

# **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE REALIDADE VIRTUAL PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS ADAPTATIVOS, GERENCIADOS PELO VEPERSONAL**

**Daniel Leite Viana Costa<sup>1</sup>, Marcus Salerno de Aquino<sup>2</sup>**

## **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de ambientes virtuais aplicando técnicas de engenharia de requisitos, a partir da elicitaco, especificaco e validaco de tais ambientes. Essas técnicas foram utilizadas no desenvolvimento de ambientes virtuais tridimensionais voltados para o ensino de física experimental, em que cada ambiente  composto por diversos graus de dificuldade a serem apresentados ao usuário em função da sua capacidade cognitiva. Estes ambientes virtuais são gerenciados pelo VEPersonal, uma infra-estrutura que permite adaptar tais ambientes, em tempo real, de acordo com o grau de conhecimento do usuário. Com essa associao de agentes capazes de identificar as ações do usuário e identificar o grau de evolução de seu conhecimento durante a interação com o ambiente virtual.

**Palavras-chave:** agentes inteligentes, realidade virtual, engenharia de requisitos.

## **DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS IN VIRTUAL REALITY FOR CONSTRUCTION OF ADAPTIVE VIRTUAL ENVIRONMENTS, BY MANAGING VEPERSONAL**

### **ABSTRACT**

This work has been developed aiming at generating virtual environments using techniques of engineering requirements from the elicitation, specification and validation of such environments. These techniques were used in the development of oriented three dimensional virtual environments for teaching experimental physics, in which each scene is composed of varying degrees of difficulty to be presented to the user according to their cognitive capacity. These virtual environments are managed by VEPersonal, an infrastructure that allows to adjust the virtual environments in real time, given the user's knowledge degree. With this combination of agents capable of identifying the user's actions and identify the development degree of their knowledge during the interaction with the virtual environment

**Keywords:** intelligent agents, virtual reality, engineering requirements

## **INTRODUÇÃO**

Ambientes Virtuais (AV) são ambientes interativos, compostos por objetos tridimensionais e gerados em tempo real por um sistema computacional. O objetivo de tais ambientes  simular um ambiente real ou construir ambientes imaginários, permitindo a um ou mais usuários interagirem através da visualização e

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Ciência da Computação, Depto. de Sistemas de Computação – DSC , UFCG, Campina Grande , PB, E-mail: [danielly@lcc.ufcg.edu.br](mailto:danielly@lcc.ufcg.edu.br)

<sup>2</sup> Cientista da Computação, Prof. Doutor, Depto. de Sistemas de Computação – DSC, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: [salerno@dsc.ufcg.edu.br](mailto:salerno@dsc.ufcg.edu.br)

manipulação de objetos. Essa interação possibilita ao usuário um aumento do sentimento de presença no ambiente [Kirner e Siscoutto, 2007].

Os avanços das técnicas aplicadas à área de Realidade Virtual, juntamente com Inteligência Artificial, têm contribuído para tornar os Ambientes Virtuais mais realistas e dinâmicos. Tais avanços têm tornado os sistemas mais próximos da realidade dos usuários, incorporando procedimentos que acompanhem suas ações e modificando o ambiente em função destas ações.

A utilização de tecnologias Multimídia em AV também contribui para dar maior realismo às cenas, possibilitando o suporte para criação, manipulação e armazenamento dos conteúdos, utilizando textos gráficos, imagens, vídeo, animações, áudio e outras mídias, no âmbito da captura, geração, edição, gravação, reprodução, efeitos especiais, análise e transmissão [Ze-Nian e Drew, 2004].

O VEPersonal (Personalized Virtual Environment) foi desenvolvido para servir como uma infra-estrutura que utiliza técnicas para gerar AV que se adaptam em função do perfil do usuário, modelando o mundo de acordo com as características de cada perfil [Aquino et al., 2005a; Aquino et al., 2006; Aquino et al., 2008]. O VEPersonal possui um conjunto de agentes inteligentes responsáveis pelo acompanhamento adquirido pelo mesmo, e são capazes de determinar a alteração da complexidade do ambiente virtual [Aquino et al., 2005b; Aquino et al., 2007].

