

# Uma Ferramenta para a Composição de “Vídeos Interativos”

**Abstract.** *This paper presents a tool for the development of “interactive videos”, integrating pre-rendered videos to Virtual Reality (VR) applications. This integration aims to increase the user’s engagement and presence sensation in the virtual environments, as well as to provide more flexibility to VR applications. In the development of this tool, a stereoscopic videos player was integrated to a framework for the development of VR applications.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta uma ferramenta para o desenvolvimento de “vídeos interativos”, integrando vídeos previamente renderizados com aplicações de Realidade Virtual (RV). Essa integração tem como objetivo aumentar o engajamento e o sentimento de presença do usuário no ambiente virtual, bem como prover flexibilidade às aplicações de RV. Para o desenvolvimento desta ferramenta, um sistema para reprodução de vídeos estereoscópicos foi integrado a um framework para o desenvolvimento de aplicações de RV.*

## 1. Introdução

Apesar de aparecer há algumas décadas como “tecnologia emergente”, a Realidade Virtual (RV) ainda não se tornou efetivamente parte do dia a dia dos usuários de computador. Este fato vai à contramão de tecnologias como a Internet/Web, a multimídia, os jogos por computador, e outras tecnologias que em poucos anos passaram por uma popularização exorbitante.

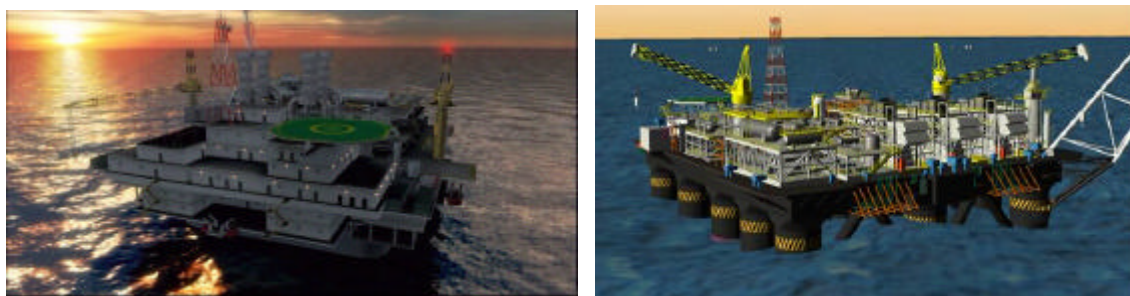
A primeira razão geralmente citada para explicar o lento “crescimento de uso” da RV está ligada aos altos custos envolvidos. A RV imersiva envolve equipamentos e dispositivos de elevado custo, o que a torna restrita a grandes centros pesquisa e empresas interessadas no alto investimento necessário. No entanto, já faz quase uma década que a VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) [1] surgiu com a expectativa de popularizar a RV não-imersiva através da Web, que vivia sua fase de explosão naquela época. Porém, passados todos esses anos, ainda são raros os sites que fazem uso da VRML, apesar de sua acessibilidade e relativa facilidade de uso. O relativo

“fracasso” da VRML demonstra que a questão do alto custo, embora importante, não tem sido decisiva para a “pouca visibilidade” da RV junto ao grande público.

Outras duas razões que podem ser apontadas como obstáculos a uma maior expansão da RV são as dificuldades de interação e a falta de engajamento da maioria de aplicações de RV. No que diz respeito à interação [2], os problemas, em um extremo, estão relacionados com a dificuldade de interação em ambientes 3D com o uso de mecanismos de interação 2D convencionais (mouse, teclado, *joystick*). No outro extremo, está o uso de equipamentos pouco convencionais para a interação tridimensional, tais como luvas e *trackballs*, aos quais os usuários não estão acostumados. No que diz respeito ao baixo engajamento, aplicações de RV em geral simplesmente “colocam” o usuário no ambiente virtual onde ele navegará, sem uma representação adequada de aspectos da narrativa. Ao contrário disso, nos jogos, por exemplo, mesmo antes do início, existe toda uma introdução e narrativa para aumentar o engajamento [3].

Porém, mesmo em aplicações RV com narrativas e conteúdos bem elaborados, seria possível aumentar o engajamento do usuário e criar formas de interação eficientes com os dispositivos de interação 2D convencionais, exatamente como fazem os jogos. Portanto, os problemas de interatividade e engajamento por si só também não explicam o baixo uso de RV.

