

SCORING STRATEGIES FOR AN INSTRUCTIONIST-DRIVEN EDUCATION-ORIENTED VIRTUAL ENVIRONMENTS

Marcelo da Silva Hounsell¹, Avanilde Karczinski² and Isabela Gasparini³.

Abstract — *It has been said that Virtual Environments (VE) can bring many benefits as an educational aid. Most of them are still unfulfilled. Using VE as such an aid has to comply with pedagogical methodologies. Merging these two different areas together is a non-trivial task. Experiences could be gathered from computer games, which have the ability to catch the user's attention for a very long period in a very challenging environment and rewards them with scores. This paper discusses the use of "scoring" as a pedagogical resource. Scoring strategies for subjects that have sound formal theoretical contents and spatial displacement meanings will be discussed. These kind of subjects seem to be more suitable to have an Educational-oriented VE (EVE) as an effective aid. The limitations and adaptations into an EVE will also be discussed. A suitable scoring strategy will be exemplified for the chosen scope in an instructionist-driven EVE.*

Index Terms — *Virtual Environments, Teaching – Learning Process, Scoring, Games.*

INTRODUÇÃO

Realidade virtual (RV) é uma tecnologia definida como a “interface mais avançada entre humano e computador” [2]-[9]-[14] uma vez que traz à realidade ambientes tridimensionais (reais ou imaginários) sintetizados por computador com alto grau de iteratividade (o que pode incluir o uso de dispositivos não convencionais como mouse-3D ou até luvas de dados) e ainda podendo usufruir de toda a experiência que o usuário traz do mundo real para facilitar o entendimento, navegação e interação no mundo sintético.

Todos os elementos que configuram a RV a tornam uma tecnologia de simulação de inigualável valor do ponto de vista educacional. Seja na criação de realidades alternativas passíveis de serem experimentadas, que de outra forma não existiriam; seja pelo resgate de experiências anteriores no intuito de facilitar no processo de construir outras, seja pela participação ativa e intensa requerida pelo usuário.

Ainda, da literatura pode-se obter vantagens identificadas como [4]-[10]:

- Poder repetir práticas de forma controlada;

- Segurança, tanto de possíveis equipamentos quanto do próprio usuário aprendiz, e;
- Custo, se comparado com a dificuldade de preparação de toda uma simulação envolvendo os elementos reais (e ainda a repetição).

Apesar das vantagens acima relatadas, pode-se ainda afirmar que as áreas de educação têm alcançado pouco os benefícios da RV e/ou, a RV pode ainda trazer muitos benefícios para a área de educação. Entretanto, alcançar as vantagens propagandeadas é difícil pois há custos envolvidos que ainda são altos; precisa-se evoluir ainda quanto à tecnologia e, principalmente; a RV precisa ser melhor entendida sob o ponto de vista educacional.

Uma das áreas de investigação científica que vem trazendo muitas contribuições importantes para o uso da RV na educação são as experiências da RV voltada para o entretenimento, mais especificamente a área de jogos. Os jogos são exemplos de RV que tem tido grande sucesso em aspectos que são objetivos para Ambientes Virtuais com propósitos Educacionais (AVE's) tais como:

- São altamente iterativos e, cativantes;
- captam a atenção dos usuários por longos períodos de tempo;
- O usuário usa a tentativa/erro como estratégia para aprender/evoluir;
- Tem estímulos positivos (pontuação) e negativos (morrer) imediatos
- Trata objetivos a médio e longo prazo (mudar de fase, chegar ao fim do jogo).

Este artigo tratará de discutir como desenvolver AVE's do tipo Não Imersivo (AVENI, que serão explicados a seguir) considerando aspectos oriundos de jogos, especificamente as estratégias de pontuação (*scoring strategies*). Discute ainda, uma forma de integrar um ambiente 3D virtual com conteúdos de disciplinas que são teóricas e formais (como por exemplo, patologias prediais), no âmbito do texto multimídia (aqui descrito como 2D). O AVENI resultante desta integração tem na pontuação um elemento importante a ser investigado.

