

## REALIDADE VIRTUAL NA MODELAGEM DO RÁDIO ENLACE

<sup>1</sup>JOÃO RODRIGUES TAVARES JÚNIOR

<sup>1</sup>ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS

<sup>2</sup>ALEJANDRO FRERY

<sup>1</sup>UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Tecnologia e Geociências – Departamento de Engenharia Cartográfica  
Av. Acad. Hélio Ramos,s/n – Cidade Universitária – 50740-530 – Recife-PE - Brasil  
{rt, analucia}@ufpe.br

<sup>2</sup> Cin – Centro de Informática – UFPE  
frery@cin.ufpe.br

**Abstract.** This paper describes an application of non immersive Virtual Reality Model Language (VRML) in Digital Terrain Model (DTM) visualization and analysis. The analysis seeks for adequate sites for antenna placement. Geometrical and physical considerations are employed to model the problem, the data and the solution. Three-dimensional models and databases can be made available on the Internet and over intranets using VRML worlds, allowing the implementation of a complete project. A simulated example in VRML is shown.

**Keywords:** remote sensing, image processing, DTM, telecommunications.

### 1. Introdução

Com o aumento da demanda de celulares no final da década dos anos 90, e sua mobilidade observou-se um problema crítico de ligações entre antenas de celulares. Seu crescente número, distribuição geográfica, área de cobertura e atendimento as necessidades dos usuários são variáveis importantes que devem ser observadas para solucionar este problema.

Na tecnologia de celulares é necessário definir novas metodologias eficientes e rápidas para projetar e atualizar localizações de antenas de celulares.

Há dificuldade da obtenção dos dados de entrada para estudar a de área de cobertura utilizando a metodologia tradicional, que é dada a partir de uma carta topográfica, além do levantamento de diversos perfis (posições, distâncias e alturas) mostra que são necessárias novas ferramentas que forneçam subsídios para solução do problema de maneira tridimensional e mais rápida.

Este trabalho utiliza as ferramentas de realidade virtual para encontrar a solução da localização de antenas de celulares. Este problema pode ser estendido para outros tipos particulares de aplicações. No nosso caso, além da dependência do modelo do terreno e da superfície tem-se também a dependência da frequência, potência, ganho da antena entre outras, para a sua localização ótima.

### 2. Revisão Bibliográfica

A velocidade das comunicações e mobilidade dos usuários de celulares diante da inércia das edificações e distâncias envolvidas oferece situações a estudar em Realidade Virtual (Panteli E Dibben, 2001).

A Realidade Virtual possibilita a criação de mundos virtuais especialmente construídos para uma dada finalidade oferecendo, mobilidade e orientação ao espectador (Schroeder, 2001). A VRML (Virtual Reality Modeling Language) permite modelar objetos tridimensionais naturais ou edificados simulando mundos (Reddy et al, 2001).

Além disso os recursos da visão tridimensional usando VRML viabilizam os estudos do relevo em tempo real (Candeias et al. , 2001).

A intervisibilidade direta é a principal informação na propagação de microondas. O rádio enlace depende do comprimento de onda do sinal, elipsóide de Fresnel e especificações técnicas das antenas e distância entre si (Smit, 1988).

O Modelo Digital de Terreno (MDT) fornece intervisibilidades, distâncias, altitudes e coordenadas (Portugal, 1991).

A origem dos dados cartográficos, quanto à precisão e à acurácia, é importante: a modelagem dos dados requer o estudo dos conceitos (Burity et al, 1999).

É importante a reflexão crítica sobre as informações contidas na visão 3D em realidade virtual quando se deseja modelar um problema real (Sheppard, 2000).

Em Zonoozi e Dassanayake (1997a ,1997b) tem-se um estudo sobre o problema da mobilidade de celulares. Em Tavares Jr. et al. (2002), faz-se uma análise da abordagem manual e da solução deste problema utilizando realidade virtual.