No entanto, há ainda pelo menos mais dois fatores que, somados aos demais (custo, interação e engajamento), ajudam a explicar o “problema” das aplicações de RV. Um deles é a baixa qualidade visual comumente encontrada nas aplicações geradas com as tecnologias de RV acessíveis. Hoje em dia, qualquer jogo de computador consegue ter um apelo visual muito mais sofisticado que uma aplicação VRML, por mais elaborada que ela seja (Figura 1). Isso inevitavelmente gera uma certa decepção no usuário e contribui para atrapalhar outros fatores, como o engajamento.



**Figura 1 – (a) vídeo foto realista a partir de modelo virtual, (b) cena interativa, com renderização em tempo-real.**

O outro fator é a distância existente entre as tecnologias “acessíveis” (não-imersivas) de RV e as tecnologias mais sofisticadas. Em um extremo, temos as tecnologias acessíveis, de baixo apelo visual e muitas vezes com técnicas de interação inadequadas e baixo sentimento de presença. No outro extremo, temos aplicações mais elaboradas visualmente, fazendo uso de máquinas robustas e dispositivos de interação sofisticados, mas que ficam restritas aos locais dos seus próprios sistemas de visualização (*CAVEs*, *PowerWalls*, etc).

A partir desse cenário “negativista” a respeito de RV, este trabalho pretende trazer para o contexto de RV a bem-sucedida experiência de alguns anos na elaboração de vídeos técnicos estereoscópicos para a Petrobras. Apesar de não serem interativos e,

conseqüentemente, não serem aplicações RV, tais vídeos têm desde o princípio causado um impacto positivo. A descrição deste trabalho e algumas das possíveis razões de seu sucesso são discutidas na seção 2. A seção 3 aborda mais profundamente a questão da presença e engajamento.

Finalmente, a seção 4 apresenta a ferramenta para a criação dos “vídeos interativos”, que é a integração dos bem-sucedidos vídeos técnicos a aplicações interativas de RV. O que a ferramenta faz é reproduzir uma sequência pré-definida de vídeos pré-renderizados e aplicações de RV em tempo-real. É importante ressaltar que não se trata de inserir vídeos (por exemplo, por meio de texturas) no ambiente virtual, mas usar os recursos de vídeo para induzir expectativas do usuário com relação à interação em RV, aumentando seu engajamento na experiência e diminuindo sua frustração com uma possível desorientação contextual no ambiente virtual.

## 2. Do Vídeo à Realidade Virtual

A produção de vídeos estereoscópicos para a Petrobras teve início há alguns anos atrás, quando a empresa montou suas primeiras salas de visualização com projetores estéreos. Desde então, essa produção de vídeos vem crescendo, e se tornando cada vez mais importante para uma série de atividades, tais como: documentação de projetos em andamento e as tecnologias utilizadas; divulgação de novos conceitos de projeto e novos empreendimentos; explicação de fenômenos e acidentes para auditorias, seguradoras, etc.; apresentações gerenciais e externas (*marketing*). A Figura 2 mostra quadros de alguns dos vídeos técnicos elaborados.

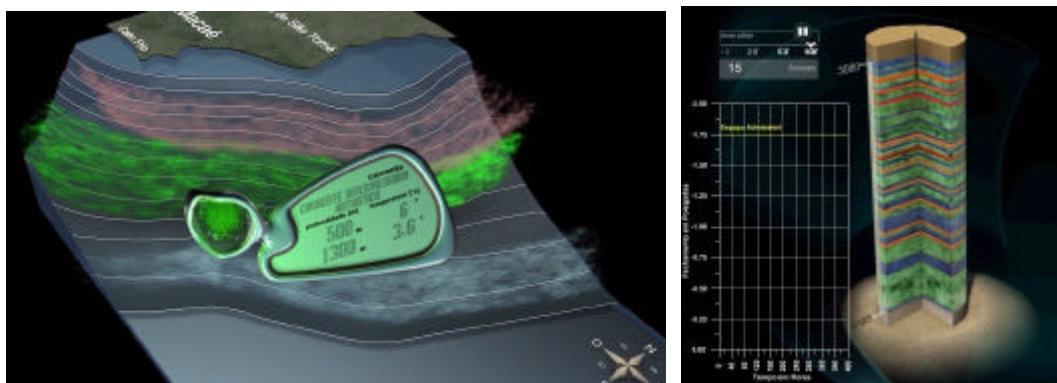


Figura 2 – Cenas de vídeos desenvolvidos para a Petrobras.