O VEPersonal provê aos desenvolvedores a geração de ambientes virtuais compostos por objetos com vários níveis de complexidade. Uma vez definido o ambiente e as respectivas regras de negócio para o funcionamento, o VEPersonal é capaz de gerenciar a comunicação com o usuário e de realizar a atualização desse ambiente, em tempo real.

A especificação e validação dos AV foram gerados utilizando técnicas de Engenharia de Requisitos que têm como base os conceitos provenientes da Engenharia de Software [Sommerville e Sawyer, 1997]. Esses conceitos foram adaptados e complementados a partir de experiências no desenvolvimento de aplicações de Realidade Virtual e Aumentada, realizadas nos trabalhos de Kirner e Martins (2004), Kirner et al. (2007) e na Dissertação de Mestrado de Bastos (2007).

Este projeto desenvolveu Ambientes Virtuais voltados para o ensino de física experimental, no qual o usuário é capaz de interagir com o experimento, através da navegação, visualização, execução dos experimentos, da manipulação de objetos 3D e avaliação do conhecimento adquirido. Tendo como suporte a estes ambientes o VEPersonal, que é responsável por armazenar, gerenciar e atualizar os ambientes durante a utilização pelo usuário.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Inteligência Artificial do Departamento de Sistemas de Computação no Centro de Engenharia Elétrica e Informática – CEEI da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

### **Material**

Para esse projeto foram utilizadas as linguagens X3D [X3D, 2008], JavaScript ([JavaScript, 2008] e Java [Java, 2008]. Os ambientes de desenvolvimento empregado foram o Vivaty Studio Beta 1.0 [Vivaty, 2009] e o X3D-Edit 3.1 [X3D-Edit, 2008].

### **Procedimento para obtenção da elicitação e especificação dos ambientes virtuais**

Este procedimento visou capturar e registrar as informações importantes nos experimentos de física para identificar as necessidades do usuário. Para isso, levantamos essas informações através pesquisa bibliográfica e discutimos os experimentos com o professor João Tertuliano do Departamento de Física da UFCG.

Selecionamos como experimento a atração entre corpos carregados e o movimento de uma partícula em um campo elétrico formado por duas placas planas e paralelas. Esses experimentos foram selecionados por

apresentarem uma facilidade de interação com o usuário e pela dificuldade de abstração encontrada pelos alunos quando em contato com esse assunto.

Para desenvolvermos os ambientes, fizemos a especificação de requisitos. Levantamos os requisitos não-funcionais, os requisitos não-funcionais específicos, assim como os funcionais específicos e o diagrama de casos de uso. Tais procedimentos permitiram definir o tipo de usuário que irá fazer uso do ambiente.

### **Metodologia aplicada para avaliação de resultados**

A metodologia aplicada para a avaliação dos ambientes virtuais produzidos neste projeto foi a Avaliação Heurística, *guidelines*, *checklist* e a Avaliação Sumativa.

A Avaliação Heurística é feita baseada no princípio de Mayhew (1992), proporcionando uma melhor satisfação aos aspectos relevantes a este projeto, pois ele é mais amplo que o proposto por Nielsen. Permitindo uma visão mais ampla das interfaces e determinando quais os aspectos devem guiar o restante do procedimento da avaliação [Bastos, 2007].

Baseados na Avaliação Heurística criamos um *guideline* de usabilidade. O *guideline* é um método no qual vários peritos avaliam separadamente o design de uma UI (Interface do Usuário). Este *guideline* serviu para criarmos o *checklist*. Neste *checklist* temos uma lista de pontos pré-estabelecidos na qual um avaliador verifica se o sistema desenvolvido está correto.

Na Avaliação Sumativa, definimos qual é a severidade dos pontos levantados pelos resultados dos *checklists* [Bastos, 2007]. Neles, montamos uma tabela com a frequência e sua respectiva relevância para a usabilidade no ambiente virtual.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Ambientes virtuais gerados a partir da elicitação e especificação dos ambientes virtuais**

Estes ambientes foram criados utilizando a elicitação e especificação dos ambientes virtuais. Estes ambientes foram avaliados pelos usuários que participaram da pesquisa em questão.

