

## MODELAGEM TRIDIMENSIONAL EM AMBIENTE VIRTUAL – UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA UTILIZANDO A FERRAMENTA GOOGLE SKETCHUP

GIZELLE LIRA FONSECA

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
Instituto de Geociências - IGC  
Departamento de Cartografia  
gizellelira@yahoo.com.br

**RESUMO** - Modelos tridimensionais são, atualmente, uma expectativa em ambientes SIG, alguns estudos já foram desenvolvidos aplicando as técnicas dos SIG -3D em ambientes urbanos. O SIG-3D, refere-se em uma gama de possibilidades de modelagem e aplicações, não somente em ambientes urbanísticos, como também em ambientes complexos e abertos. Uma vez que, a visualização espacial tridimensional leva a novas leituras e observações do meio, e é uma característica intimamente relacionada ao geoprocessamento. Nessa premissa, o trabalho adota tais métodos na construção do modelo 3D do Campus Pampulha, da Universidade Federal de Minas Gerais. A metodologia e os parâmetros aplicados foram feitos baseados nas ferramentas do software Google SketchUp e na sua integração com o Google Earth, o que não ofereceu os melhores resultados para a criação de ambientes tridimensionais em SIG. Ressalta-se a necessidade de novos modelados para interação dessas técnicas, e expansão das suas possibilidades.

**ABSTRACT** - Three-dimensional models are, currently, an expectation in environments SIG, some studies already had been developed applying the techniques of the SIG -3D in urban environments. The SIG-3D, mentions in a gamma of possibilities of modeling and applications, not only in urban environments, as well as in complex and opened environments. A time that, the three-dimensional space visualization takes the new readings and comments of the way, and is a characteristic closely related to the geoprocessing. In this premise, the work adopts such methods in the construction of the model 3D of the Pampulha Campus, of the Federal University of Minas Gerais. The applied methodology and parameters had been made based in the tools of software Google SketchUp and in its integration with Google Earth, what it did not offer the best ones resulted for the three-dimensional environment creation in SIG. It is standed out necessity of new shaped for interaction of these techniques, and expansion of its possibilities.

### 1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica vem a sugerir novas aplicações baseadas na disponibilização de modelos tridimensionais localizados em ambientes urbanos, proporcionando aos usuários um ambiente virtual georreferenciado, com utilização nos domínios do planejamento urbano, gestão paisagística, cultura, turismo, manutenção de infra-estruturas, entre outros. Os cenários urbanos tridimensionais são assim, por excelência, uma das áreas que mais desafios coloca aos sistemas de visualização interativa.

No entanto, a utilização deste tipo de modelo não tem explorado todas as suas potencialidades, principalmente no que diz respeito a informação georreferenciada. A falta de interligações e relações com os sistemas GIS, bem como as diferenças entre a informação geográfica existente, torna difícil a automatização dos processos de modelagem de ambientes complexos, obrigando a grande intervenção humana. Esta

condicionante resulta de problemas relacionados com a utilização de diferentes fontes de dados, da redundância geográfica causada pela diversidade de temas sobre a mesma informação geográfica de base e de divergências temporais no tratamento dos dados.

Na busca desse cenário, este trabalho objetivou a aplicação da modelagem tridimensional em ambientes urbanos georreferenciados e a sua integração em navegação, usando ferramentas disponíveis livremente. Esse modelo espacialmente interligado à utilização de ferramentas de GIS e de realidade virtual<sup>1</sup> cria pontes significativas, levando a novas observações e expandindo, assim, as possibilidades do seu uso.

<sup>1</sup> Segundo Machado et al. 2005, Realidade Virtual " é uma tecnologia que busca interfaces mais diretas e intuitivas na relação usuário/computador. Ela permite que o usuário explore e interaja com informações em um ambiente tridimensional gerado no computador, como se ele realmente fizesse parte do mundo virtual."

A modelagem tridimensional do ambiente urbano do Campus Pampulha, da Universidade Federal de Minas Gerais, ora estudo de caso deste trabalho, foi potencialmente facilitada pela existência de informação geográfica de base, cedida pelo Departamento de Planejamento Físico e Obras - DPFO. Embora esta seja uma fonte de dados bastante detalhados, estudos demonstram que não é necessário contar com a totalidade das informações disponíveis para que o modelo seja minimamente realista, sendo necessária apenas a existência de algumas características chave para que tal modelo seja reconhecido.

