

Visualização em Realidade Virtual não Imersiva de Modelos Geológicos a partir de Dados de Gravimetria

João Rodrigues Tavares Júnior

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Doutorado em Geociências
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n – Cidade Universitária
50.670-901 – Recife – PE
rt@ufpe.br

Resumo: Este trabalho é um resumo da metodologia usando Realidade Virtual (RV) não-imersiva associada como a modelagem gravimétrica dos dados (ou anomalias da gravidade) gerada para rochas localizada no subsolo. O modelo em RV é composta pelo Modelo Digital de Terreno (MDT) da superfície da área sobre os corpos de rochas adjacentes. Os dados gravimétricos são usados em associação com outros dados como amostras de rochas obtidas nas colunas de perfurações de poços na área de estudo, amostras de rochas na superfície, dados magnetométricos, e dados sísmicos. A necessidade destes outros dados é útil para definir uma correlação entre modelagem gravimétrica e a forma real, posição e dimensão dos corpos de rocha no subsolo, considerando os distintos tipos de rocha que são possíveis de gerar anomalias similares ou anomalias ambíguas. O propósito final é contribuir com a pesquisa de óleo e gás (termos específicos do petróleo) localizado na rocha reservatório. Em função dos múltiplos tipos de dados são utilizados os softwares MATLAB R12, SPRING 4.1, Oasis montaj 6.0, Cortona VRML 4.2, Access e Delphi.

Palavras Chave: Gravimetria, VRML, Realidade Virtual, Modelagem 3D

Abstract: This paper is a resume of the methodology using Virtual Reality (VR) non-immersive associated with of the modeling of the gravimetric data's (or anomalies of the gravity) generate for the rocks localized in subsoil. The model in VR is composed by a Digital Terrain Model (DTM) of the area's surface over the rocks bodies subjacent. The gravimetric data's are used in associate with others data's as samples of the rocks obtained of the column of the wells drilled in the area of the study, samples de rocks in surface, magnetometric data's, and seismic data's. The need of these others data is useful to define suitable correlation between the gravimetric model and the real form, position and dimensions of the rocks bodies in subsoil, considering which distinct rocks type are possible of the to generate anomalies similar or anomalies ambiguous. The final purpose is to contribute for a research de oil and gas (specific terms know how petroleum) localized in the reservoir rocks. In function of the multiples types of the data's are used the software's MATLAB R12, SPRING 4.1, Oasis montaj 6.0, Cortona VRML 4.2, Access and Delphi.

Keywords: Gravimetry, VRML, Virtual Reality, 3D Modeling

1. Introdução

A visualização de modelos tridimensionais em Realidade Virtual vem se consolidando nos mais diversos ramos do conhecimento humano. Áreas como a Cartografia, Sensoriamento Remoto, Geologia, Geodésia, vem utilizando a RV além da visão computacional para auxiliar nas pesquisas destas áreas.

Em Geologia tem-se atenção especial para a forma, dimensão e localização geográfica de corpos. Os modelos geológicos gerados a partir de dados gravimétricos na área de Geofísica, área intimamente ligada a Geologia e Geodésia, são também estudados em modelos de RV imersiva notadamente na área de prospecção de gás e óleo.

Este artigo aborda alguns tópicos de uma metodologia em desenvolvimento de aplicação da RV não imersiva associada às técnicas correntes de visualização computacional em gravimetria.

A geração do MDT da topografia local geograficamente sobre corpos subjacentes no subsolo da área de estudo é uma das etapas. A Geofísica trabalha com vários métodos entre os quais a Gravimetria, Sísmica de Reflexão, a Magnetometria, entre outros. Outros dados são necessários para determinar os tipos de rocha a exemplo das medidas de densidades de amostras coletadas na região, além de dados litológicos dos afloramentos das rochas, de poços adequadamente distribuídos e com suas colunas estudadas para gerar modelos sobre a correlação lateral das rochas. A combinação destes dados subsidia as hipóteses sobre a forma e dimensões destes corpos rochosos, porque dados gravimétricos geram ambigüidades, ou seja, diferentes tipos de rochas podem gerar semelhantes anomalias gravimétricas (ou anomalias de gravidade). Os softwares MATLAB R12, SPRING 4.1, Oasis montaj 6.0, Cortona VRML 4.2, Access, Delphi, são usados devido os diferentes tipos de dados de entrada, modelagens e dados de saída de interesse. A aplicação final dos modelos gerados visa contribuir para auxiliar na pesquisa da geometria e posicionamento de rochas relacionadas à pesquisa de gás e óleo, minérios, água.

