

## O POTENCIAL DE APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO E REALIDADE VIRTUAL NA ATIVIDADE UPSTREAM DE PETRÓLEO

**Alberto Sampaio de Almeida**

**Anelise Quintão Lara**

PETROBRAS/CENPES

Cidade Universitária, quadra 7 (Ilha do Fundão)

21.949-900 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil

**Resumo.** *Os desenvolvimentos recentes na área de computação gráfica têm estimulado o uso de modelos altamente sofisticados no segmento upstream da indústria de petróleo, buscando reduzir as incertezas e riscos inerentes a essa atividade.*

*O objetivo deste trabalho é discutir os diferentes sistemas de visualização e de realidade virtual disponíveis e o impacto da sua aplicação nos problemas de análise de reservatórios, interpretação sísmica, modelagem geológica e projetos de instalações petrolíferas. Em particular, descreve-se a experiência de montagem e utilização de uma sala de visualização 3D no Centro de Pesquisas da Petrobras.*

**Palavras-chave:** visualização, realidade virtual, petróleo.

### 1. INTRODUÇÃO

Sistemas de visualização são sistemas computacionais que geram imagens para facilitar o entendimento de sistemas complexos. Já os sistemas de realidade virtual consistem na combinação de tecnologias de *hardware* e *software* que criam o efeito de se estar imerso em um ambiente computacionalmente gerado. Os sistemas de realidade virtual podem ser não-imersivos ou imersivos (Williams, 1994). Os não-imersivos utilizam mecanismos de estereoscopia baseados na exibição de duas imagens levemente defasadas. Óculos especiais permitem que estas imagens sejam regeneradas na percepção de cada usuário criando uma sensação de visualização de um sólido e não de uma imagem plana. Os sistemas imersivos utilizam dispositivos individuais do tipo *Head Mounted Display*, formados por capacetes e óculos, e ainda luvas que funcionam como *joystick*, que permitem que o usuário navegue dentro do espaço virtual. Um outro tipo de sistema imersivo de realidade virtual é o sistema *CAVE*, no qual a imagem é projetada nas paredes, no teto e até no chão de uma saleta, de forma que os usuários se sintam imersos na imagem.

O objetivo deste trabalho é apresentar o potencial da aplicação de sistemas de visualização e de realidade virtual na atividade *upstream* da indústria de petróleo e falar sobre a experiência do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes) na montagem e utilização de seu recém instalado laboratório de Visualização Gráfica – LABVIS (Lara *et al.*, 1999).

## **2. O DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO**

Sistemas de visualização, e mais particularmente os sistemas de realidade virtual, começaram a ser efetivamente utilizados na década de 60 na indústria aeroespacial. Custos elevados e os altos riscos exigiam que se simulassem da maneira mais fiel possível as manobras e os procedimentos a serem executados no espaço. A medida que os custos foram barateando, a utilização desta tecnologia foi sendo estendida para diversas áreas. Na indústria automobilística, por exemplo, sistemas de visualização são hoje fundamentais no desenvolvimento de protótipos a serem lançados. Na área médica sistemas de visualização são de extrema importância na identificação e localização de problemas. Mais recentemente sistemas de visualização e de realidade virtual têm sido bastante utilizados na área de divertimentos, e quem teve a chance de visitar os parques temáticos nos Estados Unidos ou na Europa pode observar que os brinquedos mais disputados são justamente aqueles que utilizam sistemas de realidade virtual.

A aplicação de sistemas de visualização 3D na indústria de petróleo começou há cerca de cinco anos. A grande quantidade de dados envolvidos no processo tornava o sistema muito dispendioso. Com o avanço da tecnologia computacional estes sistemas foram ficando mais acessíveis. Grandes companhias de petróleo perceberam essas vantagens e começaram a investir pesadamente na montagem e operação de salas de visualização 3D. Exemplos como os da Texaco e ARCO têm recebido destaque. A Statoil, companhia norueguesa, já opera 10 salas de visualização. Os relatos são de um aproveitamento intensivo e de ganhos importantes para o negócio.