### **3. Representação tridimensional e Realidade Virtual**

A visualização de cartas em meio digital tem-se tornado cada vez mais popular em diversas áreas. A digitalização de cartas e sua visualização na tela do computador, permitem ao usuário uma maior facilidade de interação com o terreno a ser estudado. O problema que se observa é quando a visualização das informações em diferentes ângulos para um Modelo Digital de Terreno (MDT). A maioria dos softwares que atende a este mercado não fornece uma simplificação ou facilidades de manuseio. Geralmente, as operações gráficas e a interação como o MDT, não é direta, sendo necessária a entrada numérica de dados para montar o mundo virtual; e a partir daí uma nova visualização é calculada e introduzida no mundo. Impõe-se, portanto, um tempo adicional de processamento de máquina para obter a melhor visualização daquele modelo. Outro ponto bastante importante é a necessidade que se tem de “sobrevoar” a cena apresentada. A autonomia desta interação é algo muito desejado por aqueles que se utilizam destes programas. Portanto a visualização e a interação são peças chaves para facilitar o uso dos MDT's (Capra E Sampaio, 1999).

Com o crescimento exponencial do uso da internet para divulgação de conhecimento, a distribuição dos modelos tridimensionais e sua visualização *on-line*, torna-se praticamente inviável, devido a velocidade de tráfego de seus dados.

Visando contornar o problema da distribuição de dados pela rede, a indústria da informática desenvolveu a Linguagem de Modelagem em Realidade Virtual VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) (Arnes et al, 1997; Carey E Bell, 1997; Perce, 1996 e Tittel et al, 1997), a qual permite a visualização de verdadeiros mundos virtuais totalmente interativos em tempo real em arquivos que ocupam somente alguns quilobytes. A VRML é portanto uma linguagem textual para descrição de ambientes tridimensionais. Uma das qualidades que esta ferramenta oferece ao usuário é o *walk-through*. Significa que o usuário pode se locomover independente de caminhos pré-determinados pela máquina. De maneira acessível podem ser construídas cenas que representem o mundo real, com suas formas e texturas.

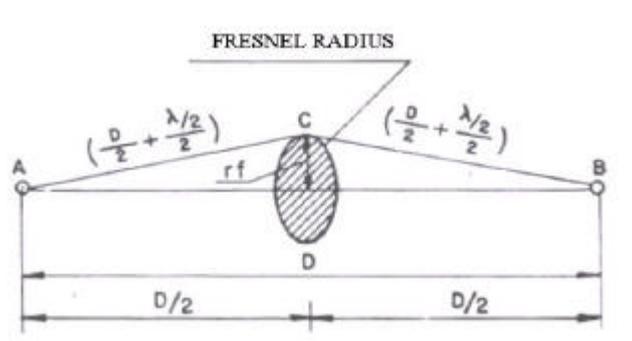
Tal proeza é conseguida devido ao fato da linguagem VRML guardar nos arquivos apenas uns poucos dados geométricos somados a algumas informações matemáticas para reconstrução dos mundos. Portanto, os mundos virtuais não são transmitidos nos arquivos, mas apenas as suas equações matemáticas.

Os recursos tridimensionais de visualização podem auxiliar bastante para entender melhor o relevo e a superfície revelando por exemplo algumas peculiaridades que condicionam a distribuição dos solos, a vegetação e até algumas características climáticas locais.

Neste trabalho, aplica-se as ferramentas da realidade virtual para visualização tridimensional de problema do rádio enlace onde a representação tridimensional com base cartográfica tenha sua importância intrínseca.

#### 4. Considerações sobre o elipsóide de Fresnel

A **Figura 1** mostra o raio de Fresnel e suas equações associadas. A e B são as antenas, D e a distância entre A e B,  $r_f$  e o raio de Fresnel e  $\lambda$  e o comprimento de onda associado.



**Figura 1** - elipsóide de Fresnel.

Fonte: Smit (1988).