Pesquisas iniciais no Brasil sobre modelagem de terreno em Realidade Virtual não imersiva ([1], [2], [3]) demonstraram a viabilidade da visualização científica de dados cartográficos e geodésicos permitindo automatização de procedimentos manuais e obtenção de dados sobre a superfície terrestre. [16], [17], também abordando a área da aplicação de conceitos e modelagens de Realidade Virtual na Cartografia e Geodésia e Telecomunicações, coloca a necessidade em atender as normas precisão e acurácia no uso adequado de visualização de dados cartográficos de acordo com as aplicações específicas, IBGE (1996). Portanto, conceitos puramente teóricos e intuitivos de modelagem de objetos em Realidade Virtual em [1] e [11] encontram árias aplicações no mundo físico real, como também indica [13].

Em [10] os conceitos sobre os parâmetros de transformação entre diferentes datums são claramente colocados sendo importante destacar que os dados de entrada e as opções na definição de parâmetros oferecidos no MATLAB, SPRING e Oásis montaj, requerem cuidados adequados com a origem e tratamento de coordenadas, distâncias e altitudes, conceitos que podem ser mais aprofundados em [18], [21] e [12].

Cálculos matemáticos e estatísticos podem ser bem mais facilmente realizados utilizando-se MATLAB conforme [6] e em Geodésia e Geofísica é muito importante o emprego de softwares científicos que agreguem conceitos de Lógica e cálculo numérico, onde o pesquisador possa definir seus critérios de modelagem durante a programação. Inclusive problemas relacionados à pré-processamento de dados de gravimetria no Oásis montaj para gerar os mapas Bouguer evidenciam a necessidade de uso softwares distintos, como visto em [15]

Em [14] é realizada uma revisão bibliográfica completa para tese de doutoramento sendo mostrada a necessidade de levantamentos gravimétricos de maior detalhamento e com gravímetros de precisão bem maior que antigos trabalhos de gravimetria sobre a forma e dimensões das bacias sedimentares de Pernambuco e Paraíba que além do conhecimento científico pode contribuir para a pesquisa de gás e óleo nestas regiões.

2. Método Gravimétrico e Metodologia

A utilização de diversos softwares para atingir determinado objetivo tem representado uma solução freqüente no tratamento de problemas de visualização tridimensional já que mesmo softwares proprietários específicos não oferecem todos os recursos desejáveis para obter um resultado específico, porque a pesquisa é algo dinâmico e interdisciplinar e constantemente requer novos softwares ou novos conceitos de visualização e processamento dos dados.

O custo da aquisição da licença dos módulos destes softwares é outra dificuldade encontrada pelos usuários e pesquisadores. Também a não integração de profissionais de áreas acadêmicas diferentes dificulta o desenvolvimento de softwares de código aberto ou proprietário que atendam a necessidades específicas de uso científico, além da importância da idéia bem vinda destes softwares serem desenvolvidos por brasileiros.

O Método Gravimétrico é um dos Métodos Potenciais usados em Geofísica para coletar medidas pontuais do campo de gravidade terrestre em termos das variações da aceleração da gravidade local. Gravímetros

são instrumentos muito sensíveis e usados para medir estas anomalias.

Mapas Bouguer são mapas georreferenciados (possuindo várias escalas conforme a precisão requerida na prospecção) destas anomalias elaborados após vários tipos de correções realizadas pelo software Oasis montaj. Nos mapas Bouguer tem-se várias isolinhas que correspondem às variações das anomalias gravimétricas.

A variação da densidade das rochas até certa profundidade é uma das leituras que se pode fazer no mapa Bouguer, sendo possível inferir a forma e dimensões reais no subsolo das rochas e combinar estas inferências do mapa Bouguer com outras informações geológicas para definir melhor as feições em estudo.

Um exemplo de mapa Bouguer da Região Metropolitana do Recife é apresentado na Figura 1. Na Figura 2 tem-se um mapa gravimétrico residual acentuando as feições gravimétricas. Além do mapa Bouguer o Oasis montaj permite realizar perfis ao longo da "topografia" dos valores das anomalias e possui um módulo 3D para exibir a forma dos objetos.

Na Figura 3 tem-se um modelo no Cortona VRML de três camadas simplificado e três poços atravessando as mesmas. É uma primeira simulação dos dados de campo e que está sendo aperfeiçoado. Tem-se que a partir das amostras obtidas geram-se as camadas.