## **3. SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO E DE REALIDADE VIRTUAL E SEU IMPACTO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO**

Os sistemas de visualização e de realidade virtual têm um impacto bastante grande na atividade *upstream* de petróleo. Sob o ponto vista tecnológico, este ambiente veio facilitar o entendimento de sistemas complexos permitindo o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias de maneira mais segura e barata. No que se refere à comunicação, o ambiente facilita o compartilhamento de idéias e de conhecimentos multidisciplinares, transpondo as barreiras de linguagem técnica. Outro ponto importante é a diminuição do tempo de análise dos dados, permitindo interpretações mais rápidas. Os relatos de literatura mostram que consegue-se em média analisar três a cinco vezes mais dados num mesmo espaço de tempo. Além disso, este ambiente é adequado para tomada de decisões e análise de riscos uma vez que possibilita uma avaliação mais rápida e eficiente de vários cenários e verificação de hipóteses, definindo áreas de interesse para os projetos. Enfim, todos estes benefícios atuam diretamente na redução do custo de desenvolvimento de um campo de petróleo.

Em função desses benefícios, a atividade *upstream* de petróleo tem utilizado este tipo de sistema computacional para interpretação sísmica, modelagem geológica, análise de reservatórios e projetos de instalação (Bui-Tran *et al.*, 1991; JPT, 1993; Jacobsen *et al.*, 1995; Loftin *et al.*, 1997; Tippee, 1998).

Na atividade de interpretação sísmica, sistemas de visualização e de realidade virtual podem ser utilizados para:

- aumentar a eficiência de interpretação. De acordo com a literatura e baseado na experiência de outras companhias que vêm utilizando essa tecnologia, pode-se dizer que sistemas desse tipo permitem processar e interpretar, no mesmo espaço de tempo, cinco vezes mais dados do que um sistema que utiliza uma estação de trabalho convencional;

- visualizar volumes obtidos pela interpolação de dados sísmicos entre dois horizontes próximos. Esses volumes serão, certamente, mais fáceis de serem entendidos por um engenheiro de reservatórios que irá reavaliar seus modelos a partir deles.
- visualizar processos de monitoramento de reservatórios usando sísmica 4D. Ou seja, pode-se melhor visualizar ou identificar posicionamento da capa de gás e/ou contato óleo-água e frente de avanço em processos de injeção de água.

Na área de modelagem geológica, a utilização de um sistema desse tipo permite que geólogos convirjam para um modelo mais completo do reservatório:

- observam-se melhor o arranjo e forma dos corpos sedimentares a partir dos dados disponíveis;
- obtém-se uma melhor definição de falhas e fraturas que sejam consistentes com o modelo idealizado; e
- consegue-se uma melhor visualização da distribuição das fácies reservatórios e com isso chegar a um melhor entendimento dos controles geológicos.

Na atividade de análise de reservatórios, sistemas desse tipo podem ser utilizados para:

- descrever e melhor visualizar os dados disponíveis. Esses dados, visualizados desta forma, além, de facilitarem as eventuais interpolações necessárias, ajudam a criar um modelo de reservatório de fácil entendimento;
- visualizar e analisar resultados de simulação de fluxo. Pode-se, à medida em que as simulações forem sendo geradas para diferentes cenários, visualizar o impacto na distribuição de fluidos no reservatório;
- definir a localização de poços de maneira mais precisa e com menos riscos. Da mesma forma, fica mais fácil definir canhoneios ou recanhoneios que irão impactar o nível de produção do reservatório;
- estudar e analisar diferentes estratégias para desenvolvimento do campo. Pode-se verificar qual o melhor esquema para desenvolvimento de um campo de petróleo: *infill drilling*, recompletações, etc.;
- melhorar o acompanhamento de projetos de recuperação avançada de petróleo.

Em projetos de instalações petrolíferas, sistemas de visualização e de realidade virtual podem ser utilizados para:

- planejamento e projeto de instalação de facilidades. Projetos desenvolvidos em sistemas CAD podem ser alimentados em determinados tipos de *softwares* e planejar, a partir de uma análise visual, a localização ou disposição de facilidades em uma instalação de petróleo;
- verificação de inconsistências no desenvolvimento de projetos que tenham passado despercebidos;
- revisão do projeto por meio de visitas virtuais às instalações projetadas.