Neste propósito, a criação do modelo 3D do Campus Pampulha da UFMG visa essencialmente a aplicação da técnica de modelagem, a visualização em ambiente virtual e a exploração da potencialidade desse modelos na análise e agregação de sistemas. Considera-se que projetos tridimensionais são fundamentalmente importantes na renovação das atuais ferramentas de geoprocessamento, propiciando qualidade e flexibilidade aos estudos, e expandindo suas possibilidades.

O objetivo do trabalho foi o de proporcionar a modelagem tridimensional do campus Pampulha/UFMG, e a sua visualização em ambiente virtual. No alcance do objetivo acima, foram cumpridos as seguintes etapas:

- \* Validação dos dados provenientes dos sistemas de informação geográfica;
- \* Importação dos dados em ambiente de modelagem tridimensional;
- \* Criação do modelo virtual a partir da informação exportada;
- \* Otimização do modelo;
- \* Integração em ambiente virtual.

Cabe salientar que a metodologia adotada e as técnicas usadas são empíricas, e, portanto o modelo construído do Campus da UFMG é usado como prova de conceito e estudo de caso. A metodologia e técnicas podem também ser aplicadas a modelos de complexidade mais elevada, com fins similares de visualização e interação em tempo real.

### 3 FUNDAMENTO TEÓRICO

Durante muitos anos a representação de uma porção da superfície terrestre tem sido feita utilizando-se uma projeção em duas dimensões do terreno real, seja utilizando-se cartas topográficas em papel, ou mapas digitais bidimensionais, como os utilizados nos SIG<sup>2</sup>, dentre outros. Com o advento dos Sistemas de Realidade Virtual (RV), surge uma nova possibilidade de representação da superfície terrestre em três dimensões, tal como ela se apresenta no mundo real, tornando a

navegação mais intuitiva e aproximando a visualização da região apresentada à real. Os modelos tridimensionais podem representar quaisquer objetos ou cenários, tendo exemplo às edificações, porções da superfície terrestre, acidentes naturais e artificiais e todos as demais feições geográficas existentes no mundo real. Atualmente, prevê-se a aplicação maciça dos modelos tridimensionais em ambiente SIG, conhecido como 3D-GIS (*Tridimensional Geographical Information System*), que possuem a capacidade de realizar consultas e análises sobre as informações dos objetos modelados em 3D (PILOUK, 1996).

Para as interação de perguntas e respostas do mundo real, o SIG-3D relaciona com o ambiente de Realidade Virtual, uma vez que, ele necessita do modelo 2D para criar a modelagem tridimensional e visualiza-la em tempo real. De acordo com Verbree (2000), há estudos de aplicações em sistemas de 3D GIS-VR, baseado na tecnologia dos SIG's e de VR conduzindo, assim, a uma compreensão mais sofisticada de projetos em 2D e 3D.

"A three dimensional (3D) model facilitates the study of the real world objects it represents. A geoinformation system (GIS) should exploit the 3D model in a digital form as a basis for answering questions pertaining to aspects of the real world." (PILOUK, 1996).

Além da realidade virtual, os SIG-3D devem fornecer ferramentas espaciais de análise capazes de usar todas as potencialidades da terceira dimensão, e uma visualização que opera sobre os resultados das perguntas. Uma área em que o SIG-3D vem crescendo é na construção de cenários urbanos; trata-se de um projeto de grande desafio pela alta complexidade geométrica, necessita de uma gestão das bases de dados, que trata da especificação e implementação das várias estruturas de dados, das características geométricas ou não, dos vários objetos, e o seu comportamento dinâmico durante o processo de *rendering*<sup>3</sup>. Ainda de acordo com Verbree (2000), novos desenvolvimentos no planejamento urbano, em especial na análise ambiental que considera o ruído, a poluição de ar, o clima urbano etc., a chamada para novas demandas e projetos. Neste cenário, cria-se uma estrutura para um SIG-3D-Urbano, incluindo aspectos conceituais, esboço e execução de um protótipo da modelagem.

#### 3.1 Softwares

Softwares de representação espacial vêm adotando novas entradas e saídas para modelos tridimensionais, melhorando não somente a visualização do produto, mas principalmente a análise e manipulação dos dados. Stoter (2003) e Zlatanova (2002), afirmam que tais técnicas de modelagem são relevantes para examinar o mundo real.

