, e com os objetos pontuais tridimensionais com uma representação mais elaborada. E, como os mapas mais rejeitados foram sempre aqueles que não tinham os objetos representados em 3D, seja com textura da ortofoto ou com a textura gerada, podendo-se concluir que os usuários preferem a representação tridimensional à plana. Isso ocorre

mesmo quando ele usa o mapa com uma inclinação próxima da vertical, o que não deveria fazer muita diferença. E, completando, segundo outras respostas dadas, a visualização proporcionada pela representação 3D é a responsável por gerar esta atração do usuário. Além disso, a variável visual cor é constantemente mencionada como motivo de atração ou rejeição do mapa.

#### AGRADECIMENTOS

A autora desse trabalho agradece ao CNPQ pelo fomento em forma de bolsa de estudo e a empresa AEROSAT pelos dados cartográficos da cidade de Jardinópolis-SC, gentilmente fornecidos para a geração do mapa 3D. Agradece, também, aos alunos do curso de Engenharia Cartográfica da UFPR que se dispuseram a participar do teste, como usuários.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAEBERLING, C. **3D map presentation: A systematic evaluation of important graphic aspects**. ICA. Oregon, 2002.

HAEBERLING, C. **Topographische 3D-Karten: Thesen für kartographische Gestaltungsgrundsätze**. Tese de Doutorado, Technische Wissenschaften, Eidgenössische

Technische Hochschule ETH Zürich, Nr. 15379, 2003.

JOBST, M. **3D multimedia presentations – Integrating remote sensing, photogrammetric modelling and cartographic visualisation**. Institute of GIS and Cartography, Technical University of Vienna. [2004].

MACEACHREN, A.M. Visualization in modern cartography: Setting the Agenda. In: MacEachren, A. M & Taylor, D. R. F. **Visualization in modern cartography**. Oxford: Galliard Ltd. 1994. p.01-12.

PETROVIC, D. Cartographic design in 3 D maps. In: International Cartographic Conference, 21. 2003, Durban. **Proceedings...** Durban: ICC, 2003,v.1, Cd-Rom.

QUEIROZ, D. R. E. **A variável visual “cor” no estudo das padronizações de legendas e suas implicações no processo e comunicação cartográfica: Estudo de casa aplicado aos mapas de temperatura, chuva e hipsometria**. Presidente Prudente, 2005. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

TAYLOR, D. R. F. A conceptual basis for Cartography: New directions for the information era. **Cartographica**, University Press, Toronto, v.28, n.4, p.1-8, 1991.

FIGURAS USADAS NO TEXTO:

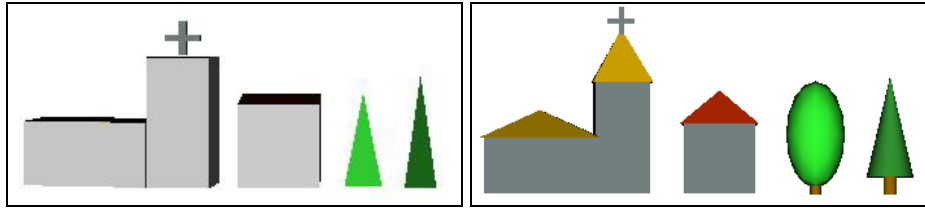


Fig. 1 – Representação tridimensional simplificada dos objetos  
Fig. 2 – Representação tridimensional “elaborada” dos objetos

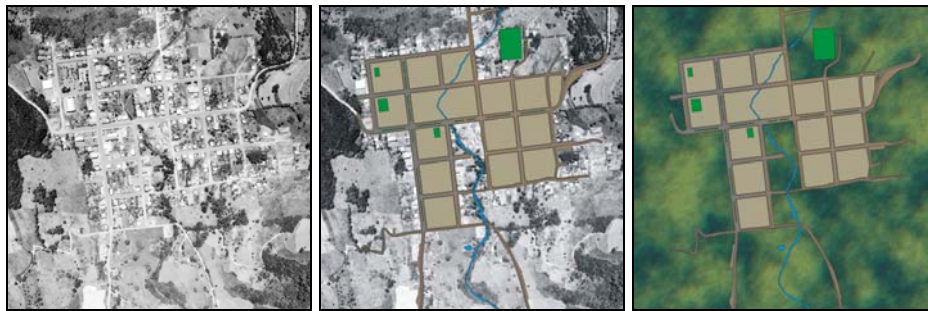


Fig. 3 – Textura sobre o MDT: (a) Ortofoto, (b) Mista (c) Gerada no CorelDraw

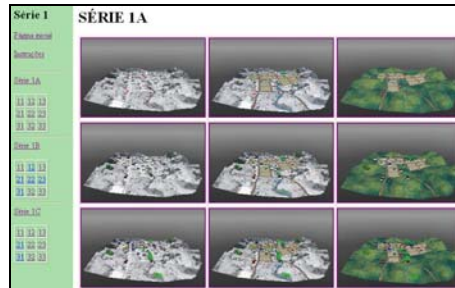


Fig. 4 – Imagens dos modelos gerados

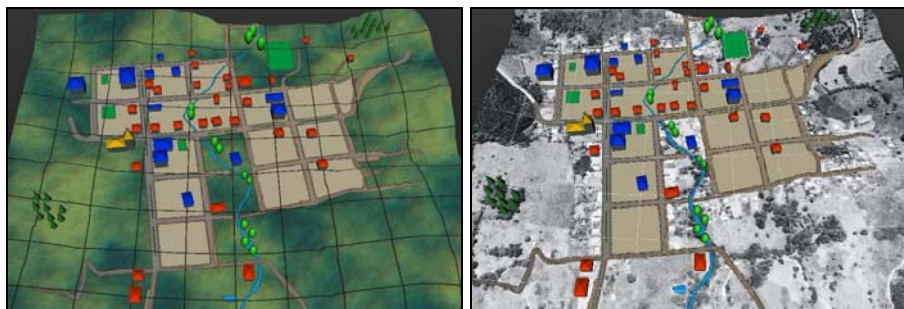


Fig. 5 – Mapa com variáveis preferidas pelos usuários  
Fig. 6 – Mapa tridimensional preferido pelos usuários levando em consideração questões do ponto de vista cartográfico.