#### 4. MONTAGEM DA SALA DE VISUALIZAÇÃO DO CENPES (LABVIS)

##### 4.1 Escolha da Configuração

Existe uma grande diversidade de sistemas e configurações possíveis para visualização 3D e realidade virtual. Essas configurações variam em funcionalidade, sofisticação, custo e maturidade tecnológica, e a escolha adequada depende muito da aplicação desejada (Lara *et al.*, 1999).

O sistema de *hardware* mais simples de visualização 3D constitui-se de uma estação gráfica convencional. Uma configuração mais avançada inclui a projeção da imagem em uma tela grande, permitindo que a visualização seja compartilhada por um maior número de pessoas. Esse compartilhamento é muito importante na prática da modelagem 3D na área de

petróleo, e, por isso, dispositivos individuais do tipo *head mounting display* tem uso relativamente restrito nessas aplicações. A tela onde a imagem é projetada pode ser plana ou curva, e a curvatura da tela pode ser simples (seção cilíndrica) ou dupla (seção toroidal). A projeção pode ser feita pela frente de telas refletoras ou por trás de telas semi-transparentes. No segundo caso, um apresentador pode ficar tão próximo da tela quanto queira sem produzir sombras indesejáveis, mas, em contrapartida, perde-se espaço da sala atrás da tela para acomodar o sistema de projeção. Para ampliar a largura e a resolução da imagem projetada, podem-se combinar dois ou três projetores, chegando-se a larguras de imagem da ordem de dez metros. No caso da tela plana, essa projeção é paralela; no caso da tela curva, essa projeção é cruzada (i.e., o projetor da esquerda projeta na parte direita da tela e inversamente). Para suprimir emendas indesejáveis entre as partes justapostas de uma mesma imagem, existem sistemas especiais de *hardware* e *software*, conhecidos como integradores. Por outro lado, existem sistemas que contam com um único projetor, dotado de uma lente especial, capaz de produzir uma imagem relativamente pouco distorcida dentro de um domo, com uma superfície equivalente a um quarto de esfera, com um grande efeito de imersão. O tipo de configuração mais sofisticada de realidade virtual é o sistema CAVE, em que a imagem é projetada, por diversos projetores, em até cinco faces internas de um cubo. O lado desse cubo é da ordem de três metros (uma saleta), permitindo o compartilhamento da visualização por um grupo de três ou quatro pessoas. Citem-se, ainda, sistemas mais simples, de uso quase individual, que projetam a imagem em uma espécie de mesa ou prancheta de visualização.

Em todas ou quase todas essas configurações, é comum que a imagem seja projetada com efeito estereoscópico, produzindo uma maior sensação de tridimensionalidade e ajudando na interpretação e na comunicação de modelos de geometria complexa. O efeito estereoscópico é obtido por meio da exibição de duas imagens levemente defasadas conforme a profundidade da cena, uma para ser vista pelo olho direito, outra para ser vista pelo olho esquerdo. O observador separa as duas imagens graças ao uso de óculos especiais. Isto é feito principalmente a partir de dois tipos de sistemas. Um primeiro tipo é baseado em luz polarizada. Nesse caso, os óculos contêm dois filtros passivos com polarização oposta, um para o olho esquerdo, outro para o olho direito. Esse sistema é preferido para grandes audiências. Um segundo tipo de sistema, de maior qualidade, é baseado na projeção de duas imagens que se alternam em alta frequência. As imagens são separadas por óculos especiais de cristal líquido, que atuam como cortinas eletrônicas que abrem e fecham a visão de um olho de cada vez, em exata sincronia com a exibição da imagem correspondente. A sincronia é garantida por um sistema de emissão (junto ao monitor ou à tela onde a imagem é projetada) e recepção (nos óculos) de raios infra-vermelhos.

Em muitas dessas configurações, é recomendável também o uso de sistemas de interação 3D mais naturais, como *mouse* 3D, luvas com sensores, etc.

A escolha da configuração da sala de visualização do Cenpes considerou os seguintes critérios: requisitos técnicos mínimos, tamanho da sala, solução aberta e flexível, multifuncionalidade, baixo custo.

