

Representação cartográfica temática tridimensional do campus da FCT – Unesp

Ana Paula da Silva Marques ¹
José Marcato Junior ¹
Caio Domingues Reina ¹
Guilherme Mauerberg Kerper ¹
Fernanda Serra da Rocha ¹
Mônica Modesta Santos Decanini ¹
Júlio Kiyoshi Hasegawa ¹
João Carlos Chaves ¹

¹ Faculdade de Ciências e Tecnologia FCT – Unesp/SP
Caixa Postal 468 – 19060-900 – Presidente Prudente - SP, Brasil
{marques.engcart, jrmarcato, cdreina, guikerper}@gmail.com
fernanda.serra@yahoo.com.br
{monca, hasegawa, jcchaves}@fct.unesp.br

Abstract: The aim of this work is to design and produce a tridimensional thematic cartographic representation of FCT-Unesp to make it available in the internet. The methodology applied in this work can be divided in two general steps: the cartographic design and the production of the 3D thematic map and the video with the cartographic animation. The tridimensional thematic representation was produced in *ArcScene* software. In order to do so the following data were compiled: updated planimetric map, digital terrain model, building heights and available digital ortofoto. The planimetric map, in CAD format, was converted to SIG format and after stored in a geographic database. The tridimensional representation contains the following thematic classes: *building, sportsground, hidrography, boundary and path*. The video was produced in *ArcScene*, with three distinct visualization levels and then exported to .avi format. The legend was added into the video by using *Windows Movie Maker* software. The video can be accessed in the university web site < www.prudente.unesp.br >.

Palavras-chave: cartography, virtual reality, three-dimensional visualization, cartografia, realidade virtual, visualização tridimensional.

1. Introdução

Segundo Taylor (1991), a Cartografia consiste na organização, apresentação, comunicação e utilização da geoinformação nas formas gráfica, digital ou tátil. A preocupação da cartografia, até pouco tempo atrás, era basicamente, representar o mundo real, tridimensional, em um plano. Porém, com o desenvolvimento tecnológico, a cartografia passa a ter um novo desafio, representar esse mesmo espaço, em sua forma original (3D), agora em um ambiente computacional. Para Fosse (2004) a visualização tridimensional de um modelo é capaz de propor uma interface mais amigável e atraente ao usuário, pois permite uma análise qualitativa direta e mais intuitiva que os mapas convencionais, possibilitando aos usuários leigos interagir com as informações apresentadas.

Nesse sentido, e devido aos avanços da tecnologia, sobretudo, envolvendo a rede mundial de computadores, a qual tem se mostrado um meio de comunicação rápido, eficiente e popular, algumas questões podem ser levantadas tais como: como representar tridimensionalmente o mundo real em um ambiente computacional; quais as vantagens da Realidade Virtual na representação do mundo real; e como a internet pode contribuir na disseminação dos produtos cartográficos, e auxiliar no aperfeiçoamento do processo de comunicação cartográfica.

Dentro disso, o objetivo deste trabalho consistiu na produção de uma representação cartográfica temática tridimensional do campus da FCT – Unesp, a partir de dados

fotogramétricos, além de elaborar um vídeo animado dessa representação, para ser disponibilizado na rede mundial de computadores.

2. Métodos e Resultados

A metodologia para o desenvolvimento da representação temática tridimensional consistiu de duas grandes etapas: elaboração do projeto cartográfico e produção do modelo temático tridimensional e elaboração de vídeo de animação.





2.1. Projeto cartográfico da representação tridimensional

















O projeto cartográfico teve por objetivo definir um conjunto de variáveis interdependentes as quais envolviam a área geográfica, a definição das classes de informação geográfica que seriam representadas no mapa e a organização destas informações considerando-se a escala e a mídia utilizada. A área geográfica de estudo abrangida neste projeto correspondeu ao campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT - Unesp), localizado em Presidente Prudente, estado de São Paulo. O sistema de coordenadas adotado consistiu no sistema de referência SIRGAS 2000 e sistema de projeção UTM (*Universal Transversal of Mercator*) com meridiano central de 51° W.

Para a apresentação do produto (modelo temático tridimensional e vídeo de animação desse modelo) escolheu-se como mídia, um microcomputador com monitor de 17 polegadas e resolução de 1024x768 *pixels*. O modelo foi apresentado em três níveis distintos de visualização, um proporcionando uma visão geral; um intermediário, apresentando as feições em uma escala maior, e um terceiro abrangendo maiores detalhes da representação temática tridimensional. O objetivo do vídeo animado é possibilitar ao usuário conhecer a estrutura oferecida pela universidade, sem mesmo precisar ir ao local. O vídeo produzido tem como ponto de partida a área vizinha à Avenida que dá acesso a entrada principal da FCT – Unesp (Direção / Comunicação), e, a partir de então, percorre todo o campus da faculdade, em três níveis diferentes de *zoom*, apresentando a disposição geográfica de seus elementos, tais como prédios, vias, áreas esportivas, hidrografia, limite, etc. O ponto final do vídeo é uma visão de cima, a qual abrange toda a FCT - Unesp.