<sup>2</sup> Sistema de Informação Geográfica. Consultar a bibliografia "Introdução à Ciência da Geoinformação" disponível em: <http://mtc12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>

<sup>3</sup> O processo de renderização consiste em transformar a geometria criada, através de um programa gráfico, em imagens de qualidade, aplicando de forma mais precisa e realista os efeitos de iluminação e texturização, já que tais imagens exigem um número alto de cálculos e processamento.

"GIS software-tools have also made a significant movement towards 3D GIS. Zlatanova et al., 2002 present a survey on mainstream GIS software: ArcGIS (Esri, 2003), Imagine VirtualGIS (Erdas, 2003), PAMAP GIS Topographer (PCIGeomatics, 2003) and GeoMedia Terrain (Intergraph, 2003). Zlatanova et al., 2002 conclude that major progress in 3D GIS has been made on improving 3D visualisation and animation" (Zlatanova, 2002).

"Traditionally, (2D) GIS makes use of data collection techniques such as surveying and measurements of the real world. Since a lot of 3D data is available in CAD designs, a relevant question is if CAD models can be used in 3D GIS. The 3D models created in CAD software are mostly industrial models designed for production purposes" (Stoter, 2003).

#### 4 MODELAGEM

Este trabalho apóia-se fundamentalmente em dois tipos de ferramentas: aquelas que auxiliam o tratamento de dados e a construção dos modelos tridimensionais utilizando o geoprocessamento, e as que são utilizadas para manipulá-los em tempo real. Em primeiro lugar, avaliaram-se os dados provenientes dos sistemas de informação geográfica; em seguida, foi feita a geração do modelo tridimensional a partir da informação dos dados 2D; posteriormente, efetuou-se a exportação desses dados para o ambiente virtual em causa.

Considerando que a modelagem tridimensional é desenvolvida por métodos manuais e semi-automáticos, os detalhes foram determinados pela exigência da aplicação da técnica e pelo prazo de desenvolvimento do trabalho, nesse contexto optou-se pela criação do modelo 3D dos prédios principais do Campus da Pampulha.

"The optimal way of 3D reconstruction is often completed by manual methods or semi automatic methods. Also modelling details makes the 3D construction labour-intensive. Details should therefore be adjusted to the requirements of the application. The approach of combining all the approaches above contains some risks since many data sources are used and combined, all with different scale and qualities. Using only few data sources gives better overview and it minimises quality risks" (Zlatanova, 2003).

Seguindo as teorias de Zlatanova (2003), foram verificadas todas as escalas do modelo 2D, e selecionado apenas os polígonos referentes a estrutura física dos prédios do Campus. Não foi avaliado nenhum outro componente interno ou elementos de infra-estrutura, a fim de minimizar o volume de dados e evitar quaisquer riscos na modelagem.

Vale salientar que nenhum layer contendo cotas, textos, anotações e legendas precisou ser considerado, uma vez que esses dados são irrelevantes na criação do modelo 3D. Depois da manipulação da base no AutoCad, os dados foram exportados para o Google SketchUp, em formato .dxf (Ver Fig. 1), e em 2D.

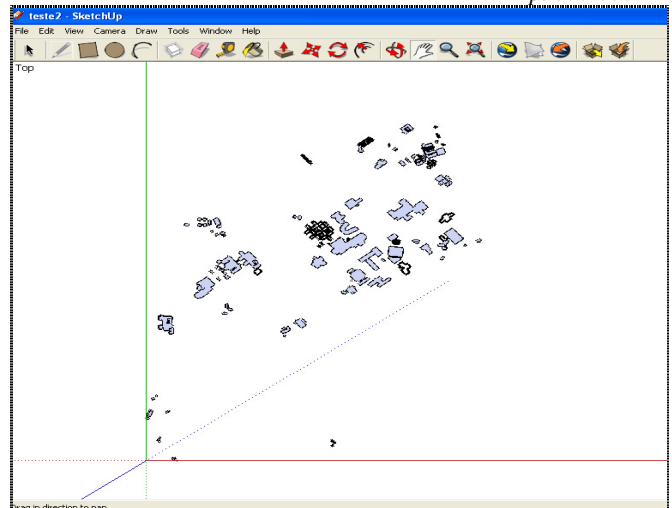


Figura 1: Planta importada em formato .dxf.