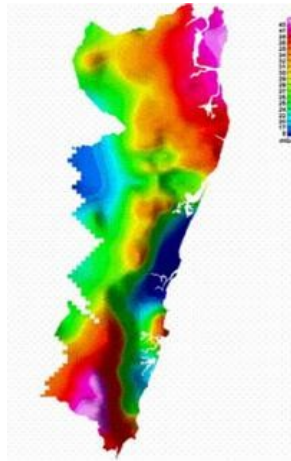


Figura 1 : Mapa Bouguer da RMR. A cor vermelha e rosa são altos gravimétricos e os tons de azul baixos gravimétricos. Fonte: SIGA/CPRM (2003).

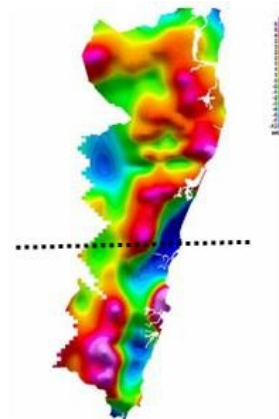


Figura 2 : Mapa residual da RMR.

A linha tracejada (em preto) é uma feição gravimétrica que corresponde ao Lineamento Pernambuco relacionado a uma falha. Fonte: SIGA/CPRM (2003).

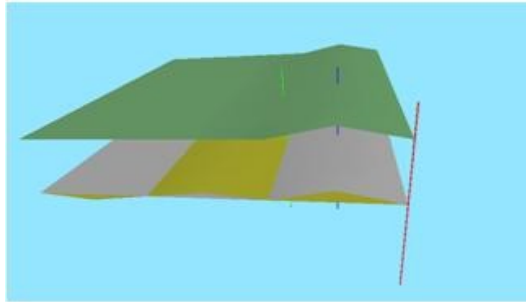


Figura 3 : Modelo no Cortona VRML.

A importância da RV nesta metodologia de visualização dos objetos de interesse é poder acoplar o MDT aos corpos gravimétricos processados no Oasis montaj, sendo para isso necessários vários cálculos matemáticos e algoritmos em programação desenvolvida no MATLAB e transformações no SPRING, porque a simples justaposição geométrica gera distorções.

O Cortona VRML possibilita a visualização não imersiva e o Access cumpre a função de relacionar bancos de dados não espaciais a pontos de coordenadas geográficas conhecidas de interesse no MDT.

O conjunto MDT, modelo de superfície (edificações, vegetação, localização de poços e falhas) e modelo 3D teórico gravimétrico das formas dos corpos em subsolo permitem um estudo sobre a relação geográfica de feições visíveis da superfície terrestre em imagens de satélite onde uma carta imagem pode indicar os contatos, que são linhas divisórias dos tipos de rochas diferentes.

A seguir na Figura 4 é apresentado um bloco diagrama com a metodologia em desenvolvimento de integração dos modelos de superfície, topográfico e de subsolo, e bancos de dados geológicos.

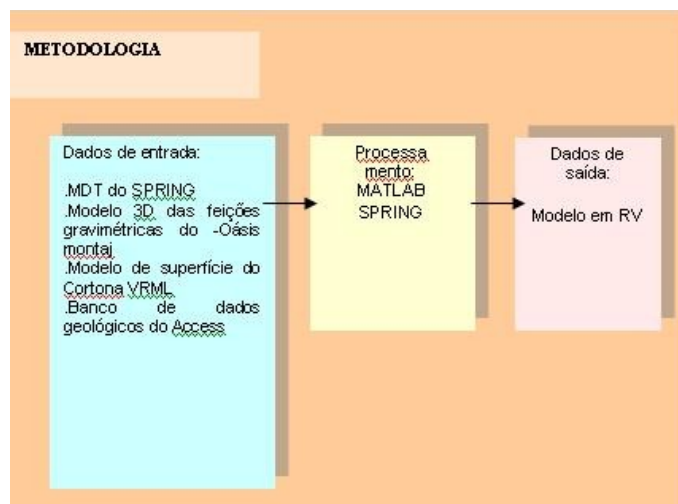


Figura 4 : Diagrama esquemático da metodologia.

3. Considerações Finais

Este trabalho estuda modelos geológicos gerados a partir de dados gravimétricos na área de Geofísica. Esta área intimamente ligada a Geologia e Geodésia utilizando Realidade Virtual não-imersiva.

Softwares gratuitos como o Cortona VRML permitem modelar dados corretamente calculados no MATLAB e SPRING (este também gratuito) e Oasis montaj gerando novos modelos em RV não imersiva.