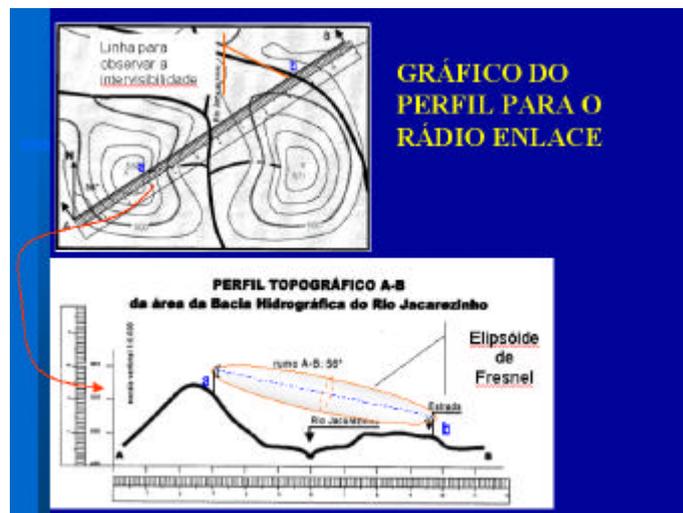
O raio de Fresnel radius ( $r_f$ ) em Smit (1988) e definido por :

$$r_f = (1/2)\sqrt{D\lambda} \quad (1)$$

Para haver uma boa recepção/transmissão de todo o elipsoide de Fresnel é necessário que esteja livre de obstáculos. Isto tem uma dependência com o comprimento de onda (equação 1).

#### 4. Rádio Enlace

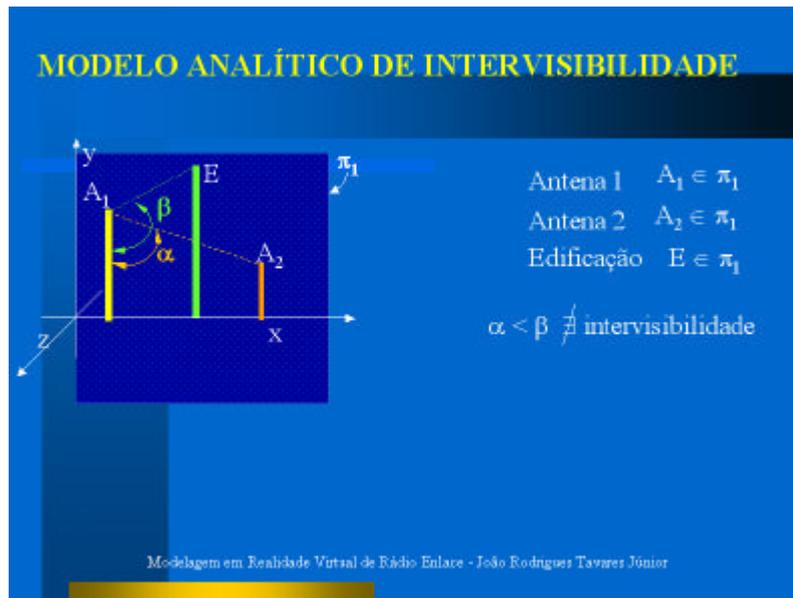
A **Figura 2** mostra a obtenção manual do rádio enlace . A partir da carta topográfica desenha-se uma reta ligando as duas antenas. Após isto levanta-se um perfil da área para análise da visada direta. Este método é ineficiente e pode gerar erros, além da dificuldade de inserir novos objetos no enlace.