A configuração escolhida é do tipo projeção frontal sobre uma tela plana, envolvendo os seguintes equipamentos principais (fig. 1):

- um computador Onyx2 da Silicon Graphics, com alto desempenho para aplicações gráficas;
- um projetor de alta resolução com capacidade estereoscópica (fósforo rápido), fixo no teto da sala (projeção frontal);
- uma tela plana (3m x 2,25m);
- emissores de infra-vermelho e óculos ativos.

Esta configuração privilegia dois aspectos técnicos principais: visualização compartilhada e efeito estereoscópico. O compartilhamento é promovido pela projeção tela grande. A

estereoscopia acrescenta uma nova dimensão à imagem, favorecendo a compreensão e a comunicação de modelos com geometria complexa.

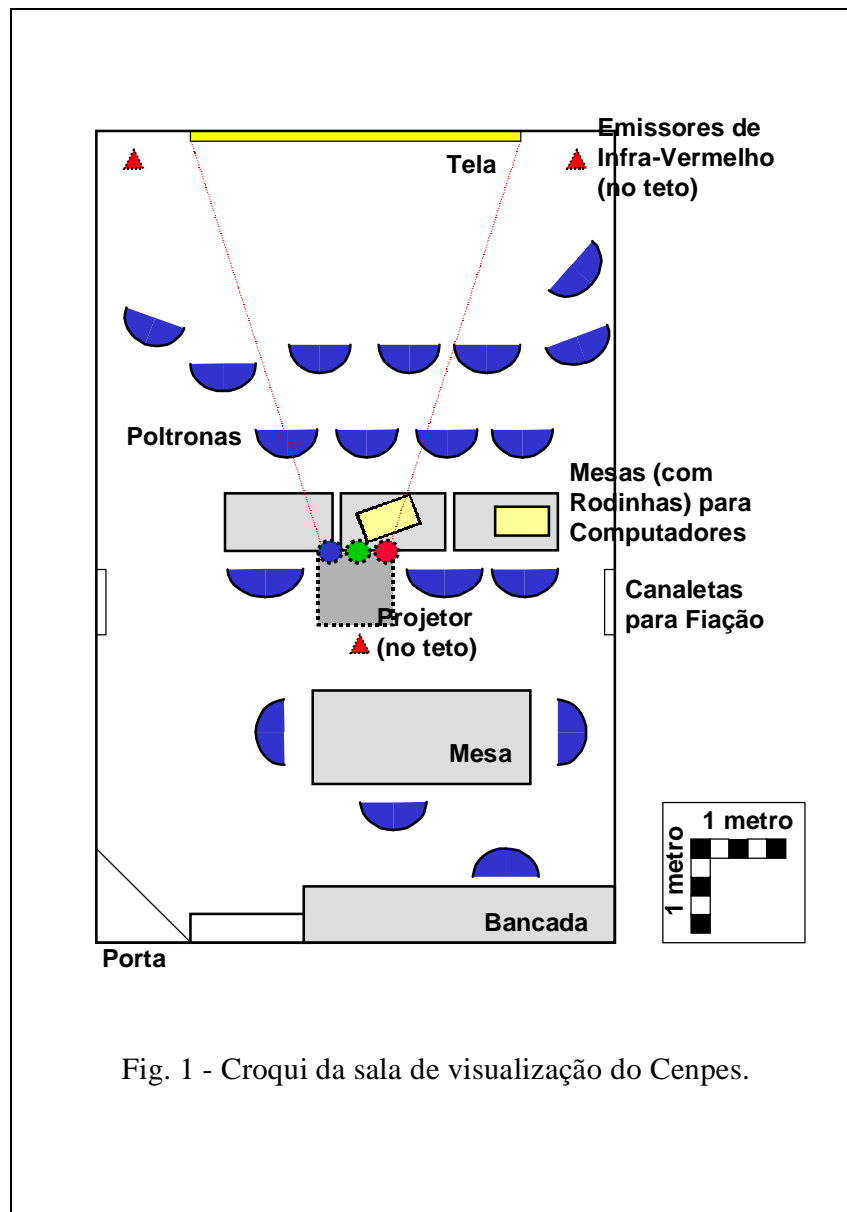


Fig. 1 - Croqui da sala de visualização do Cenpes.