Esses vídeos técnicos são baseados em modelos virtuais e o que os aproxima das tecnologias de RV é o uso de estereoscopia. No entanto, a bem-sucedida receptividade dos mesmos pode trazer lições para uma introdução adequada de RV.

A primeira razão do sucesso dos vídeos é a alta qualidade foto realista dos mesmos, uma vez que eles não dependem de renderização em tempo real. Tais vídeos são modelados por *designers* que utilizam técnicas sofisticadas de modelagem e renderização em softwares como *3dsMax* e *Maya*. Neste aspecto, por mais robustas que sejam as máquinas disponíveis, as aplicações de RV ainda ficam atrás dos vídeos pré-renderizados em termos de apelo visual.

Outra razão da boa aceitação dos vídeos é que eles têm a característica da portabilidade, o que muitas vezes falta às aplicações de RV, especialmente as imersivas. Os vídeos estereoscópicos podem ser reproduzidos diretamente em vários tipos de dispositivos, sejam estéreo ativo, passivo ou anaglifo (seção 4.1), bem como podem ser reproduzidos em sua forma monoscópica, acessível sem qualquer equipamento ou máquina especial.

Finalmente, cabe também destacar que os vídeos são desde seu início roteirizados para apresentar a narrativa adequada para prover o engajamento desejado para a platéia. Sob este ponto de vista, os vídeos superam as aplicações de RV, pois é sabido que a força-motora dos ambientes imersivos realistas é a experiência humana, e não apenas a especificação técnica [4]. Neste aspecto, porém, as experiências dos vídeos e dos jogos podem ser inteiramente passadas a aplicações de RV, uma vez que nada impede que seus projetistas tenham a preocupação de estudar qual será a experiência do usuário no ambiente virtual projetado, de forma a tentar prover a experiência mais atrativa possível [5].

### **3. Presença Vinculada a Engajamento e Expectativa**

Manter um certo envolvimento dos usuários em uma experiência RV é um importante ingrediente no sucesso das mesmas. Mesmo sabendo que o conteúdo virtual sendo exibido não é real, é importante que os usuários de alguma forma, consciente ou inconscientemente, estejam ligados com a experiência. Questões como estas fazem parte do conceito de presença.

Presença está relacionada com o conceito de telepresença que foi inicialmente apresentado por Marvin Minsky [6] para descrever a sensação que alguém teria operando uma máquina remotamente, ou seja, a sensação de estar em um lugar diferente através de um sistema de teleoperação. Assim sendo, este conceito é também aplicável no contexto de RV, sendo que os mediadores da experiência desta vez serão os equipamentos computacionais responsáveis por envolver os usuários tecnologicamente de tal forma que fiquem envolvidos e sintam que estão e podem atuar no ambiente virtual.

O tema presença tem se tornado um pouco complicado pela falta de definições claras sobre a sua conceituação. As definições variam desde de definições vinculadas diretamente com a perfeição realista das imagens geradas até aspectos mais subjetivos como o quão envolvente é o conteúdo sendo exibido no ambiente virtual.

Este trabalho está contextualizado em definições subjetivas encontradas nas visões de [7], [9] e [10]. Para Witmer [7], é necessário que haja envolvimento e imersão para experimentar a sensação de presença. Ambos fatores são considerados estados psicológicos. O significado de imersão aqui está vinculado mais para o significado subjetivo de presença, envolvendo um “sentir envolvido”. Envolvimento é considerado como um estado psicológico resultante do foco de atenção em um conjunto de estímulos ou eventos. Na literatura, o termo imersão é comumente encontrado com definições objetivas, ao contrário de Witmer. Slater [8], por exemplo, define imersão como uma descrição do aparato tecnológico que dá suporte à sensação de presença, ou seja, sendo algo que pode ser mensurado independente dos resultados da experiência que será vivenciada através dos mesmos.

Para Nunez [9], o conceito de presença é redefinido nos termos imersão e realismo. Imersão é definida em termos da quantidade de informação que deve ser conveniente para o usuário saber, enquanto realismo é considerado em relação às expectativas do usuário sobre o ambiente. Nunez indica que esta perspectiva enfatiza a obtenção de significado do mundo como um processo de inferência e não apenas um simples processo de decodificação de estímulos sensoriais. Desta forma, a concepção de mundo é vista como uma sendo construída e não extraída. Logo, o conceito de realismo é casado com o de expectativa, pois é justificado que algo é considerado real se estiver de acordo com expectativas que são esperadas dada uma particular configuração de uma situação.