¹ Marcelo da Silva Hounsell, Departamento de Ciência da Computação (DCC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus Universitário, Bom-Retiro, Joinville, SC, Brasil, 89223-100, marcelo@joinville.udesc.br

² Avanilde Karczinski, Departamento de Ciência da Computação (DCC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus Universitário, Bom-Retiro, Joinville, SC, Brasil, 89223-100, avanilde@joinville.udesc.br

³ Isabela Gasparini, Departamento de Ciência da Computação (DCC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus Universitário, Bom-Retiro, Joinville, SC, Brasil, 89223-100, isabela@joinville.udesc.br

REALIDADE VIRTUAL

Muito tem sido dito e feito sobre o uso da Realidade Virtual (RV) na educação com significativo sucesso [4]-[13] apesar do fato desta tecnologia não ter chegado de forma mais veemente ao grande público devido a restrições de custos. Recentemente os Ambientes Virtuais (AVs) resultantes da aplicação da tecnologia de RV tem se tornado bastante popular, principalmente via Internet. A RV entregue via *web* é um gênero chamado de RV Não Imersiva (RVNI) [9]-[14] e é de especial interesse aqui, pois apesar de ser considerada uma vertente da RV, os problemas de interface relacionado com aspectos humanos no uso de dispositivos de interação, são significativamente minimizados e estes aspectos não são o foco deste artigo.

RVNI têm aspectos facilitadores para os desenvolvedores (não há a necessidade de desenvolver *drivers* especiais nem programação muito sofisticada e complexa) bem como para os usuários (podem experimentar os AVs com requisitos de hardware bem menores do que outras aplicações e, em qualquer lugar). As “páginas *web* 3D” podem se tornar a principal fonte de uso da tecnologia RV para o público em geral. Estas aplicações já são e estão se tornando ainda mais populares, pois, literalmente e metaforicamente, acrescentam uma nova dimensão aos *sites web*” [7]. O que parece particularmente importante de investigar, portanto, é o uso da RV de configurações mais modestas no Processo de Ensino-Aprendizagem (PEA) uma vez que estes ambientes tendem a ser a forma como a maioria dos aprendizes terão contato com este recurso tecnológico, pelo menos em países em desenvolvimento. Portanto, é importante pesquisar como usar RV para fins educacionais e que tipo de conteúdo poderia melhor se adaptar a uma abordagem imersiva e não imersiva [6]. É preocupante, entretanto, perceber que apesar de algumas assertivas terem sido feitas neste sentido [1]-[9], não pôde-se encontrar com facilidade metodologias voltadas especificamente para desenvolver AVs.

Os ambientes virtuais oriundos da RVNI que são veiculados pela *web* e que tem propósitos educacionais são aqui denominados de AVENI (Ambientes Virtuais Educativos Não Imersivos).

Dentre os ambientes virtuais com propósitos educacionais (AVENI), pode-se subdividi-los em educativos e os para treinamentos.

- AVENI’s voltados para treinamento [3]-[12]-[15] basicamente trabalham os aspectos da memória e seqüência dos objetos sendo manipulados. Objetos identificados e selecionados devem então ser manipulados de forma a serem posicionados correta e seqüencialmente.
- Em AVENI’s voltados para a educação (e não somente treinamento, [11]), pode-se identificar que os elementos menos importantes seriam os relativos a temporização e reflexo.

A SOCIEDADE E OS JOGOS

Os dias atuais refletem uma sociedade altamente competitiva e estudantes adolescente, que estão prestes a se tornar ou, recém se tornaram, graduandos, foram criados na era do “vídeo game”, ou seja, do jogo, da competição. A pontuação no jogo, e a sua conseqüente mudança no nível/fase, tornaram os videogames altamente desafiadores (onde se objetiva alcançar a fase mais avançada); intrigantes (pois nem sempre o jogador se dá ao trabalho de estudar as regras do jogo e portanto, exercita sua astúcia no objetivo de descobri-la); duradouros (a “janela de atenção” que uma criança dedica a um jogo é consideravelmente longa) e, altamente apelativos (cada vez mais jogadores se encantam com os gráficos).

É digno de menção que apenas os jogos com gráficos rebuscados e roteiros elaborados têm efetivamente se destacado nos aspectos acima e feito história no mundo concorrido e lucrativo deste negócio e portanto, boa parte do crédito deve ser dado a estes elementos (pontuação, gráficos e roteiro). Destes, os gráficos estão prontos para serem amplamente aproveitados via motores gráficos (*graphical engines*). Roteiros, são fruto de brilhantes exercícios de criatividade e precisam ser especificados. Pontuação é um reflexo da nossa sociedade e, por conseguinte um requisito aos/dos aprendizes.