Depois de importar o modelo 2D no SketchUp, a altura dos prédios do Campus foi obtida junto ao DPFO/UFGM. O elemento Z foi criado através das ferramentas do SketchUp, onde os dados referentes à altura são lançados manualmente, em detalhe na Fig.2.

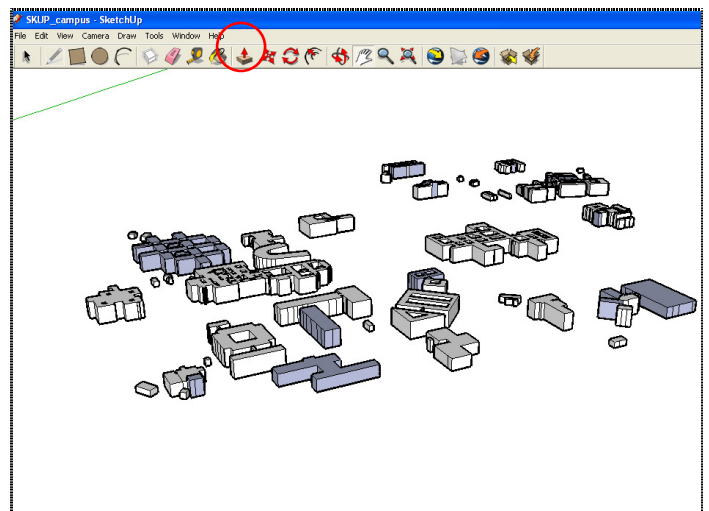


Figura 2: Elevação dos prédios do Campus.

Depois dessa etapa, foi capturada a imagem do Google Earth para ajustes no modelo.



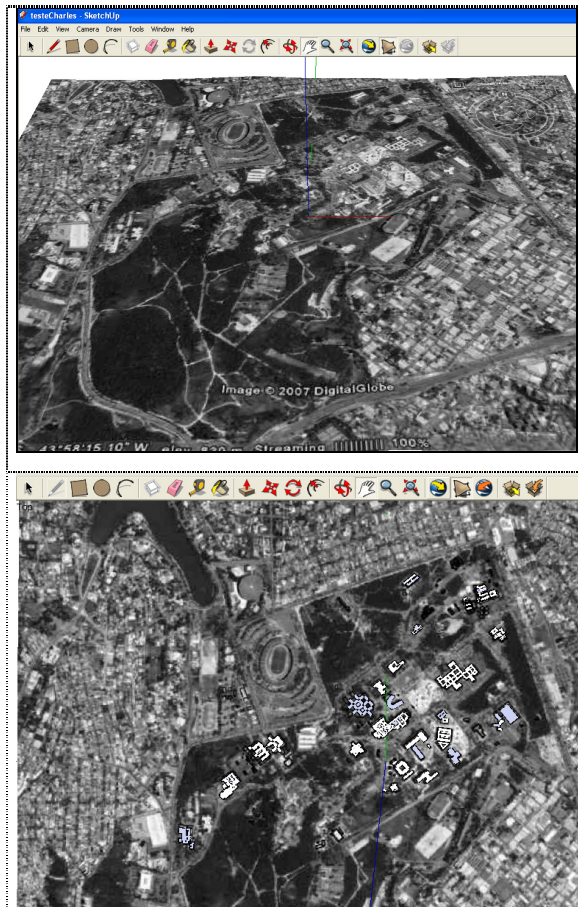


Figura 3: Captura da imagem do Google Earth. Abaixo, ajuste da base criada em 3D.

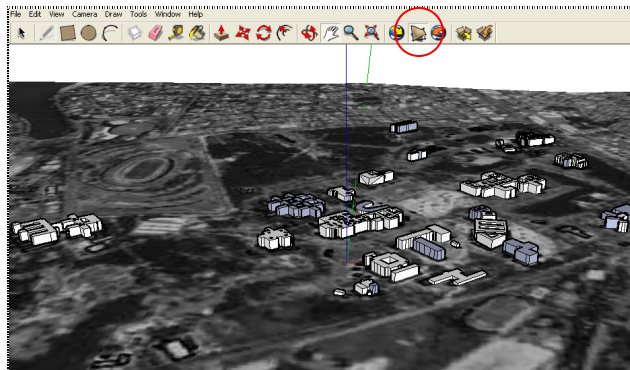


Figura 4: Vista panorâmica do Campus em 3D sob a imagem. Em detalhe, a ferramenta de ajuste ao modelo do terreno do Google Earth (SRTM).