Em [10] foram obtidos resultados positivos partindo da premissa que se os usuários tivessem inicialmente, antes da experiência virtual, contato com materiais relacionados com o tema contido no mundo virtual, eles criariam expectativas que ajudariam a conduzir a experiência. Os resultados foram significativos uma vez que foram constatados níveis de sensação de presença maiores nos usuários que foram submetidos a estas condições.

Nesta mesma linha de lidar com as expectativas, é plausível pensar no uso de técnicas de persuasão antes ou durante a experiência. Algo similar ao uso de marketing para vender um produto e para prender a atenção dos usuários em algo e o tornarem envolvidos naquilo durante a experiência [11].

Verificados os resultados positivos documentados na literatura sobre a utilização de expectativas para prover níveis de presença, é válido procurar formas atraentes e ricas de informação para os usuários das experiências RV. A utilização de vídeos, foto-realísticos e estereoscópicos, que conduzem o usuário através de informações relacionadas com o tema de uma aplicação interativa de RV, apresenta as mesmas condições por Nunez avaliadas, mas com elementos gráficos mais envolventes, podendo despertar a atenção no conteúdo dos mesmos e, por consequência, também no ambiente virtual que será experimentado em seguida.

#### **4. Ferramenta para Exibição de “Vídeos Interativos”**

A experiência com vídeos técnicos, e as indicações de que os vídeos podem ser utilizados como elemento indutor de expectativas, capazes de aumentar o engajamento na experiência de RV, levaram ao desenvolvimento de uma ferramenta capaz de integrar vídeo e aplicações interativas de RV. O objetivo da ferramenta é, por um lado, dar subsídios para a criação de experiências de RV com maior nível de engajamento. Por outro lado, é objetivo também levar a interação (RV) ao público já acostumado com os vídeos estereoscópicos.

A ferramenta desenvolvida nasceu da integração de dois sistemas: o TecStereoPlayer (seção 4.1) e o ViRAL (seção 4.2). O primeiro é o sistema que vem sendo utilizado para a reprodução dos vídeos estereoscópicos mencionados na seção 2. O ViRAL é um framework para o desenvolvimento de aplicações de RV [12].

#### 4.1. TecStereoPlayer

Os dispositivos de saída visual em RV apresentam informações que estimulam o sistema visual humano. Através desses dispositivos as informações (imagens) podem ser apresentadas na forma monoscópica ou estereoscópica. Na estereoscopia são geradas informações diferentes para cada olho, induzindo o cérebro a pensar que está percebendo objetos tridimensionais, ou seja, resultando em noções de profundidade [13], [14].

Para fazer essas duas imagens distintas chegarem a cada olho, normalmente é necessário o uso de óculos. Esses óculos são responsáveis por filtrar o fluxo de informação visual garantindo chegar em cada olho a imagem adequada. Existe uma classificação na utilização desses óculos quanto aos equipamentos utilizados: estéreo ativo e estéreo passivo.

No estéreo passivo as duas imagens são exibidas simultaneamente e os óculos são utilizados como um filtro para determinar o que deve ser enviado para cada olho. O estéreo anaglifo (do inglês *anaglyph*) é o exemplo mais comum e foi muito usado nos cinemas antigamente. Neste estéreo, a filtragem é feita por cores. No início da utilização desse estéreo, foram utilizadas duas cores, vermelho e azul, ou seja, a imagem para o olho esquerdo tinha apenas a componente de cor vermelha e a imagem para o olho direito a componente azul. Uma alternativa ao estéreo passivo baseado em cor é a utilização de polarizadores lineares. Neste caso são usados dois projetores para exibirem as imagens e cada um contém uma lente polarizadora na frente. Essas lentes têm a propriedade de polarizar vertical ou horizontalmente a luz emitida pelo projetor.

No estéreo ativo, os óculos são sincronizados com o projetor ou monitor, e são compostos por duas lentes de cristais capazes de fechar a visão dos olhos. Quando uma visão é fechada, a outra é aberta, isto é, quando é projetada a imagem destinada ao olho direito, o projetor emite um sinal de sincronização para o emissor infravermelho, que é repassado para os óculos, fechando a visão do olho esquerdo e mantendo aberta a visão do olho direito. O mesmo ocorre para o outro olho. Uma das desvantagens desse sistema é seu preço bastante elevado. A maior vantagem é a qualidade, normalmente superior à projeção passiva.