Em relação à variável interdependente informação, fez-se a seleção e a organização da informação geográfica a ser representada no modelo 3D: classes e subclasses de informação, geometria de representação de cada classe (ponto, linha, polígono, volume ou imagem), variáveis visuais e seus níveis de medida (qualitativo (\neq), ordenativo (O) ou quantitativo (Q)). Definiu-se, também, os símbolos e as cores para cada uma das feições considerando-se a composição RGB (*Red, Green e Blue*). A Tabela 1 ilustra a classificação dos elementos de informação geográfica e o projeto gráfico elaborado.

Tabela 1: Classificação dos elementos de informação geográfica e projeto gráfico.

Classe / Subclasse		Composição			Símbolo	Geometria	Variável Visual	Nível
Prédio:	T	R	G	B		Volume	Cor matiz	\neq
Agência bancária	E	250	10	190				
Biblioteca	M	200	130	130				
Diretoria / Comunicação	Á	0	92	230				
Discente	T	232	190	255				

Docente		255	211	127				
Laboratório		245	122	122				
Moradia		251	234	81				
Museu Arqueológico		169	0	230				
Cantina		230	152	0				
Outros		204	204	204				
Área Esportiva:								
Campo de Futebol		85	255	0		Área	Cor matiz	≠
Pista de Atletismo		0	0	0				
Quadra de Esporte		205	137	102				
Piscina		0	255	255				
Hidrografia:	B A S E C A R T O G R Á F I C A					Linha	Cor matiz	≠
Rio		0	230	255				
Lago		60	180	240		Área		
Via:								
Rua interna		255	170	0		Área	Cor matiz	O
Calçada		255	255	0				
Caminho		255	255	0		Linha		
Limite		255	0	0		Linha	Cor matiz	-
Ortofoto						Imagem (3D)	-	-

2.1. Produção do modelo temático tridimensional

A representação temática tridimensional do campus da FCT - Unesp foi produzida utilizando-se o software *ArcScene* 9.2. Os produtos disponibilizados por Marques et al. (2008), e utilizados como base na produção do modelo 3D, consistiram da carta planimétrica na escala 1:2000, atualizada em 2008, sistema de referência SIRGAS 2000 e sistema de projeção UTM (MC 51°W); malha de pontos com coordenadas X,Y,Z e; ortofoto com GSD (*Ground Sample Distance* – elemento de resolução no terreno) de 20 centímetros. A carta planimétrica foi obtida por restituição fotogramétrica (formato CAD) realizada no software LPS (*Leica Photogrammetry Suite*). Para que o mapa 3D pudesse ser produzido no *ArcScene* 9.2, realizou-se o processo de conversão de dados geográficos do formato DXF para o formato *shapefile*.

O processo de produção da representação temática 3D e seu vídeo de animação, a ser disponibilizado na internet, foi dividido em sete fases: (1) Elaboração do dicionário de dados geográficos; (2) Implementação do banco de dados geográfico; (3) Carga do banco de dados geográfico, (4) Edição geométrica dos dados espaciais; (5) Atribuição dos valores de

atributos; (6) Representação da Rede Irregular de Triângulos (TIN) e, (7) criação do mapa temático 3D e vídeo de animação. As fases de um (1) a cinco (5) corresponderam ao processo de conversão e preparação dos dados geográficos do formato CAD para o formato SIG a serem representados e; as duas últimas (fases 6 e 7), corresponderam à fase representação do modelo temático tridimensional e elaboração do respectivo vídeo de animação.

2.1.1. Conversão e preparação de dados geográficos

Para produzir a representação cartográfica temática tridimensional, no *ArcScene*, implementou-se um banco de dados geográficos (bd_unesp_2000_sirgas2000), do tipo *Geodatabase*, no *ArcGIS 9.2*, módulo *ArcCatalog*. Primeiramente, elaborou-se o dicionário de dados geográficos, o qual se caracteriza como um *metadados*, pois representa as informações sobre os dados, facilitando a organização dessas informações e as futuras manutenções do banco de dados. Alguns atributos são básicos em um dicionário de dados, no caso do *ArcGIS* tem-se: nome das *Feature Dataset*¹ e *Feature Class*, geometria da *feature* (ponto, linha ou polígono), atributos, valores de atributos, tipo de dado, se texto ou real (*double*), e a dimensão de cada campo de atributo.