A Figura 1 e a Figura 2 mostram os experimentos de uma partícula carregada positivamente e de uma partícula carregada negativamente, respectivamente, ambas em um campo elétrico uniforme. Estes experimentos foram modelados para representar o movimento da partícula em um campo elétrico uniforme, composto por duas placas paralelas. No caso da figura 1, a partícula com carga positiva irá ser atraída para a placa com carga negativa, e sofrerá repulsão da placa com carga positiva. Já na figura 2, a partícula com carga negativa será atraída para a placa com carga positiva, e sofrerá repulsão pela placa negativa. Neles o usuário tem a possibilidade de executá-lo quantas vezes achar necessário, e observar o comportamento dos objetos.

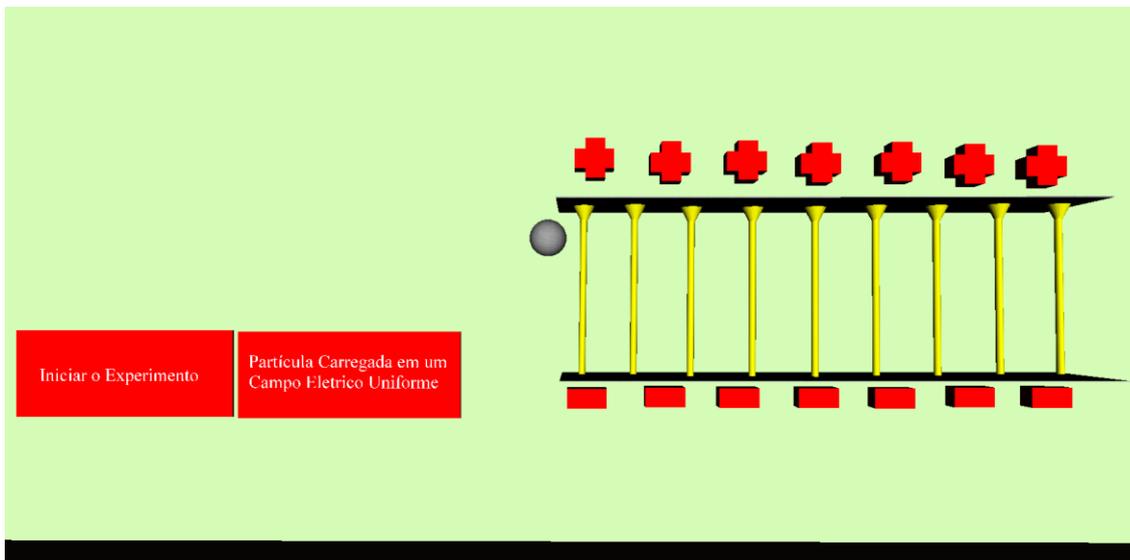


Figura 1: Experimento com uma partícula carregada positivamente em um campo elétrico uniforme.

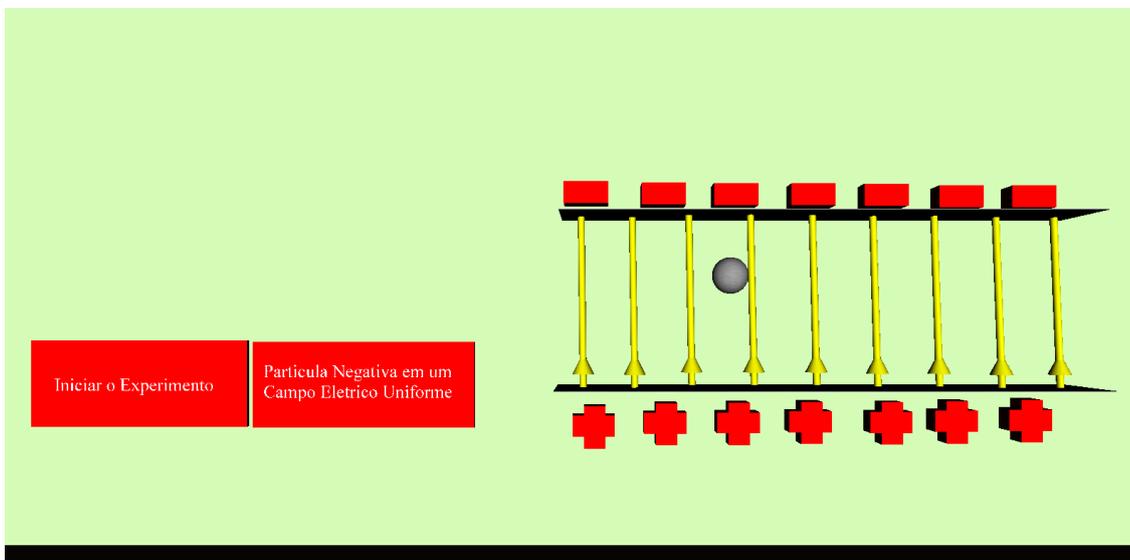


Figura 2: Experimento com uma partícula carregada negativamente em um campo elétrico uniforme.