O TecStereoPlayer é um tocador de vídeos com estereoscopia visual. Seu desenvolvimento objetivou suportar diversos formatos de vídeos estéreos [15] e exibir em diversos dispositivos estéreos, transformando as imagens do vídeo quando necessário. Os formatos suportados pelo TecStereoPlayer são: *i)* lado a lado, i.e., as imagens estereoscópicas são formadas por duas imagens colocadas lado a lado; *ii)* acima e abaixo, i.e., as imagens estereoscópicas são formadas por duas imagens colocadas uma acima da outra. O TecStereoPlayer também aceita alguns formatos de vídeos entrelaçados.

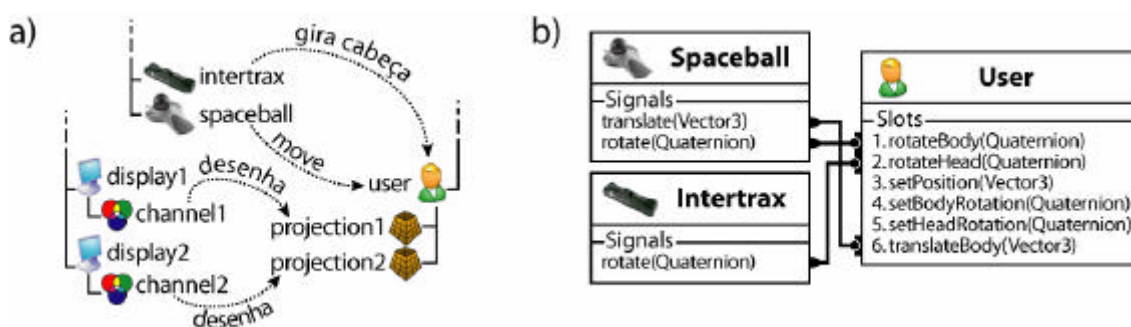
A partir do vídeo montado com imagens lado a lado, acima e abaixo, ou entrelaçado, o TecStereoPlayer é capaz de mostrar o vídeo estereoscópico em placas gráficas com suporte ao *OpenGL* estéreo (*QuadBuffers*) ou em monitores auto-estéreos. O TecStereoPlayer também reproduz na forma de anaglifos, permitindo a visualização com óculos com filtros de cores em qualquer *display* ou dispositivo de projeção. Além disso, o vídeo pode ser reproduzido sem estereoscopia, em sua forma monoscópica.

Pela sua flexibilidade na aceitação de formatos e na forma de exibição, e outras características adicionais, como visualização de imagens estáticas, integração com PowerPoint e execução por linhas de comando, o TecStereoPlayer tem sido usado com sucesso como ferramenta para a reprodução dos vídeos técnicos descritos na seção 2. Por esta razão, a ferramenta para a composição dos “vídeos interativos” terá o TecStereoPlayer como ferramenta para a reprodução da parte não-interativa. Sua integração ao ViRAL proverá a interatividade.

## 4.2. ViRAL

O ViRAL [12] é um *framework* de RV baseado em componentes gráficos, projetado para ser simples, flexível, e criar aplicações fáceis de serem operadas. Esta seção fornece uma visão geral do ViRAL e sua arquitetura, e mostra como ele pode ser estendido e utilizado como uma ferramenta para a exibição dos vídeos interativos.

A arquitetura do ViRAL se fundamenta em um grafo de componentes (Figura 3a) que descreve o funcionamento de um ambiente de RV. Os componentes, que são os nós do grafo, modelam cada entidade de um sistema de RV; ou seja, eles representam os usuários, dispositivos de RV, projeções de vídeo e ambientes virtuais em questão. As arestas, por sua vez, definem relacionamentos e atribuem semânticas aos componentes. Por exemplo, como é possível ter mais de um usuário e mais de um ambiente virtual, é necessário estabelecer em qual ambiente virtual cada usuário está. Similarmente, cada dispositivo de RV deve ter uma função definida dentro do sistema: um mouse 3D, por exemplo, deve ter os seus eventos de rotação e translação conectados a algum outro componente que possa recebê-los e processá-los (Figura 3b).