Neste trabalho, o dicionário de dados elaborado (Tabela 2), contém uma única *feature dataset* denominada RESTITUICAO, e oito *features class* estabelecidas de acordo com os dados provenientes do arquivo CAD, quais sejam: predios, caminho, rua_interna, calçada, area_esportiva, limite, lago e rio; todas armazenadas dentro da mesma *feature dataset* RESTITUICAO.

Tabela 2: Dicionário de dados geográfico da FCT - Unesp.

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: predios

Geometria = linha

ATRIBUTO	TIPO DE DADO	DIMENSÃO	VALOR DE ATRIBUTO
CLASSE	Texto	100	Agência bancária Biblioteca Diretoria / Comunicação Discente Docente Laboratório Moradia Museu Arqueológico Cantina Outros (Manutenção, Vestiários, Salão do ASA, Diretório Acadêmico, Ginásio de Esportes etc.)
HEIGHT	Double	-	-

¹ *Feature Dataset*: estrutura georreferenciada a um sistema de referência e projeção usada para armazenar *features class*, as quais contêm feições gráficas.

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: caminho

Geometria = linha

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: rua_interna

Geometria = polígono

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: calçada

Geometria = polígono

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: lago

Geometria = polígono

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: rio

Geometria = linha

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: limite

Geometria = linha

Feature Dataset: RESTITUICAO

Feature Class: area_esportiva

Geometria = polígono

ATRIBUTO	TIPO DE DADO	DIMENSÃO	VALOR DE ATRIBUTO
TIPO	Texto	100	- Campo de futebol - Quadra de esporte - Piscina - Pista de atletismo

A partir do banco de dados ativado criaram-se as *feature dataset* e *class* definidas no dicionário de dados (Tabela 2). Tais *features* armazenaram os dados do arquivo do tipo CAD por meio da opção *load data*.

A quarta fase do processo de conversão e preparação dos dados geográficos do formato CAD para o formato SIG consistiu na edição geométrica dos dados espaciais. Esta fase permitiu obter a representação desejada (Tabela 1) no modelo tridimensional. As edições, realizadas, no *ArcMap* 9.2, consistiram em unir linhas quebradas e fechar polígonos; converter feições do tipo linha em polígono e; exportar as *features class* para a extensão *shapefile*. Aplicou-se a edição geométrica para as seguintes feições (Tabela 3): prédios, calçada, rua_interna, caminho, rio e limite.

Tabela 3: Edição geométrica aplicada nas *Feature Class*.

<i>Features class</i>	Geometria original (CAD)	Ferramenta de edição do ArcMap 9.2	Geometria resultante
predios	Linha	<i>Union e Feature To Polygon</i>	Polígono
calçadao			
rua_interna			
caminho	Linha	<i>Union</i>	Linha
rio			
limite			

Após esse procedimento de edição, exportaram-se todas as *features class* criadas. Escolheu o formato *shapefile*, pois o mesmo é compatível a muitos softwares, incluindo o *ArcSene 9.2*, e permiti alterações futuras sem a presença do banco de dados geográfico criado no *ArcCatalog 9.2*.

Para associar os valores de atributos aos seus respectivos campos, fase (5), utilizou-se o *ArcMap 9.2*. As *features class* que possuíam atributos associados à geometria (Tabela 2) consistiram nas *features class* de predios e *area_esportiva*.

2.1.2. Representação do modelo temático tridimensional e geração de vídeo de animação

Para gerar a representação temática 3D, no *ArcScene 9.2*, que tem como base a ortofoto, adicionou-se as *shapefiles*; converteu-se a partir da definição da altura, as *shapefiles* com geometria de polígono em geometria de volume; relacionou-se as *shapefiles* à superfície de modelagem (TIN); classificou-se um grupo de feições com base em suas subclasses; agrupou-se as feições de mesma classe, que possuíam geometria diferente; e definiu-se as cores das feições. A superfície de modelagem, na estrutura TIN (Figura 1), foi gerada no *ArcScene 9.2*, a partir de uma amostragem de pontos tridimensionais obtidas do LPS. O arquivo, originalmente no formato *.txt*, foi convertido para o formato *shapefile*, o qual é compatível ao *ArcScene 9.2*, utilizando-se o software *ArcView 3.2*. Para isso, foi necessário editar o arquivo *.txt* para que pudesse ser lido pelo *ArcView 3.2*, e assim, convertido para o formato *shapefile*.