A Figura 3 mostra o experimento de duas partículas carregadas positivamente e como reagem quando colocadas uma perto da outra. Quando o usuário clica em “Iniciar Experimento”, ele observa o comportamento de repulsão das partículas, podendo repetir quantas vezes achar necessário.

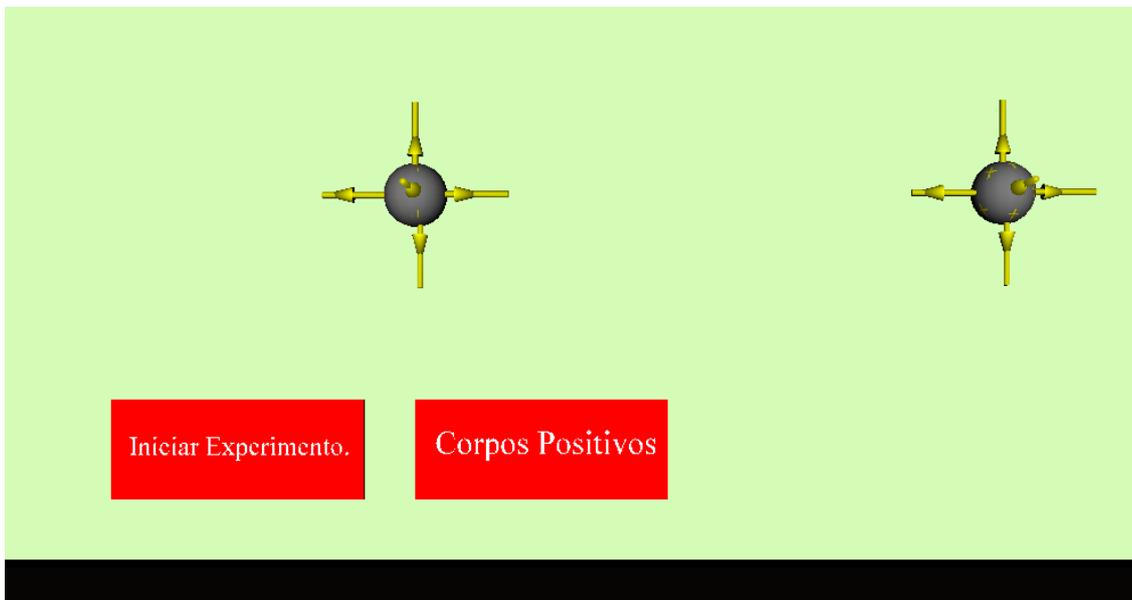


Figura 3: Experimento com dois corpos positivos.

A Figura 4 mostra o experimento de duas partículas carregadas uma positivamente e outra carregada negativamente e como reagem quando colocadas a uma determinada distância. Ao clicar em “Iniciar Experimento” o usuário observa o movimento das duas cargas, que no experimento será de atração. Caso o usuário sinta necessidade, ele poderá repetir o experimento..