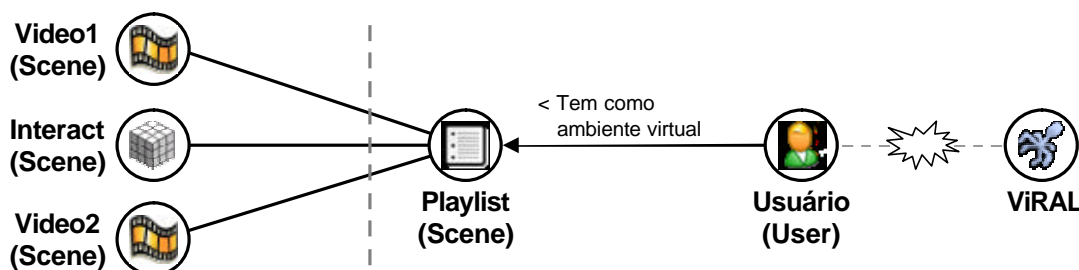


**Figura 3: a) parte de um grafo de componentes do ViRAL; b) exemplos de conexões entre um componente User (usuário) e dois dispositivos.**

Uma aplicação ViRAL recebe como entrada um grafo de componentes, e é capaz de executar o ambiente de RV descrito pelo grafo. O conjunto de componentes que podem compor o grafo é extensível: o ViRAL possui um sistema de *plugins* para introduzir novos tipos de componentes nas aplicações. As classes de componentes frequentemente estendidas são: *Device*, para adicionar suporte a um novo tipo de dispositivo de RV; e *Scene*, para adicionar um novo tipo de ambiente virtual. Cada componente *Scene* implementa uma série de *template methods* que são usados para desenhar o ambiente virtual, utilizando internamente um grafo de cena ou *OpenGL*.



A possibilidade de representar os ambientes virtuais como componentes, e de ter múltiplos ambientes virtuais em uma mesma aplicação, é extremamente útil para uma aplicação de vídeo interativo. A idéia é representar os vídeos como ambientes virtuais, criando uma especialização do componente *Scene* que seja capaz de tocar vídeos. As cenas interativas são introduzidas como ambientes virtuais extras, e um ambiente virtual “mestre” é criado para servir como *proxy* para o ambiente virtual corrente. Um exemplo minimalista seria composto por: uma cena de vídeo, uma cena interativa, e uma cena mestra; a cena mestra seria definida como o ambiente virtual de fato para o ViRAL; inicialmente, a cena mestra funcionaria como um *proxy* para a cena de vídeo, e quando o vídeo acabasse, ela passaria a funcionar como *proxy* para a cena interativa. Este modelo (Figura 4) pode escalar para uma aplicação com dezenas de vídeos e cenas interativas intercaladas.



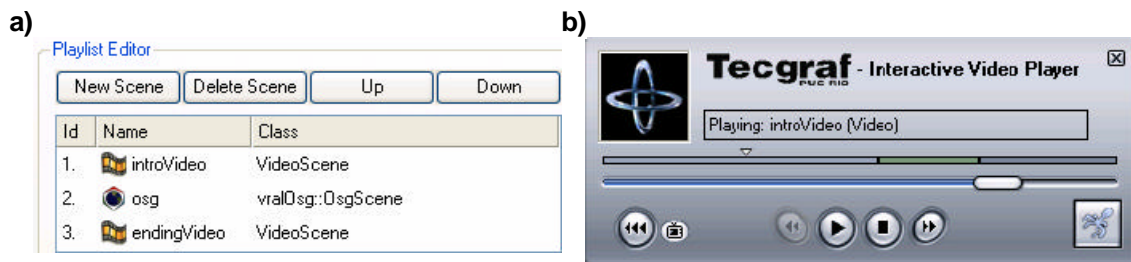
**Figura 4. Compondo vídeos interativos com múltiplos componentes de cena: uma cena mestra funciona como fachada para o resto do ViRAL.**

O componente de cena utilizado para reproduzir vídeos no ViRAL é um *port* do TecStereoPlayer (seção 4.1). Ele recebeu adaptações no código para funcionar embutido no ViRAL, desenhando o vídeo em um canvas do *OpenGL*. A saída de som é feita com *DirectSound* no Windows, e *OpenAL* em outras plataformas.