Em lugar de uma solução comercial fechada, preferiu-se uma solução aberta, com equipamentos obtidos junto a mais de um fornecedor. Assim, tem-se mais flexibilidade e controle dos custos. A exigência, em contrapartida, de um maior envolvimento técnico e gerencial durante as fases de especificação, projeto, montagem, instalação e avaliação da sala, com os riscos associados, foi assimilada como fazendo parte das funções próprias de um centro de pesquisas. A vivência desse processo, com aquisição de um certo *know-how* no assunto, não era sem interesse para o Cenpes.

A configuração adotada, pela sua flexibilidade, permite um aproveitamento multifuncional da sala de visualização. A vocação primeira da sala é servir de espaço para o desenvolvimento de projetos e modelos que se beneficiem dos seus recursos de visualização. É o caso, muito especialmente, dos estudos integrados de caracterização de reservatórios. É também o caso de aplicações nas áreas de exploração e de projeto de plataformas, entre

outras. A sala de visualização foi pensada também como um espaço ideal para divulgação desses projetos, para apresentações técnicas, para demonstração de *software* gráfico e para treinamento no uso desse *software*. Esse caráter multifuncional favorece uma maior ocupação da sala.

## 4.2 Montagem, Instalação e Operação

O laboratório de visualização do Cenpes foi montado como fruto de um projeto de parceria entre o Cenpes e a *Silicon Graphics* do Brasil, cujo objetivo era testar os benefícios desse tipo de ambiente para os estudos de caracterização de reservatórios e outras aplicações (Lara *et al.*, 1999). Este projeto consistiu na cessão, a título de empréstimo, por parte da *Silicon Graphics*, de uma estação de trabalho de alta performance gráfica, ficando a cargo do Cenpes a concepção, montagem da sala (incluindo o sistema de projeção) e a avaliação de benefícios.

O LABVIS foi inaugurado em dezembro de 1998 e, desde então, vem funcionando em tempo integral, colocando o Cenpes na vanguarda de utilização da tecnologia de realidade virtual na Petrobras e no Brasil.

Dentre as atividades já realizadas e/ou em andamento citam-se:

- Modelagem Geológica 3D e Interpretação sísmica de alguns campos da Petrobras;
- Projeto de Acompanhamento Geológico em Tempo Real para definição de trajetória de poços não convencionais;
- Projeto de Visualização de Instalações Submarinas e Construção de Plataformas;
- Cursos/Treinamento em Softwares de Caracterização geológica e Geofísica de reservatórios;
- Visitas de demonstração para técnicos da Petrobras, Embraer e Westinghouse.

## 5. CONCLUSÕES

Os sistemas de realidade virtual têm apresentado um amadurecimento tecnológico notável, com uma gama enorme de aplicações. Esses sistemas tendem a remodelar a interface entre o homem e a tecnologia de informação, proporcionando meios alternativos para a comunicação, visualização e expressão criativa de idéias (Backheuser, 1999).

Nos últimos anos os custos de *hardware* e *software* para visualização 3D e realidade virtual vêm diminuindo, tornando essas tecnologias atraentes para diversas aplicações que envolvam o projeto ou a modelagem de sistemas complexos. Na atividade *upstream* de petróleo, o interesse para uso desse tipo de sistema tem sido crescente. Algumas companhias vêm investindo na base de milhões de dólares na montagem e operação de grandes salas de visualização 3D.

Em função do alto custo envolvido, o Centro de Pesquisas da Petrobras resolveu encaminhar a montagem da sala de visualização como um projeto experimental, reversível, procurando alternativas de empréstimo ou aluguel dos equipamentos principais por meio de parceria com os fornecedores. Esse projeto experimental incluiu, além da montagem, instalação e operação inicial do LABVIS, uma avaliação preliminar dos benefícios dessa sala.