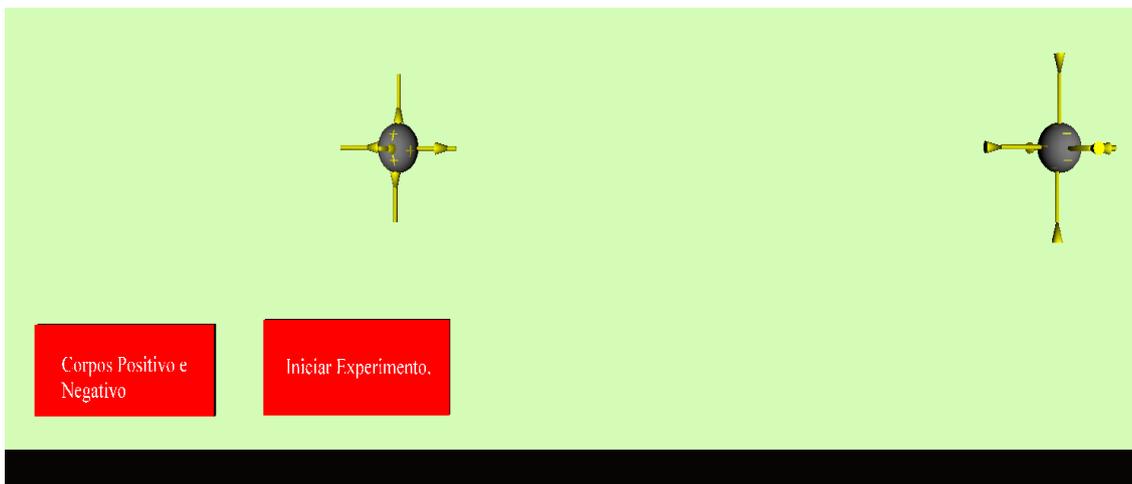


Figura 4: Experimento com um corpo positivo e outro negativo.

### **Análise dos dados coletados com as avaliações dos ambientes virtuais**

Os dados foram obtidos como sugeridos pela metodologia de Bastos (2007). A idade dos usuários participantes da pesquisa encontra-se na faixa etária de 15 a 27 anos. Os avaliadores dos experimentos já tinham algum contato com jogos ou com algum ambiente 3D.

Os usuários mostraram-se ter uma boa familiaridade com os ambientes avaliados, como podemos ver na Figura 5.

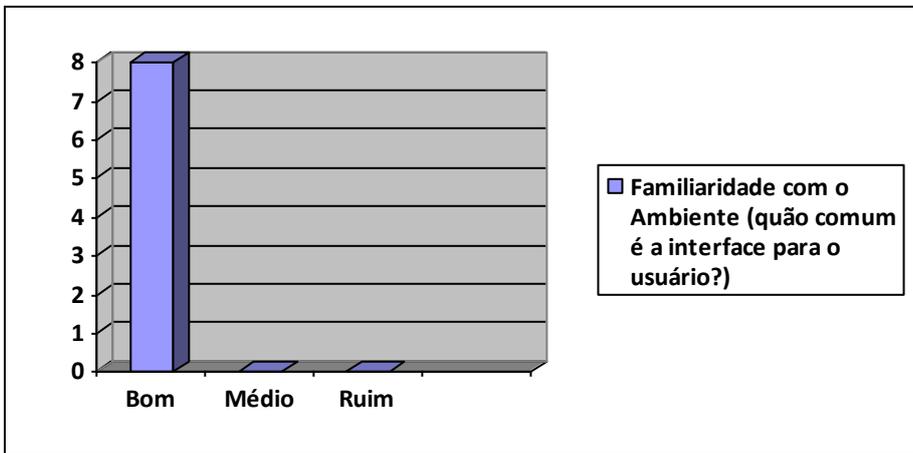


Figura 5: Familiaridade com o Ambiente.

A robustez do ambiente ao recuperar de eventuais erros foi o ponto que se mostrou mais fraco aos usuários (ver Figura 6), dentre os itens avaliados no ambiente.

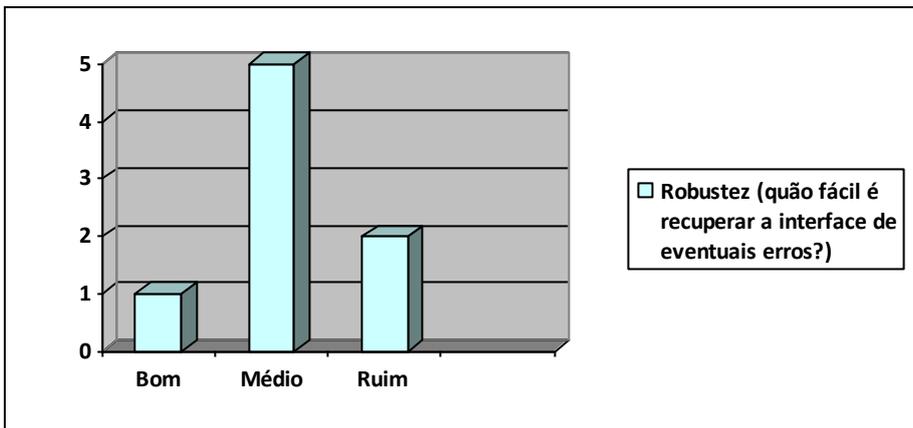


Figura 6: Robustez do Ambiente.