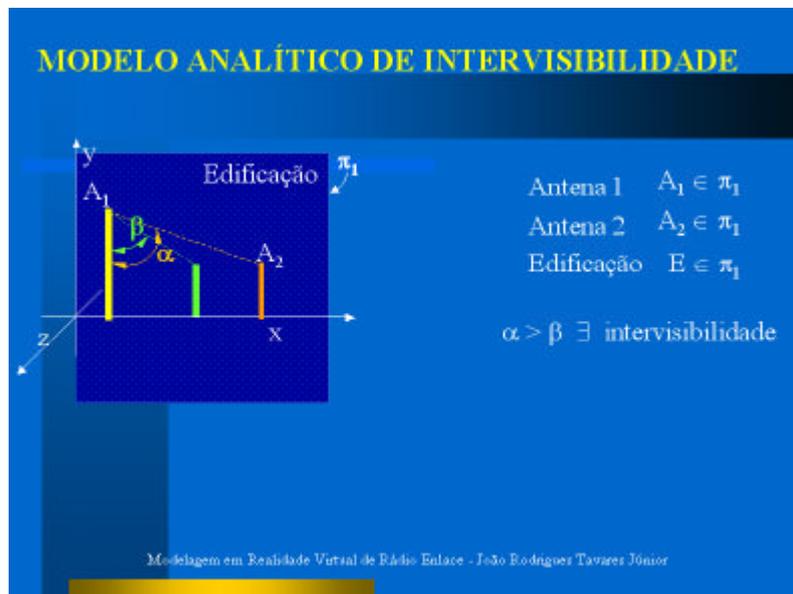
**Figura 2** – Perfil para o rádio enlace.

### 5. Modelo Analítico da Intervisibilidade e Matricial

A **Figura 3** mostra uma simplificação do modelo analítico da intervisibilidade quando há interseção, caso (a) e quando não há interseção, caso (b) da visada direta entre as antenas  $A_1$  e  $A_2$ . Esta avaliação é facilmente descrita a partir da relação do ângulo  $\alpha$  da antena  $A_1$  com a antena  $A_2$  e do ângulo  $\beta$  da antena  $A_1$  com o obstáculo E (ver **Figura3**). Necessariamente para haver intervisibilidade é necessário que  $\alpha > \beta$ .



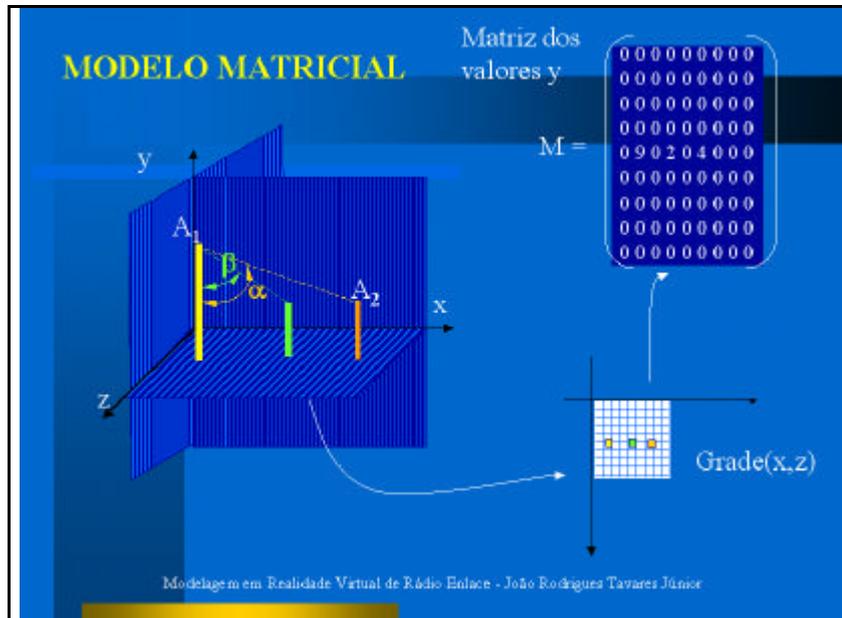
(a)



(b)

**Figura 3** – Modelo Analítico. (a) Sem intervisibilidade entre as antenas. (b) Com intervisibilidade entre as antenas.

A **Figura 4** mostra o modelo matricial. Neste caso cada ponto possui uma posição e um valor (cota). Este tipo de representação é utilizada na nossa metodologia