As operações de montagem no Cortona VRML do modelo final integrando MDT (incluindo a drenagem), modelos gravimétricos de subsolo e objetos na superfície (árvores, estradas, edificações, poços, objetos artificiais de referência na superfície e subsolo), inclui várias opções desejáveis de pontos de vista e a técnica "unir para conquistar" desenvolvida na dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação que reduz intensamente o esforço e tempo de processamento de dados.

A utilização de RV imersiva também é outra prática atualmente trabalhada em empresas e por pesquisadores em universidades, porém neste trabalho opta-se pela RV não-imersiva.

4. Referências

- [1] Ames, A.L.; Nadeau, D.R.; Moreland, J.L. 1997. VML 2.0 Sourcebook, 2nd Ed. New York, Wiley.
- [2] Brandão, Ac; Paulino, La, Rocha, Rs; Philips, J. Novos Paradigmas da Cartografia. Xx Congresso Brasileiro De Cartografia. Porto Alegre - Rs - 2001. 1 Cd-Rom.
- [3] Candeias, A. L. B.; Tavares Junior, J. R.; Frery, A. O. C. 2001. Realidad Virtual Em La Visualización De Modelos Topográficos. In: Anais Teledetección. Universitat De Lleida I Editorial Milênio. Espana. P.209-212. [1]
- [4] _____; Wellington, Ps. Utilização Da Realidade Virtual Para Geração De Modelos E Perfis Topográficos. Xx Congresso Brasileiro De Cartografia. Porto Alegre - Rs - 2001. 1 Cd-Rom. [2]
- [5] _____; 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. [3]
- [6] Chapman, S. J. 2002. Programação Em Matlab Para Engenheiros. Thomson Learning. 477p.
- [7] CPRM Serviço Geológico Do Brasil. Sistema De Informações Geoambientais Da Região Metropolitana Do Recife. 2003. Cd-Rom.
- [8] Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Diretoria De Geociências. Departamento De Geodésia. Especificações E Normas Gerais Para Levantamentos Geodésicos. (Coletânea Das Normas Vigentes). Rio De Janeiro - Rj. 1996. 52p.
- [9] Oliveira, R. G. ; Santos Dos, J. E. Assinaturas Geofísicas Do Lineamento Pernambuco: Interpretação E Significado Tectônico. In: Anais Do 31º International Geological Congress. Rio De Janeiro. Brasil. 2000. Tectonic Evolution Of South America. Edited By U. G. Cordini; E. J. Milani; A. Thomaz Filho; D. A. Campos. 217-220.
- [10] Monico, J F G. Posicionamento Pelo Navstar-Gps - Descrição, Fundamentos E Aplicações. Editora Unesp. 2000. 287p.
- [11] Netto , AV; Machado, LS; Oliveira, Mcf. Realidade Virtual - Fundamentos E Aplicações. Visual Books, Bookstore Livraria. Florianópolis - Sc. 2002. 94p.
- [12] Seeber, G. Satellite Geodesy. Walter De Gruyter & Co. Berlin - Germany. 1993. P.531.
- [13] Sluter, Cr. Visualização Cartográfica: O Avanço Da Cartografia Digital E Pesquisas Futuras. Xx Congresso Brasileiro De Cartografia. Porto Alegre - Rs - 2001. 1 Cd - Rom.

- [14] Tavares Jr., J. R 2005. Métodos Potenciais Aplicados Nas Bacias Sedimentares Do Nordeste Do Brasil: O Estado Da Arte (Bacias Pernambuco E Paraíba). Seminário Da Disciplina Bacias Sedimentares Do Nordeste Do Programa De Pós-Graduação Em Geociências. Universidade Federal De Pernambuco.
- [15] Tavares Jr., J. R. Transformação de Dados De Mapa Bouguer Para O Oasis Montaj 6.0 Utilizando Matlab 5.0 E Spring 4.0. Seminário Do Projeto Da Disciplina Tópicos Especiais Em Processamento De Dados Do Programa De Pós-Graduação Em Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação Da Ufpe. 2004.
- [16] Tavares Jr., J. R 2003. Modelagem Em Realidade Virtual De Rádio Enlace. Programa De Pós-Graduação Em Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação. Ufpe. Dissertação De Mestrado. 106p.
- [17] 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.
- [18] Torge, W. Geodesy. Walter De Gruyter. 1991. 264p.
- [19] Tsuboi, C. Gravity. London Allen & Unwin. 1983. 254p.
- [20] Turcotte, D. L.; Schubert, G. Geodynamics – Applications Of Continuum Physics To Geological Problems. John Wiley & Sons. 1982. P.
- [21] Vanícek, P; Krakiwsky, Ej. Geodesy: The Concepts. North-Holland Publishing Company. 1982. 691p.