No acervo do SketchUp há vários tipos de acabamento para os modelos 3D - várias texturas, objetos, pessoas, cores e iluminação podem ser ajustados para dá mais realidade ao modelo (Ver fig. 5). Foram feitos alguns exemplos, somente para manuseio das técnicas, uma vez que esse tipo de detalhamento não foi o foco do trabalho.

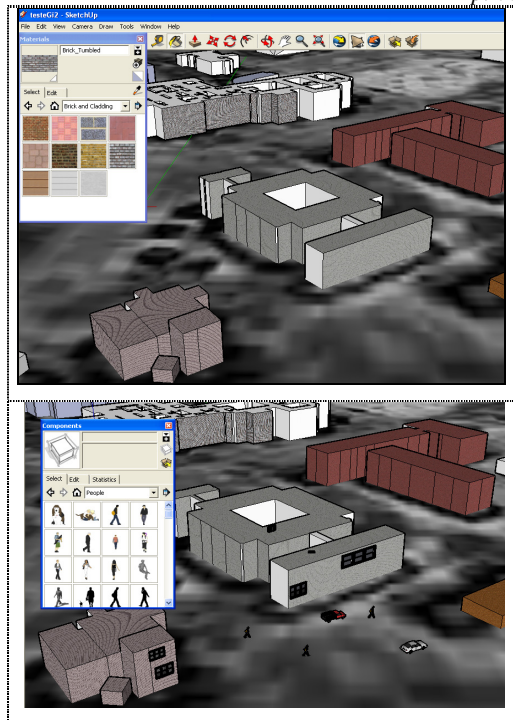


Figura 5: Opções de texturas e cores. À direita, opções de objetos e pessoas.

Após a finalização do modelo 3D criado no SketchUp, há duas maneiras para se interagir diretamente com o Google Earth. A primeira seria a navegação direta, onde o modelo vincula-se exatamente na localidade desejada. A segunda, é exportar o modelo na extensão KMZ, que é o formato utilizado pelo Google Earth.

Em ambos os casos, o georreferenciamento não é realizado pelo usuário. De modo automático e incógnito o Google Earth reconhece a localidade do Campus e disponibiliza para a navegação. Vale salientar que, na falta de informações precisas quanto ao georreferenciamento das imagens do Google não foi possível a efetiva validação das coordenadas da base 3D no SkecthUp, uma vez que, a versão gratuita desse software não oferece ferramentas para correção ou entrada de coordenadas geográficas.

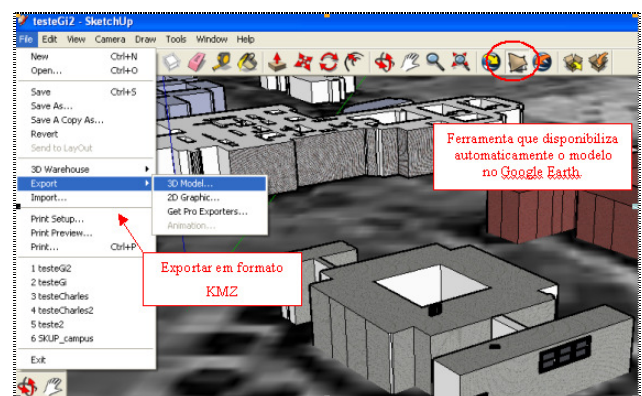


Figura 6: Modelo exportado para o Google Earth.



Nessa fase, é importante verificar as dificuldades associadas à técnica de otimização do modelo, decidindo aquilo que efetivamente deve ser desenhado e como usar critérios de avaliação que permitam a integração em tempo real. Depois dessa análise é preciso integrar o modelo com o ambiente online. Feito isso o visualizador do Google Earth desloca-se para a localidade desejada.