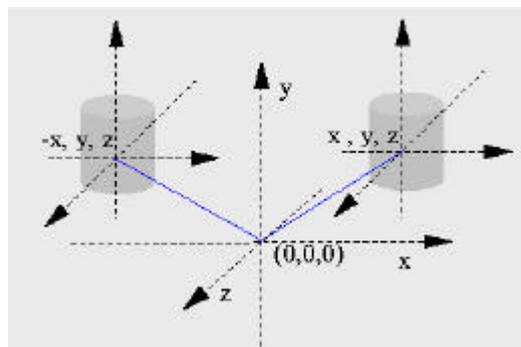


**Figura 4** – Modelo Matricial.

## 6. Especificação da Arquitetura

A **Figura 5** mostra a representação do plano cartesiano em VRML (Hartman and Wernecke, 1996; Moore et al. 1999; Teicherieb et al. 2002). A representação da origem do plano cartesiano é localizada no centro da tela. É necessário levar isto em consideração na implementação.

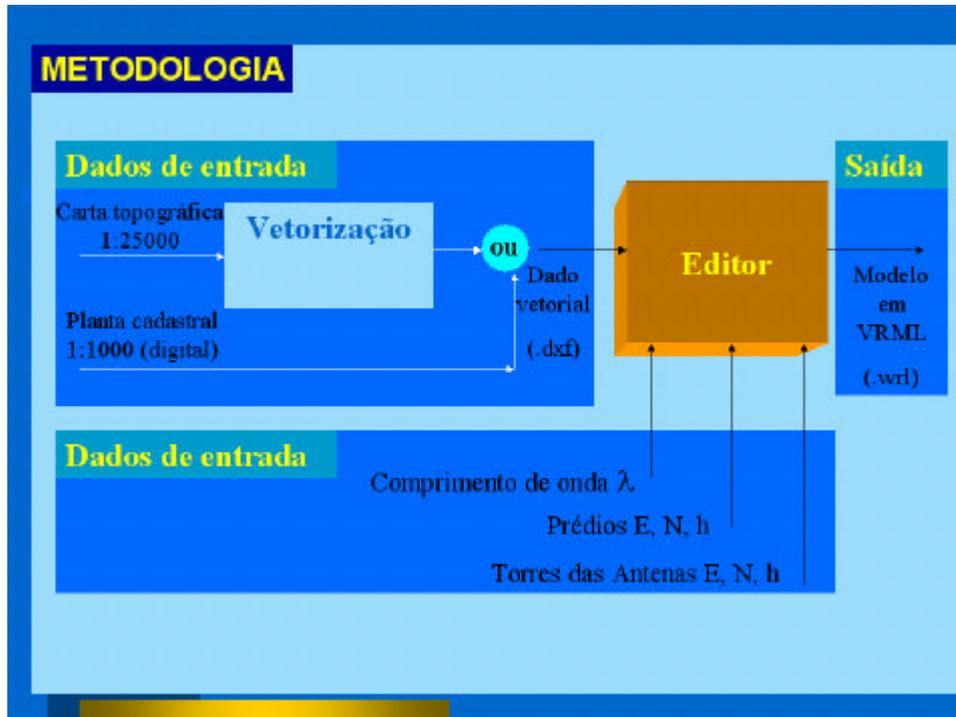
Inicialmente um sistema de coordenadas é definido. Com isto é possível mapear qualquer objeto neste sistema. No nosso caso, este sistema é definido pelos dados de entrada, por exemplo, no caso para obter a **Figura 8**, utilizou-se a carta RECIFE, SC.25-V-A-III/1-NO, escala 1:25000, sistema UTM, SAD69, Córrego Alegre, 33° W GR. Todos os objetos mapeados estarão necessariamente em escala e com sua posição corretamente identificada no mundo virtual.