Ainda assim, subsistem os aspectos benéficos e característicos de um jogo. A característica que este artigo se dedica a avaliar melhor sob o ponto de vista de sua aplicação em AVENI’s está relacionada às estratégias de “pontuação”.

Estratégias de pontuação têm sido produzidas graças a exaustivos exercícios de criatividade dos desenvolvedores de jogos e pouco tem sido debatido sobre suas características, muito menos quando aplicadas ao contexto educacional, e não entretenimento. Para AVENI’s a pontuação é parte de um processo muito mais importante, chamado aprendizagem.

INTEGRAÇÃO 3D E 2D

Existem dois tipos possíveis de interfaces gráficas numa aplicação de Realidade Virtual Não Imersiva:

- a interface dita 2D que corresponde às GUIs (*Graphical User Interface*) onde se veiculam as informações multimídia incluindo textos, gráficos, imagens, links, etc.;
- a interface 3D que corresponde aos Ambientes Virtuais (AV’s), onde os objetos tem profundidade e o usuário pode navegar por entre estes ambientes e objetos.

Essas interfaces possuem diferentes modos de interação, mas a maneira que é feita a troca de informações entre o usuário e o computador são semelhantes (feitas de maneira visual). Apesar delas apresentarem essa semelhança, percebe-se que as interfaces 3D são mais complexas visto que é acrescentada uma nova dimensão para proporcionar

um maior realismo a ser explorado pelo usuário. Apesar do 3D oferecer um maior realismo, ele não é tão bom (performance) quanto o 2D no que diz respeito ao retorno das ações. Isto se justifica pelo fato do 3D exigir um maior processamento computacional e gráfico do que o 2D (que trabalha basicamente com elementos textuais).

AVENI com fundo educacional tem dificuldades técnicas com currículo formal bem definido.

Algumas abordagens contemplam interações dentro do ambiente 3D, onde a própria disposição seqüencial e tridimensional é o objeto de estudo que deve ser absorvida e, portanto, prescinde de conteúdos explícitos textuais (2D) [3]. Outras abordagens de AV que contemplam tanto conteúdos 3D quanto textual (2D) não tratam diretamente com conteúdos curriculares formais [5]-[8].

A abordagem apresentada aqui valoriza e trabalha tanto conteúdos textuais formais, curriculares ou não, quanto suas relações posicionais (semântica 3D) como alvo do ambiente mas, de forma integrada e harmoniosa. A abordagem aqui apresentada serve como modelo para implementação de varias soluções de software educacionais que tenham significativo conteúdo 2d e 3d a serem trabalhados. Tanto que foi aplicada a 2 conteúdos totalmente distintos: “Inspeção de Focos de Dengue” [12] + “Ensino de Patologias Prediais”.

As aplicações de AVE voltada p/ treinamento têm sido de maior sucesso que as voltadas para educação, principalmente quando esta última trabalha conhecimentos formais com grande conteúdo teórico. Ainda, a aplicação de AVE's voltadas para a educação sugere o uso de conhecimento que tenham forte relacionamento com aspectos de forma, aparência e posição. Se esses elementos não são amplamente usados, talvez soluções CBT, WBT ou *e-learning* sejam mais apropriadas e tão efetivo quanto AVE's. Portanto, uma grande dificuldade é integrar conteúdos 3D com conhecimentos formais textuais (aqui ditos 3D) utilizando estratégias de pontuação.

Advoga-se neste artigo que uma forma eficiente de fazer isso é oferecer as duas formas de interface concomitantemente, como na Figura 1, e associar objetos (preferencialmente reais) a formas de acesso aos conteúdos formais. Outra premissa advogada como efetiva para solucionar a integração é que a agregação de conhecimento deve ser imediata (conteúdos formais não podem ser postergados) e, da, a qualidade no uso é mais importante que a quantidade (reflexo e velocidade) e que deve haver semântica entre o objeto e o conteúdo formal a ele associado (ou seja, deve haver uma clara relação entre objeto, a interação e o conceito a ser aprendido). Portanto mais uma vez, tempo e velocidade não são aspectos significativos sob o ponto de vista educacional; o aprendiz deve conduzir o ritmo do seu aprendizado.