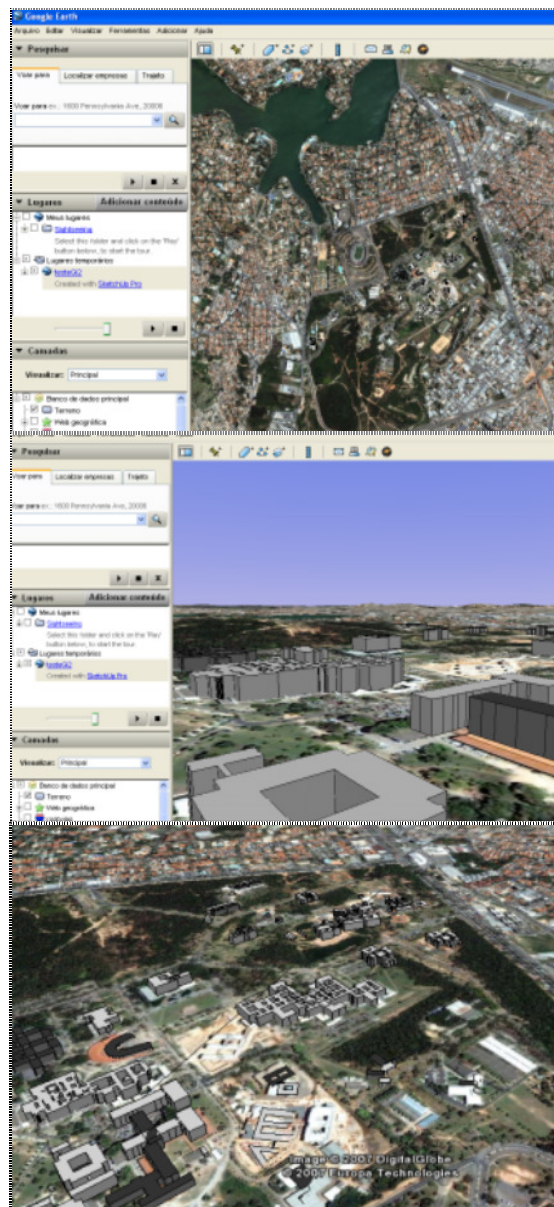


Figura 7: Navegação do Modelo 3D do Campus, no Google Earth.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Algumas dificuldades e problemas foram encontrados ao longo do processo de criação do modelo 3D do Campus. Uma das dificuldades relaciona-se, indubitavelmente, aos problemas de distorções da imagem, desalinhamento dos prédios em relação à imagem e ao problema de escala da base importada.

Os dados importados em formato .dxf no Google SkecthUp não se ajustaram à imagem capturada automaticamente pelo software, uma vez que o tamanho dos prédios foi definido pelo projeto original do campus (em .dxf), e esse não se sobrepôs a imagem do Google. Sendo a versão utilizada do SkecthUp gratuita, não foi possível executar a correção do posicionamento do modelo 2D georreferenciado exportado pelo AutoCAD. A validação dos dados em 2D teve um papel fundamental no processo, mesmo com o intuito de corrigir os erros do modelo. Para dar credibilidade ao 3D, a correção foi feita manualmente e empiricamente, verificando a coerência entre a base digital em 2D e a imagem do Google Earth, o que não é o ideal.

O resultado deste trabalho foi principalmente a integração do Campus da UFMG em ambiente virtual, além do manuseio dos softwares gratuitos. Porém, muitos elementos que não foram executados, por não serem focos do estudo, foram percebidos em função da sua necessidade em proporcionar mais detalhes. Esses elementos determinam o aumento do realismo. Por exemplo, o uso de texturas, que no caso poderiam ser criadas a partir de fotografias do Campus exportadas em JPG, o que permitiria a visualização dos detalhes de portas e janelas reais, aumentando a sensação de profundidade, aplicando a seguinte afirmação:

“In case of 3D GIS, several new elements need to be organised in the database compared to 2D data. Not only the spatial information and attributes of the object is needed but also characteristics such as physical properties of objects (texture, material, colour), behaviour (e.g. on-click-open) and different Levels Of Detail representations” (ZLATANOVA, 2003).

A representação do ambiente 3D criado no SkecthUp ainda não foi completamente fiel quanto ao tamanho e posição dos objetos modelados, a qualidade da visualização nos aspectos de texturização e principalmente quanto a iluminação não apresentaram uma boa qualidade quando navegado no Google Earth. Observa-se na Fig. 8, como as dificuldades no ajuste da escala prejudicaram a modelagem de acordo com a base 2D.