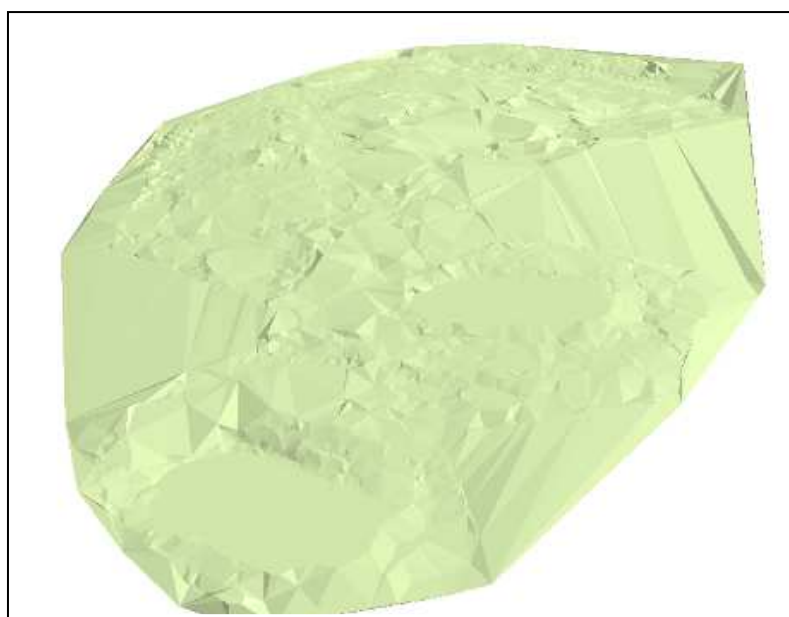


Figura1: TIN gerado a partir de dados fotogramétricos.

O relacionamento das feições do tipo polígono às suas respectivas alturas foi realizado somente para a *shapefile* de prédios, pois era a única que possuía o atributo HEIGHT associado à geometria (Tabela 2). A altura de cada prédio foi obtida pelo processo de restituição fotogramétrica realizado no LPS.

Fez-se a seleção de cor das classes prédio e área esportiva, com base em seus respectivos atributos CLASSE e TIPO. A classe prédio era composta por dez subclasses, as quais representavam os tipos diferentes de edificações presentes na FCT – Unesp, tais como: Agência bancária, Biblioteca, Diretoria / Comunicação, Discente, Docente, Laboratório, Moradia, Museu Arqueológico, Cantina e Outros. A subclasse Outros abrangeu os prédios de manutenção, salão ASA, vestiários, academia, ginásio de esportes, diretório acadêmico, etc. A classe área esportiva, classificada com base no atributo TIPO, continha quatro subclasses diferentes, dentre as quais: Campo de futebol, Piscina, Pista de atletismo e Quadra de esportes.

As classes Hidrografia e Via, que representavam feições com diferentes geometrias (linha e polígono) foram agrupadas. Na classe Via agruparam-se as *shapefiles* Caminho, Calçada e Rua interna, enquanto que na classe Hidrografia as *shapefiles* Lago e Rio.

O passo seguinte consistiu em modelar a partir da superfície representativa do relevo, as *shapefiles* e a ortofoto de base. A definição dos símbolos e das cores (ferramenta *Symbology*) das feições representativas do modelo temático consistiu na última etapa do processo. Cabe ressaltar que se aplicou uma transparência de 5% na ortofoto com o intuito de realçar a informação temática. Nesse contexto, na Figura 2, tem-se a ilustração da representação temática tridimensional com ortofoto, produzida para o campus da FCT – Unesp de Presidente Prudente/SP.