A solução para o problema dos experimentos teve uma aceitação boa à média no ponto de vista dos usuários, como podemos observar na Figura 7. Não tendo assim, nenhum registro de que a solução é inadequada para a visualização dos experimentos de física.

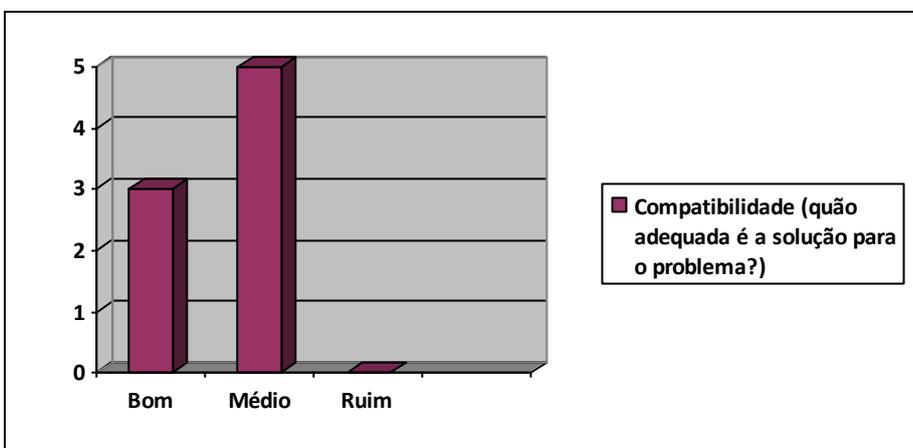


Figura 7: Compatibilidade do Ambiente com os experimentos.

Na figura 8, o nível de tecnologia utilizado no sistema se mostrou num nível acessível para a solução do problema. A maioria dos avaliadores indicou ter um nível razoável de tecnologia empregado no sistema.

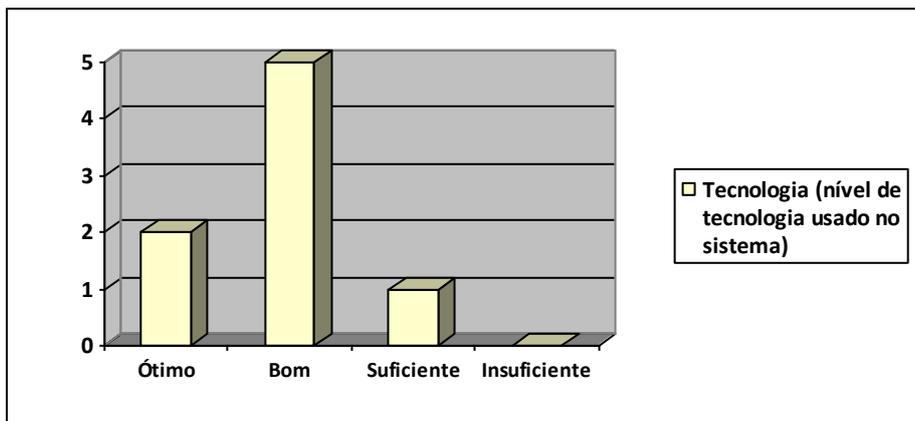


Figura 8: Nível de Tecnologia utilizado nos Experimentos.

Os usuários não tiveram dificuldades em interagir com o ambiente proposto (ver Figura 9). Itens como navegação, seleção e manipulação foram levados em consideração pelos usuários.