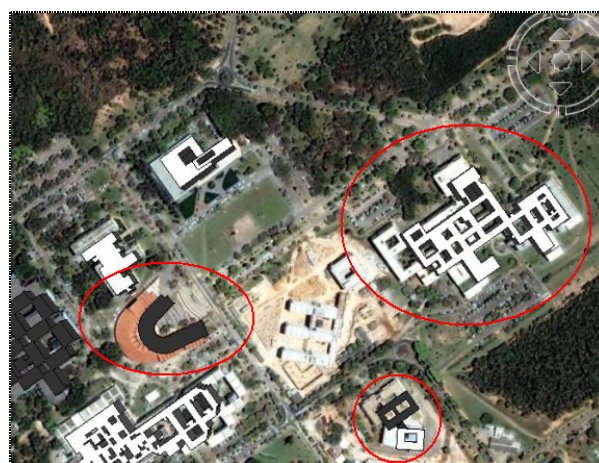


Figura 8: Representação da dificuldade de ajuste de escala

Contudo, observa-se que as pesquisas nessa área estão aumentando com grande frequência, fornecendo, dessa forma, novos meios de representação de navegação destes ambientes online. Porém a criação de modelos tridimensionais com maior velocidade e precisão dependem de uma revisão nos métodos e ferramentas atualmente disponíveis, pois no presente estudo foi necessário realizar muitas intervenções e correções manuais, mesmo considerando que os dados estavam disponíveis em meio digital.

Acredita-se que este trabalho alcançou seus objetivos, geral e específicos, principalmente no que concerne à valorização da técnica de modelagem tridimensional em ambientes virtuais. No entanto, a utilização deste tipo de modelo não tem explorado todas as suas potencialidades, principalmente no que diz respeito à informação georreferenciada.

Durante o processo de modelagem, identificou-se alguns requisitos para tornar o Campus 3D mais apresentável e usual:

- \* Aplicação de texturas reais, como fotografias de vários ângulos dos prédios do Campus;
- \* Implantação de ambientes extensos - como ruas, plantas, pontos de ônibus, etc;
- \* Criação de ambientes internos do Campus, disponibilizando informações históricas do Campus e suas dependências (departamentos, ginásio, biblioteca entre outros).
- \* Disponibilizar outdoors virtuais pelo ambiente 3D com notícias diárias sobre a Universidade (avisos, eventos, prêmios, etc.).

Para concluir os objetivos do trabalho, foi publicado o modelo 3D do Campus no acervo da Google Earth, o 3D Warehouse. Aumentando, assim, a expectativa deste trabalho em atingir dimensões maiores.

## 6 CONCLUSÕES

O SIG-3D em interação com ambientes virtuais exerce, atualmente, uma evidente influência na área da arquitetura e construção civil, devido a obtenção de detalhes durante a navegação por esses ambientes e o enriquecimento da construção real destes projetos com base em informações virtuais. Trabalhos recentes ainda exploram pouco os modelos tridimensionais para análise espacial; os estudos, na sua grande maioria, permanecem nos tradicionais mapas dimensionais. Nesse sentido, o consultor em geoprocessamento precisa atribuir às suas especialidades, uma interação com os meios de comunicação, adotando os SIG-3D não apenas como uma bonita ferramenta para visualização.

A aplicação das técnicas efetivamente experimentadas, apesar de não representar todo o escopo de possibilidades, já foi o suficiente para se produzir um Campus Virtual com interação automática no Google Earth. Outro ponto é a possibilidade de otimização de todos os objetos do Campus Virtual, levando em consideração todas as texturas para maior realismo do

modelo. Tal iniciativa fica aqui proposta como trabalho a ser desenvolvido no futuro.

Vale salientar que, embora a fidelidade visual seja de extrema importância em aplicações de modelos 3D, esta estará sempre dependente da quantidade e da qualidade de informações disponíveis no processo de criação. Este estudo traduz-se num grande potencial para a modelação tridimensional de ambientes urbanos que, apesar de tudo, requer ainda uma grande intervenção humana. Esta condicionante resulta de problemas relacionados com a utilização de diferentes fontes de dados 2D e da redundância geográfica causada pela diversidade de objetos sobre a mesma informação geográfica de base. Assim, é necessário, nesta perspectiva, encontrar novas formas de interação entre sistemas de informação geográfica e modelagem tridimensional disponível online.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador desse trabalho Clodoveu Davis Junior, pelo apoio e idéias. Ao colegas do curso de Especialização em Geoprocessamento, da Universidade Federal de Minas Gerais, e ao auxílio da Coordenadora Ana Clara Moura.