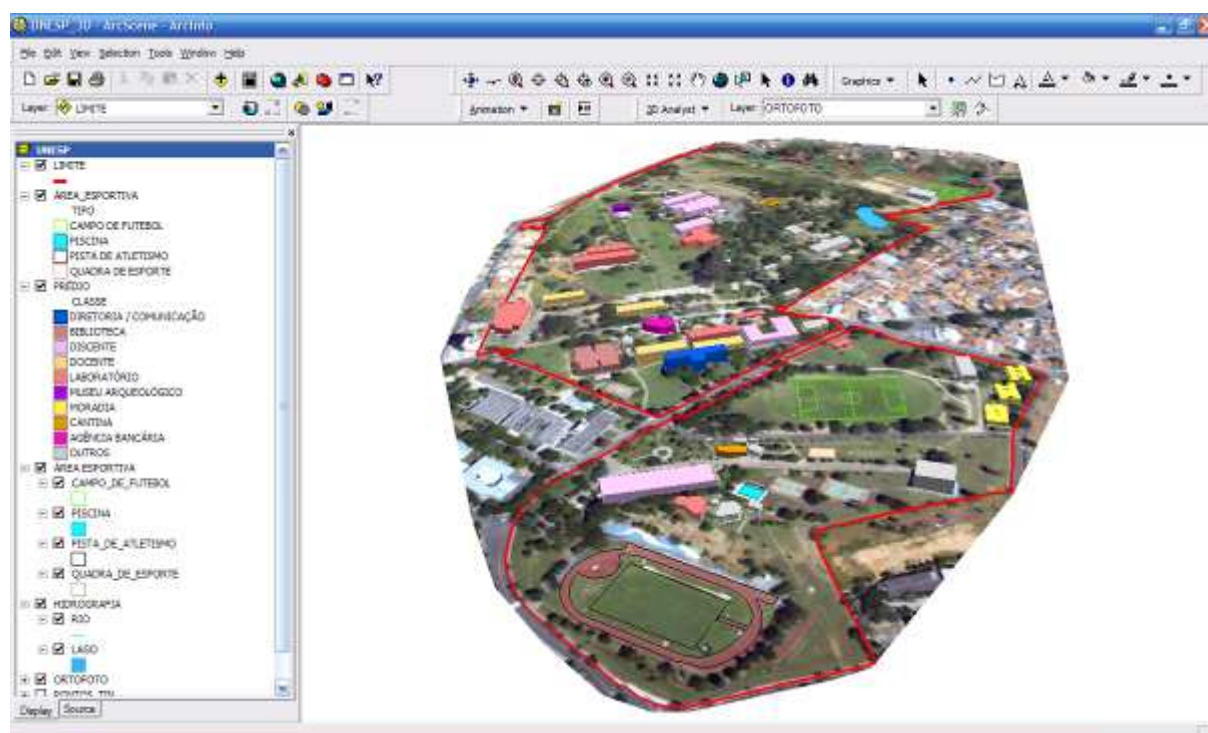


Figura 2: Representação temática tridimensional com ortofoto para a FCT – Unesp.

A fase final do trabalho constituiu da geração do vídeo animado dessa representação 3D. O vídeo, exportado para a extensão .avi, foi produzido a partir das ferramentas de animação do ArcScene 9.2 e, exemplifica um passeio aéreo pela universidade. Fez-se também, a edição do vídeo gerado utilizando o *Windows Movie Maker*. A edição consistiu em definir a área de

apresentação do filme e da legenda. Tal procedimento foi necessário, pois o *ArcScene* 9.2 exporta somente a área de mapeamento, a qual não inclui a legenda. Pode-se ter acesso ao vídeo gerado na página da FCT - Unesp (www.prudente.unesp.br).

3. Considerações Finais

Com o desenvolvimento tecnológico a cartografia tem um novo desafio, representar o espaço em sua forma original (3D) utilizando um ambiente computacional. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho consistiu na produção cartográfica da representação temática tridimensional do campus da FCT – Unesp, e produção de vídeo de animação.

Espera-se que, a partir da internet, o público tenha uma maior facilidade de acesso aos produtos cartográficos, e, assim, possam atuar como uma ferramenta disseminação de informação, que auxilie o aperfeiçoamento do processo de comunicação cartográfica.

Cabe ressaltar que o *ArcScene* 9.2 mostrou-se uma ferramenta eficiente para ser usada na produção do modelo tridimensional, devido a facilidade na modelagem dos dados; bem como na elaboração do vídeo de animação, pois permite que o mesmo seja exportado para extensões compatíveis com o *Windows*, por exemplo, a extensão .avi e, assim, executado no aplicativo *Windows Media Player*, possibilitando ao usuário interagir com o animação por meio dos controles de *pause*, *play* e *stop* oferecidos pelo aplicativo.

Recomenda-se que em trabalhos futuros, as etapas de avaliação e validação do mapa temático tridimensional sejam realizadas de forma que todas as alterações e modificações necessárias sejam feitas, tornando o produto mais próximo da realidade do usuário e de seus interesses.

Referências Bibliográficas

TAYLOR, D. R. F. **A conceptual basis for cartography: new directions for the information era** *Cartographica*, 1991. v. 28, n. 4, p. 1-8.

FOSSE, J. M. **Representação cartográfica interativa tridimensional: estudo da variável visual cor em ambiente VRML**. 2004. 132p. (UFPR-173). Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

MARQUES, A. P. S.; MARCATO Jr. J.; REINA, C. D.; KERPER, G. M.; ROCHA, F. S. **Modelagem tridimensional do campus da FCT – Unesp por métodos fotogramétricos**. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT - Unesp), 2008. 85 p.