**Figura 5** – Representação do plano cartesiano na VRML.

## 6. Metodologia

Na metodologia sugere-se um editor para gerar vrml. O editor foi desenvolvido em DELPHI para possibilitar a entrada por sistema de janelas.



**Figura 6** – Representação esquemática da metodologia

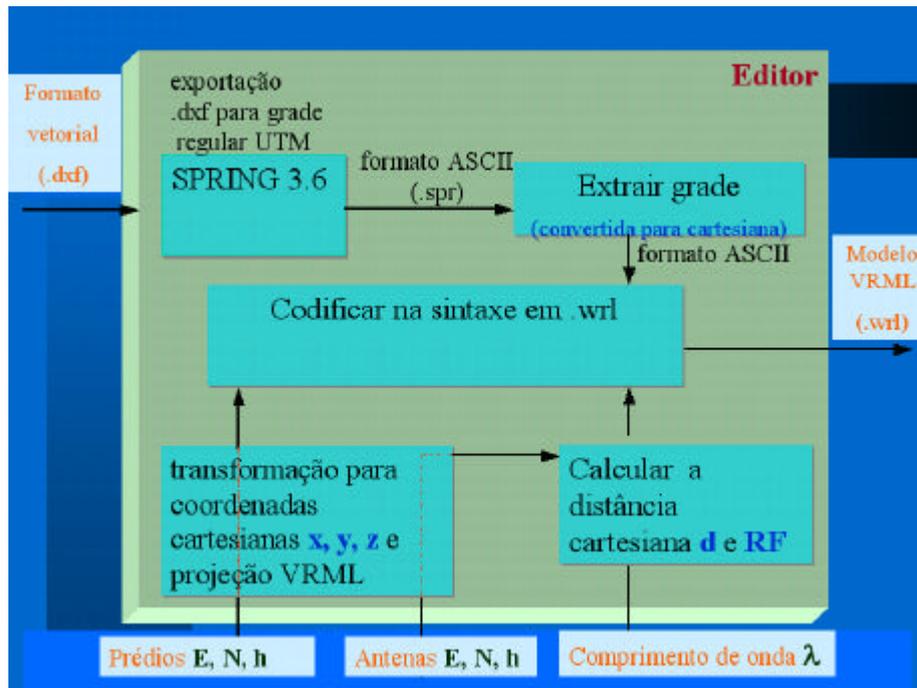


Figura 7 – Especificação esquemática do editor

## 7. Resultados

A **Figura 8** mostra os resultados para uma área real de Recife-PE, e mostra um enlace entre duas antenas próxima à avenida Caxangá, representadas com a cor azul e vermelha. É importante observar que o mundo virtual possui um sistema de projeção de acordo com seus dados de entrada.

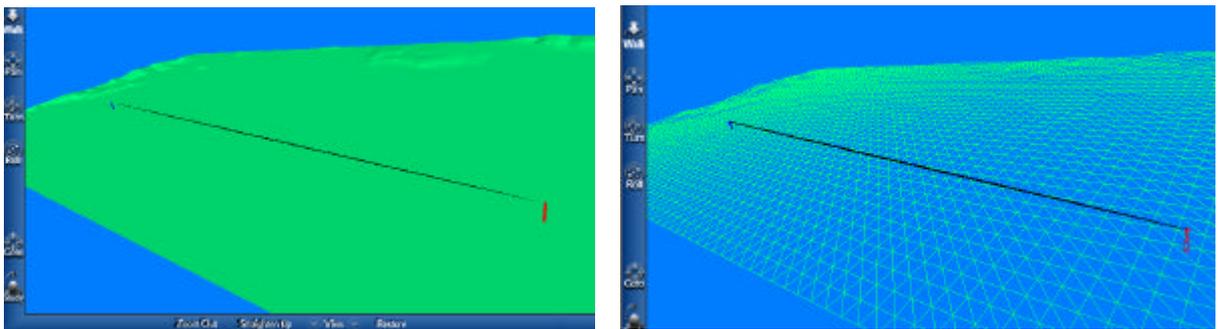


Figura 8 – Especificação esquemática da saída do editor.