Por exemplo, um suposto AVENI para Identificação de Patologias Prediais é trabalhado mais com a qualidade, o usuário deverá identificar no AVE as patologias mais graves, por tipo, etc. Já no caso da Prevenção da Dengue é

trabalhado bastante com quantidade, onde deve-se encontrar no AVE o maior numero de focos possíveis, não importando por exemplo a ordem que é encontrado. Nenhum foco pode ficar remanescente, todos deverão sempre ser eliminados.

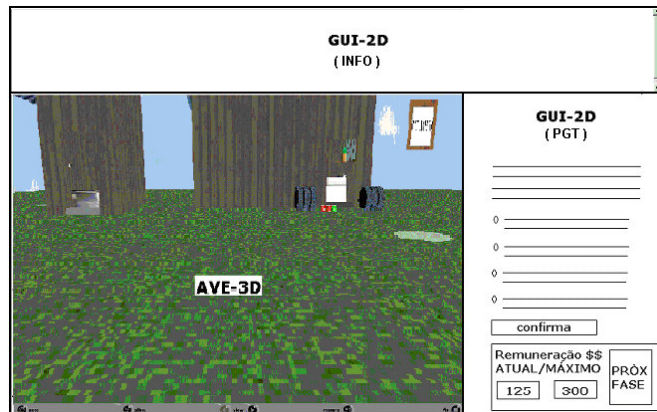


FIGURA 1
ESBOÇO DE UM AMBIENTE VIRTUAL EDUCACIONAL PARA INSPEÇÃO DE FOCOS DE DENGUE

No ambiente 3D é onde são apresentados elementos gráficos e indicado o espaço que está se trabalhando (localização, orientação), e a quantidade de elementos que compõe o AV, a forma destes elementos e a tarefa que o usuário exercerá no AV (busca, seleção, etc.). Assim, estes elementos são responsáveis por promover estímulos de interação para o processo comunicativo do usuário com o sistema onde o usuário obterá informações/respostas relacionadas com as atividades desenvolvidas no AV. Mas quando é necessário utilizar elementos textuais para as respostas formais desses estímulos, é preciso utilizar a interface 2D onde esta deverá apresentar informações relacionadas ao objeto sendo manipulado no 3D. Só que quando é utilizado este tipo de interface (2D), perde-se um pouco o sentido de imersão (sentido característico mandatário de uma aplicação de Realidade Virtual) do usuário no AV pelo fato dele estar alternando/desviando sua atenção a outro tipo de interface.

As grandes vantagens dos AVENI's e, ao mesmo tempo, o grande desafio é aproveitar as vantagens do ambiente 3D, as informações que podem ser absorvidas com este ambiente, principalmente os formais. A tabela 1 mostra os aspectos cognitivos que são melhor explorados isoladamente em cada tipo de interface.

TABELA I
CARACTERÍSTICAS DA INFORMAÇÃO EM 3D E 2D

Interface 3D	Interface 2D
-Relações Espaciais (local, orientação,e tc.).	- Nomenclaturas (conceitos, definições, justificações,e tc.)
-Quantidade e qualidade (identificação)	- Relações (de importância, de seqüência, etc.)
-Forma (aparência, cor, tamanho; absoluta ou relativa).	
- Busca e seleção (percepção)	

A Figura 1, mostra uma composição de uma interface [12] contendo tanto ambientes virtuais 3D (ver parte em baixo, a esquerda AVE-3D), onde observa-se um ambiente de um “barraco” repleto de focos virtuais de dengue, quanto elementos de informação textual (ver parte superior, GUI-2D-INFO) onde são veiculadas informações sobre prevenção da doença e parte multimídia interativa (ver lado direito em baixo, GUI-2D-PGT), onde são feitos questionamentos de avaliação do processo de aprendizagem.

Dentre os elementos constituintes de uma “estratégia de pontuação” que podem ser usados em um AVENI incluem:

- temporização (o tempo pode ser visado para determinar o ritmo do jogo ou para determinar seu fim), para ser indicativo do processo de aprendizagem, etc. ;
- reflexo (percepção e ação rápida);
- atenção (discernir elementos de importância ou de maior importância ou a quantidade de elementos);
- conhecimento (manipular os objetos gráficos do AVENI melhores resultados/pontos);
- seqüência (entender as relações de seqüência entre os elementos do ambiente), e;
- memória (resgatar formas, cores e características);
- opções (agir ou não agir, ligar ou não ligar).

Cada um destes elementos pode ser usado no sentido de se definir uma forma de pontuação em um AVENI.