A implementação real da “cena mestra” é um componente denominado *Playlist*. O *Playlist* é um *Scene* que pode ter outras cenas como seus sub-componentes. Internamente, ele mantém uma lista com todas as suas sub-cenas na ordem em que elas devem ser exibidas. Durante a execução, o *Playlist* funciona como um *proxy* para a sua sub-cena corrente. Toda vez que uma cena termina, o *Playlist* pula automaticamente para a próxima cena. As cenas de vídeo terminam quando o último quadro do vídeo é exibido, e o fim das cenas interativas é determinado quando estas emitem um evento “*finished*”. A ordem em que as cenas são exibidas pode ser modificada através da tela de configuração do componente *Playlist* (Figura 5a), na interface da aplicação ViRAL.

A interface para usuários finais do tocador de vídeos interativos pode ser vista na Figura 5b. Ela se assemelha à interface de um tocador de vídeo padrão. Há uma barra para controlar o tempo do vídeo (se a cena corrente for um vídeo); há botões para executar os comandos de pausar, tocar e parar, e para ir para a próxima cena ou voltar à cena anterior. Acima da barra de progresso de vídeo há uma segunda barra indicando quantas cenas compõem a *playlist*, e qual é a cena corrente.

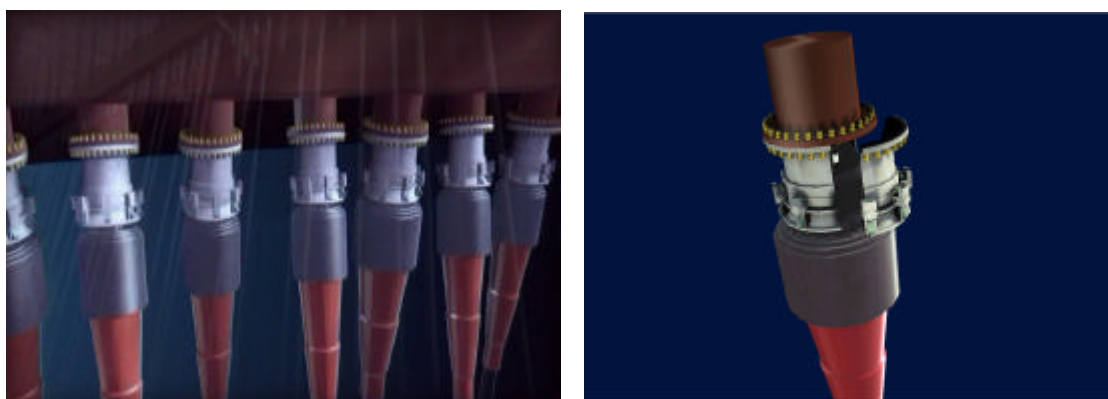




**Figura 5: a) interface para a edição de *Playlists*; b) interface para usuário final do tocador de vídeos interativos.**

### 4.3. Exemplo

Um exemplo da aplicação em uso está ilustrado na Figura 6, consistindo de um vídeo seguido de uma parte interativa. O vídeo contextualiza o usuário no conteúdo do tema da interação que será experimentada. O tema abordado gira em torno de uma peça utilizada em plataformas de petróleo da Petrobrás. O vídeo explica a utilização da mesma e a interação oferece recursos de manipulação para a verificação das suas características abordadas no vídeo.



**Figura 6 – (a) vídeo estereoscópico foto realista, (b) cena virtual 3D interativa.**

O exemplo é constituído por dois elementos, mas a funcionalidade da ferramenta vai além disto, podendo ser explorada criando seqüências maiores de elementos, envolvendo cenas com recursos de interação diferentes, assim como a utilização de diversos dispositivos de entrada, juntamente com diversos vídeos nos mais variados formatos e tipos de estereoscopia.

Um vídeo mostrando a ferramenta e seu uso neste exemplo é encontrado em [http://www.tecgraf.puc-rio.br/~kamel/video\\_interativo/](http://www.tecgraf.puc-rio.br/~kamel/video_interativo/)

## 5. Conclusão

A pouca popularidade da RV, devido principalmente às dificuldades vinculadas às tecnologias imersivas, como custo elevado de equipamentos, portabilidade,

mecanismos de interação complicados e ainda a falta de gráficos mais foto-realistas, tornam o uso desta tecnologia ainda pouco expressivo. Este trabalho apresentou uma experiência, através do uso de tecnologias mais acessíveis vinculadas a RV não-imersiva, que contribui para proporcionar efeitos como engajamento e sensações de presença comumente relacionados a experiências imersivas. Tais efeitos podem contribuir para tornar uma experiência não-imersiva mais atraente.