## REFERÊNCIAS

BEIER, K. P. **Virtual Reality: a Short Introduction**. Disponível em: <<http://www-VRL.umich.edu>>. Acesso em: outubro 2007.

CÂMARA, G.; DAVIS JR, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: setembro 2007.

COLTEKIN, A. **Virtual Reality as an Interface to GIS**. Disponível em: <<http://training.esri.com/campus/library/Bibliography/RecordDetail.cfm?ID=28406&startrow=8911&hidpage=1&browseonly=0&BrowseCategory=ICA%20abstracts>>. Acesso em: outubro 2007.

DODGE; M., DOYLE, S; SMITH, A.; FLEETWOOD, S. **Virtual Reality and Geographical Information Systems**. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=833826>>. Acesso em: outubro 2007.

FOSSE, J. L.; VEIGA, L. A. K. **Realidade Virtual como ferramenta na Cartografia 3D**. Disponível em: <[http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/GeoCoIq\\_2003/artigos/T031.pdf](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/GeoCoIq_2003/artigos/T031.pdf)>. Acesso em: novembro 2007.

GARCIA, F. L. S. **Metodologia para criação de ambientes virtuais tridimensionais**. Disponível em: <<http://www.lrv.ufsc.br/recursos/artigos/MetodologiaAVs.PDF>>. Acesso em: outubro 2007.

KIRNER, C. **Sistemas de realidade virtual**. Disponível em: <<http://www.dc.ufscar.br/~grv>>. Acesso em: outubro 2007.

LIN, H; HUANG, B. **Spatial Database Techniques Oriented to Visualization in 3D GIS**. Disponível em: <[http://www.digitalearth.ca/pdf/de\\_a\\_064.PDF](http://www.digitalearth.ca/pdf/de_a_064.PDF)>. Acesso em: novembro 2007.

MARINHO, V. S. **Modelagem e Visualização de Ambientes Virtuais na Web**. Disponível em: <[http://www.ulbrato.br/ensino/43020/artigos/relatorios2004-2/Arquivos/Veronica\\_Estagio.pdf](http://www.ulbrato.br/ensino/43020/artigos/relatorios2004-2/Arquivos/Veronica_Estagio.pdf)>. Acesso em: novembro 2007.

NETTO, A.V.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. **Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações**. Disponível em: <<http://www.icmc.sc.usp.br/~sce5799/nocoos%20sobre%20RV.pdf>>. Acesso em: novembro 2007.

PILOUK, M **Integrated modelling for 3D GIS**. Disponível em: <<http://library.wur.nl/wda/abstract/ab2118.html>> . Acesso em: outubro 2007.

SCHIMIGUEL, J. **Interface 3D de Aplicações SIG como espaço de comunicação**. Disponível em: <[http://www.ip.pbh.gov.br/ANO5\\_N2\\_PDF/ip0502schimiguel.pdf](http://www.ip.pbh.gov.br/ANO5_N2_PDF/ip0502schimiguel.pdf)>. Acesso em: novembro 2007.

STOTER, J.; ZLATANOVA, S. **3D GIS, where are we standing?** Disponível em <[http://www.gdmc.nl/publications/2003/3D\\_GIS.pdf](http://www.gdmc.nl/publications/2003/3D_GIS.pdf)> Acesso: novembro 2007.

VERBREE, E.; MAREN, G. V.; GERMS. R.; JANSEN, F.; KRAAK, M. **Interaction in virtual world views - Linking 3D GIS with VR**. Disponível em: <[http://karma.geo.tudelft.nl/ijgis\\_main.html](http://karma.geo.tudelft.nl/ijgis_main.html)>. Acesso em: novembro 2007.

ZLATANOVA, S.; RAHMAN, A. A.; PILOUK, M. **3D GIS: Current Status and Perspectives**. Disponível em: <<http://www.lr.tudelft.nl/live/binaries/2faaf567-465a-48c7-b204-4944195b6b6c/doc/Sisi%203DGIS%20Otto%20wa.pdf>>. Acesso em: outubro 2007.