PONTUAÇÃO (SCORING)

Diferentemente de jogos 3D convencionais onde a pontuação é basicamente definida pela forma (tipo) e número de objetos, para um AVE pode-se (deve-se) usar elementos característicos da informação sendo trabalhadas para compor a pontuação. Neste sentido aprendizes dos aspectos da informação que podem ser relevantes incluem :

- gravidade (GR) da informação relativa a outras, está também relacionada a importância da informação;
- seqüência (SQ) em que os itens de informação ou objetos devem ser trabalhados. Seqüência também pode ser importante para enfatizar a importância geral de um item relativo aos demais;
- probabilidade (PB) em que a informação/objeto ou fato ocorrem (dependendo do objeto de estudo e objetivo pedagógico, uma informação rara pode ser mais ou menos valorizada);
- correção (CR, *correctness*), a atenção requerida com a informação pode ser considerada no limite e o usuário pode ser requerido avaliar a presença, ausência ou “inversão” da informação (falsos focos de dengue);
- evidência (EV), uma vez que a informação está relacionada a algum elemento gráfico 3D, a evidência ou a dificuldade intencional de identificar/percepção por parte do aprendiz deve também ser usada no esquema de pontuação. Este recurso é um elemento importante que reflete diretamente a integração entre o 3D e o 2D.

Princípios que devem ser também observados no uso a pontuação em AVE incluem:

- *feedback* imediato, o resultado de uma interação de aprendizado deve refletir na pontuação e isso passado ao aprendiz de imediato. Este recurso serve de reforço e motivação;
- deve ser definido e esclarecido os objetivos em termos de pontuação, por exemplo o aprendiz deve ser informado que ele poderá passar para a próxima fase/nível se suplantará 70% da pontuação máxima possível para aquela fase (ver Figura 1).

Com os elementos e princípios mostrados acima, pode-se então promover através da estratégia de pontuação um esquema de avaliação formativa (ou seja, de avaliação constante de cada aspecto e em cada momento do PEA).

ESTUDO DE CASO

O modelo de ambiente mostrado na Fig 1, contempla a exposição textual de informações formais (na GUI-2D-INFO) que serão apresentadas quando o aprendiz invocar objetos de informação (livros, com fatos, ou “*Post It*”, com lembretes). Os livros seriam informações novas que devem ser estudadas e serão úteis nas próximas fases do AVENI. Os *Post Its* tem as mesmas informações apresentadas nas fases anteriores, mas agora na forma de lembretes de informações já apresentadas antes. Todo fato (livro) apresentado numa fase, terá uma pergunta associada a ele (apresentada na GUI-2D-PGT). Caso o aprendiz venha a recorrer aos lembretes isso deve se refletir no esquema de pontuação para cada pergunta associada a seu respectivo lembrete. Na presente proposta, temos que quando o aprendiz acerta sem ter recorrido ao lembrete, ele ganha 100% da pontuação máxima da pergunta mas, se ele erra e/ou invocou o lembrete, sua pontuação altera conforme a Tabela 2 abaixo:

TABELA II
A PONTUAÇÃO CONFORME O USO DO LEMBRTE

Resposta	Certa	Errada
Não Invocou Lembrete	100%	0%
Invocou o Lembrete	50%	- 25%

Cada átomo de informação, e portanto, cada pergunta é caracterizada pela sua gravidade (GR), probabilidade (PB) e evidência (EV, ou dificuldade de encontrar) e a pontuação é definida pela equação abaixo, onde cada item está em escala numérica de 1, 2 ou 3:

$$\text{Pontos} = \text{GR}^2 + \text{EV} \times \text{PB}.$$

Quanto a correção (CR) da informação, o usuário é apresentado a “falsos focos” de dengue que devem então ser devidamente ignorados. Caso contrário, pontos negativos serão atribuídos a ele.

Na própria interface proposta, o usuário terá constantemente informação do número de pontos que já obteve e o número total de pontos possíveis naquela fase,

sendo que quando ele passar do patamar de 75%, o botão de “passar para próxima fase” ficará ativo.

Os elementos seqüência e tempo não estão sendo usados na aplicação exemplo.

CONCLUSÃO

O Processo Ensino-Aprendizagem (PEA) pode se beneficiar muito da Realidade Virtual (RV) e seus Ambientes Virtuais Não Imersivos (AVENI).

A falta de modelos testados torna a criação de AVENI um processo experimental e criativo.