Este tipo de abordagem pode ser facilmente implementada diretamente no SPRING (INPE) gerando assim um arquivo de saída em VRML. As edificações podem também ser inseridas na visualização, a partir da extrusão, por exemplo, de uma planta cadastral.

## Referências

- Alencar, M. S. (2001) *Sistemas de Comunicações*. Ed. Érica, São Paulo.
- Ames, A.L.; Nadeau, D.R.; Moreland, J.L. (1997) *VRML 2.0 sourcebook*, 2. ed. New York, Wiley.
- Burity, E. F. ; Brito, J. L. N. ; is.; Philips, J. ; Qualidade de Dados para o Mapeamento. In: XI Congresso Brasileiro de Cartografia, out., CBC, 1999.
- Candeias, A L B.; Tavares Jr., J R ; Frery, A C; Santos, W P *Modelagem de Terreno com Ferramentas da Realidade Virtual*. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento 2001.
- Capra, M.; Sampaio, A C. F. VRML na Cartografia: Estudo de Caso de Compatibilização de Arquivos. In: *XIX Congresso Brasileiro de Cartografia*. Recife 1999.
- Carey, R., Bell, G. (1997) *The annotated VRML 2.0 reference manual*, 2. ed. Reading, MA, Addison Wesley.
- Hartman, J., Wernecke, J. (1996) *The VRML 2.0 handbook: building moving worlds on the Web*. Reading, MA, Addison Wesley.
- Moore, K.; Dykes, J.; Wood, J. (1999) Using Java to interact with geo-referenced VRML within a virtual field course. *Computers & Geosciences* 25 (1999) 1125-1136.
- Schroeder, R. , Huxor, A, Smith, A Active worlds: Geography and Social Interaction in Virtual Reality. *Futures* 33, 2001.
- Sheppard, S. R. J. Guidance for cristal ball. *Gazers: Deveppoing a code of ethics for landscape visualization. Landscape and Urban Plain*, 54, 2000.
- Smit, J. *Microondas*. Ed. Érica. São Paulo. 1988.
- Panteli, N. Mobile nature of virtual organization: reflexions on mobile communication system. *Futures* 33, 2001.
- Pesce, M. (1996) *VRML Flying Through the Web*. Indianapolis, New Riders Publishing.
- Portugal, J L , *Pré-processamento e Armazenamento de dados altimétricos obtidas por restituição digital*. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 19991.
- Reddy, M. ; Iversin L.; Lecri Y. G.; *Under The Hood GeoVRML*. In: Proceedings of the 5<sup>th</sup> WEB3D/VRML Symposium. Monterey, California, feb, 21-24, 2000.
- Tavares Jr, J. R.; Candeias, A L. B.; Frery, A O. VRML Tools For Wireless Telecommunication Applications. In: 5th Symposium on Virtual Reality. 2002. Fortaleza, october, 2002. *Proceedings*. Fortaleza, 2002, v.1, p.271, 281.
- Teichrieb, V.; Frery, A. C.; Kelner, J.; Freitas, A. F.; Barros, P. G. A paradigm for three-dimensional content authoring tools evaluation. 2001. URL: <http://www.cin.ufpe.br/~if124/referencias.htm> Last access: 19/05/2002
- Tittel, E., Scott, C., Wolfe, P., Sanders, C. (1997) *Building VRML worlds*. Berkeley, McGraw-Hill.
- VRML 97. ISO/IEC 14772-1: 1997.
- Zonoozi, M.M.; Dassanayake, P. (1997a) User mobility modeling and characterization of mobility patterns. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 15(7):1239–1252.
- Zonoozi, M.M.; Dassanayake, P. (1997b) A novel modelling technique for tracing mobile users in a cellular mobile communication system. *Wireless Personal Communications*, 4:185–205.