Decorridos alguns meses de funcionamento do LABVIS e levando-se também em conta algumas perspectivas imediatas, essa avaliação resulta claramente positiva. Desde o início, a utilização da sala tem sido intensiva, para desenvolvimento de projetos, para apresentações técnicas, para demonstração e cursos sobre *software*, para demonstração do funcionamento da própria sala de visualização. Essas aplicações estendem-se desde a área de caracterização de reservatórios, até as áreas de exploração e projeto de plataformas, entre outras. De um modo geral, praticamente unânime, têm sido muito boa a impressão ou avaliação por parte de seus

usuários, sejam eles desenvolvedores de projetos, apresentadores ou espectadores, valorizando seus recursos de computação gráfica de alto desempenho, de visualização compartilhada, de projeção estereoscópica e de espaço físico adequado. Além disso, a existência da sala de visualização não apenas atendeu uma demanda pré-existente como também induziu o surgimento de novas aplicações e projetos de alto valor tecnológico para a Petrobras.

No futuro próximo, pretende-se não só consolidar e valorizar o uso da sala de visualização, como também aperfeiçoar e atualizar sua configuração. Algumas ações em andamento ou idéias em estudo são: complementar o mobiliário; garantir a permanência de um micro-computador na sala; aquisição de novos *software*; *upgrade* de disco na estação Onyx 2; instalação de algum recurso simples para teleconferência; instalação de um segundo projetor em paralelo com o primeiro e a correspondente ampliação da tela (permitindo a projeção de imagens mais largas ou a projeção simultânea de duas imagens produzidas por dois programas ou mesmo por dois equipamentos diferentes); testes e aquisição de dispositivos de interação 3D mais naturais, como *mouse* 3D, *head-tracking*, luvas com sensores, etc., próprios dos sistemas reconhecidos como de realidade virtual na acepção mais estrita do termo.

### ***Agradecimentos***

Os autores deste trabalho gostariam de agradecer a colaboração dos colegas Régis Kruehl Romeu, Enio Emanuel Russo, Yeda Backheuser e Luciano Pereira dos Reis na confecção deste trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

Backheuser, Y., 1999, Algumas considerações sobre a realidade virtual e sua aplicação na compreensão dos reservatórios de petróleo, comunicação técnica DIGER 052/99, Petrobras/Cenpes.

Bui-Tran, V. *et al.*, 1991, Three-dimensional reservoir visualization, paper SPE 22301 presented at the Sixth SPE Petroleum Computer Conf. (Dallas, June 17-20), pp. 129-133.

Dria, M.A. & Sharpe, H.N., Three-dimensional visualization as an investigative tool for understanding recovery mechanisms, paper SPE28243 presented at the SPE Petroleum Computer Conf. (Dallas, 31 July to 3 August), pp. 197-212.

Jacobsen, J.S. *et al.*, 1995, Petroleum reservoir simulation in a virtual environment. Paper SPE29118 presented at the 13th SPE Symp. on Reservoir Simulation (San Antonio, 12-15Feb.), pp. 233-245.

JPT, 1993, One picture is worth a thousand computer printouts, Nov., pp. 1034-1035.

Lara, AL., Romeu, R.K., Russo, E.E., Backheuser, Y., Reis L.P., 1999, Montagem de uma sala de visualização 3D para caracterização de reservatórios (e outras aplicações), relatório final do projeto 03.09.11, Petrobras/Cenpes.

Loftin, R.B. *et al.*, 1997, Advanced visualization techniques for exploration and production, paper OTC8275 presented at the 1997 Offshore Technology Conf. (Houston, 5-8 May), pp. 63-66.

Tippee, B., 1998, Immersive visualization provides an insider's view of subsurface. Oil & Gas Journal, June, pp. 41-47.

Williams, B.K., 1994, Visualization of reservoir simulation data using an immersive virtual reality system, paper SPE27546 presented at the SPE European Petroleum Computer Conf. (Aberdeen, March 15-17), pp. 77-83.

## **THE POTENTIAL OF THE APPLICATION OF VISUALIZATION SYSTEMS AND VIRTUAL REALITY IN THE UPSTREAM OF THE PETROLEUM INDUSTRY**

***Abstract.** Recent developments in computer graphics have motivated the application of highly sophisticated modeling in the upstream activities of the petroleum industry, on the perspective of reducing risks and uncertainties typical of these activities.*

*The purpose of this paper is to discuss the different systems of visualization and virtual reality and the impact of their application in reservoir analysis, seismics interpretation, geological modeling and petroleum facilities design. In particular, we describe the experience of installing and using a 3D visualization room in the Petrobras Research Center.*

***Keywords.** visualization, virtual reality, petroleum.*