Vários autores têm dedicado suas pesquisas no estudo das formas mais eficientes de promover o desenvolvimento destes ambientes. A Pontuação (*scoring*) é um dos aspectos que podem ser melhor explorados. Mas, um maior entendimento da forma como a pontuação (que pode ser encarada como uma forma de avaliação) em um AVENI pode contribuir para o PEA. Semelhantemente, modelos de AVEI capazes de integrar de maneira coerente e eficaz as informações 3D com textos formais são escassos. Este artigo fez uma caracterização do processo de pontuação levando em conta os aspectos que podem ser explorados quando associados a um ambiente 3D que trabalhe conteúdos técnicos curriculares e que portanto, utiliza uma estratégia de integração 3D com textos.

Esta integração entre informações e conteúdos 3D e 2D ainda precisa ser melhor investigada pois repercutirá significativamente para disciplinas formais, com grande apelo visual e isso abrirá um amplo leque de aplicações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Ciência da Computação (DCC) da Universidade do estado de Santa Catarina (UDESC), onde este trabalho está sendo desenvolvido e ao grupo de pesquisa do LARVA (Laboratório de Realidade Virtual Aplicada) pelas férteis discussões.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, A. F., “Uma proposta metodológica para criação de roteiros em ambientes virtuais para aplicação educacional”, Florianópolis, 102p, 1999, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina.
- [2] BURDEA, G.; COIFFET, P. Virtual Reality Technology. Nova York: John Wiley & Sons, 1994. 400 p. ISBN 0-471-08632-0.
- [3] EASTGATE R. 2001. The Structured Development of Virtual Environments: Enhancing Functionality and Interactivity.
- [4] FURNESS, T. A., Winn, W. and Yu, R., “Global Change, VR and Learning: The Impact of Three Dimensional Immersive Virtual Environments on Modern Pedagogy”. University of Washington and University of Loughborough. HITL Report no. R-97-15, 1997.
- [5] GARCIA, F. L. S. et al. Metodologia para criação de ambientes virtuais tridimensionais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, IV, 2001, São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP, ABEG. 2001. Disponível em:

<www.lrv.eps.ufsc.br/recursos/artigos/MetodologiaAVs.PDF>. Acesso em: 21 mar. 2003.

- [6] HOUNSELL, M. da S. e PIMENTEL, A., “On The Use Of Virtual Reality To Teach Robotics”. 3rd International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE. São Paulo, 2003.
- [7] KERR, S., GRIFFITHS, G. and BAYON, V., “3D-Web Page Usability Issues; Present and Future”. Paper in proceedings of User Centered Design and Implementation of Virtual Environments workshop, 30th Sept, King's Manor, York, England, 1999.
- [8] KIRNER, T. e MARTINS, V. A Model of Software Development Process for Virtual Environments: Definition and a case Study. In: 20 IEEE International Symposium on Application-Specific Systems and software Engineering and Technology ASSET98, Richardson, USA.1998.
- [9] NETTO, A. V., MACHADO, L. dos. S. e OLIVEIRA, M. C. F., “Realidade Virtual: Fundamentos e Aplicações”. Visual Books, 2002.
- [10] PANTELIDIS, V. S. Virtual Reality in the Classroom. Educacional Tecnology. V. 33. Abr, 1993. P. 23-27
- [11] REDEL, R., e HOUNSELL, M. da S. “Implementação de Simuladores de Robôs com o Uso da Tecnologia de Realidade Virtual Congresso Brasileiro de Computação (CBCOMP'2004). Itajaí, SC. Outubro 2004.
- [12] SCHMITZ, Q. T.; KEMCZINSKI, A. e HOUNSELL M. S. “Realidade Virtual no Treinamento da Inspeção de Focos de Dengue”. Congresso Brasileiro de Computação (CBCOMP'2004). Itajaí, SC. Outubro 2004.
- [13] TAN, H. S. and FRANCIS, G. A., “Virtual Reality as a Training Instrument”, Temasek Journal Vol. 7, June, pp. 4-15, 1999.
- [14] VINCE, J. “Essential Virtual Reality Fast: How to Understand the Techniques and Potential of Virtual Reality”. Springer-Verlag London Ltd. ISBN 1-85233-012-0, 1998.
- [15] VORA, J. et al. Using Virtual Reality Technology for Aircraft Visual Inspection Training: Presence and Comparison Studies, 2001.