A abordagem de expectativas, no contexto de presença, para aplicações de RV é uma alternativa válida, uma vez que foram obtidos resultados positivos e documentados na literatura [10]. Desta forma, se torna interessante o uso de uma ferramenta para compor experiências baseadas nesses princípios mas com um complemento atrativo, através da utilização de vídeos estereoscópicos foto-realistas como forma de fornecer informações ricas e atraentes sobre os temas envolvidos na experiência RV. Tais vídeos funcionam como preparadores psicológicos para a aplicação RV, contextualizando os usuários no conteúdo e no objetivo da experiência RV, diminuindo assim uma possível desorientação contextual durante a experiência.

A integração de um tocador de vídeos estereoscópicos foto-realistas com um *framework* de RV apresenta a viabilidade de criar experiências atraentes em RV de forma flexível, ou seja, proporcionando a alternativa de configurações para aplicações tanto imersivas quanto não-imersivas, utilizando diversas opções de estereoscopia, dispositivos e iterações na composição de vídeos e aplicações interativas em ambientes virtuais.

Uma aplicação exemplo foi feita para auxiliar na análise de uma peça utilizada em plataformas de petróleo. Inicialmente, um vídeo explica a utilização da peça e a interação logo em seguida oferece recursos de manipulação para a verificação das suas características abordadas no vídeo.

A tecnologia dos “vídeos interativos” pode ser um caminho interessante para a ampliação de uso de RV, mostrando de forma adequada seus atrativos para uma comunidade já acostumada a aplicações com alto nível de engajamento, como os jogos e os vídeos.

## 6. Referências

- [1] Web3D Consortium, *VRML97 Functional specification*, ISO/IEC 14772-1:1997. <http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/>.
- [2] Bowman, D., Kruijff, E., Lavila, J., Poupyrev, I., *3D User Interface Theory and Practice*, Addison-Wesley, 2004.
- [3] Stappers, P.J., Saakes, D., Adriaanse, J., *On the narrative structure of Virtual Reality walkthroughs: An analysis and proposed design*, Proceedings of the Ninth International Conference: Computer Aided Architectural Design Futures (CAAD Futures) 2001, p.124-138.
- [4] Rosenbloom, A., *A Game Experience in Every Application*, Communications of the ACM, v. 46, nr. 7, p. 28-31, 2003.

- [5] Swartout, W., van Lent, M., *Making a Game of System Design*, Communications of the ACM, v. 46, nr. 7, p. 32-39, 2003.
- [6] Minsky, M., *Telepresence*, Omni 45-52, June, 1980.
- [7] Witmer, B.G., Singer, M.J., *Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire*, Presence, v. 7, n. 3, 1998.
- [8] Slater, M., *A note on Presence Terminology*, Presence-Connect, 2003.
- [9] Nunez, D., *How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible?*, Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa , 2004.
- [10] Nunez, D., Blake, E.H., *The thematic baseline technique as means of improving the sensitivity of self-report scales*, Presented at Presence 2003.
- [11] Li, H., Daugherty, T., Biocca, F., *Impact of 3-D Advertising on Product Knowledge, Brand Attitude, and Purchase Intention: The Mediating Role of Presence*, Journal of Advertising, v. 31, nr. 3, p. 43-58, 2002.
- [12] Bastos, T. A., Silva, R.J.M., Raposo, A. B., Gattass, M., *ViRAL: Um Framework para o Desenvolvimento de Aplicações de Realidade Virtual*, Proc. VII Symposium on Virtual Reality – SVR, p.51-62, 2004.
- [13] Lipton, L., *Foundations of the Stereoscopic Cinema – A Study in Depth*, Van Nostrand Reinhold Company, 1982.
- [14] StereoGraphics Corporation, *StereoGraphics Developers' Handbook*, 1997.  
[http://www.stereographics.com/support/downloads\\_support/handbook.pdf](http://www.stereographics.com/support/downloads_support/handbook.pdf)
- [15] Lipton, L., *Stereo-Vision Formats for Video and Computer Graphics White Paper*, 1997,  
[http://www.stereographics.com/support/body\\_stereo\\_formats.html](http://www.stereographics.com/support/body_stereo_formats.html)