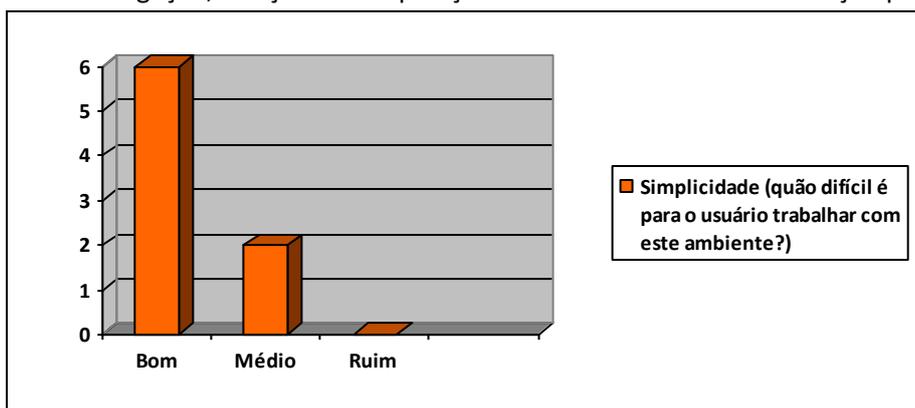


Figura 9: Simplicidade em se trabalhar com o Ambiente.

## CONCLUSÕES

Diante os resultados obtidos pela avaliação dos usuários, em que avaliamos os ambientes desenvolvidos, pudemos notar:

- Uma boa familiaridade com o ambiente virtual;
- Alguns usuários tiveram problemas ao enfrentar erros na interface, não conseguindo retornar ao ambiente;
- A aceitação dos usuários na apresentação do experimento foi de boa à média, mostrando uma aceitação à modelagem do experimento;
- O nível de tecnologia aplicado ao experimento foi apontado como bom para resolver os experimentos;
- Não tiveram dificuldades em navegar no ambiente virtual do VEPersonal.

A metodologia utilizada para a especificação de AV, permite que o desenvolvedor tenha um *feedback* por parte do usuário, durante e depois da geração do ambiente. Muitas vezes os desenvolvedores cometem erros sem que notem. Com esta metodologia, evitamos que o ambiente desenvolvido seja inadequado para a solução do problema, inviabilizando ou desestimulando o uso por parte do usuário. Através destas avaliações, os desenvolvedores podem traçar objetivos para melhorar a interação com o ambiente, direcionando os recursos que deverão suprir as necessidades dos usuários.

A instalação do VEPersonal no servidor do DSC foi executada. Porém, ao utilizarmos a versão refatorada do VEPersonal que utiliza o banco de dados MySQL [MySQL, 2009], desenvolvida em projeto de graduação no período de setembro/2008 a abril/2009, vimos que esta versão não se adapta ao padrão web. Para colocá-la em execução, tivemos que editar um arquivo “.XML”, no qual colocamos o endereço IP do cliente e do servidor. Entretanto, editar os endereços de IP toda vez que é conectado um novo cliente é extremamente desconfortante. Necessitaremos posteriormente aplicar ao VEPersonal uma nova arquitetura que seja adequada à web.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica, ao Professor Doutor Marcus Salerno e a todos que cooperaram neste projeto de pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Aquino et al., 2005a] AQUINO, M. S.; SOUZA, F. F.; FRERY, A. C. VEPersonal – An infrastructure of Virtual Reality Components to Generate Web Adaptive Environments. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 125. Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web 2005, Pocos de Caldas-MG, Brazil, December 05 – 07, pg. 1-8, 2005.

[Aquino et al., 2005b] AQUINO, M. S.; SOUZA, F. F.; FRERY, A. C. A Multi-Agent Architecture for Generating and Monitoring Adaptive Virtual Environments. 5th International Conference on Hybrid Intelligent Systems – HIS'05, Rio de Janeiro-RJ, Brazil, November 06-09, 2005, p.515-517 Publisher: IEEE Computer Society Washington, DC, USA (short paper).

[Aquino et al., 2006] AQUINO, M. S.; SOUZA, F. F.; FRERY, A. C.; NETO, L. G. A.; ALBUQUERQUE, M V. A.; ALMEIDA, R. M. G.. Adaptação de Conteúdos pelo Perfil do Usuário para Personalização de Ambientes Virtuais com X3D. VIII Symposium on Virtual Reality, SVR 2006, Belém-PA, Brazil, May 02-05, 2006 (short paper).

[Aquino, 2007] AQUINO, M. S. VEPersonal – Uma Infra-estrutura para Geração e Manutenção de ambientes Virtuais Adaptativos, (Tese de doutorado), Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil, dezembro/2007.

[Aquino et al., 2007] AQUINO, M. S.; SOUZA, F. F.; FRERY, A. C.; SOUZA, D. A. C. M.; FUJIOKA, R. C. Supporting Adaptive Virtual Environments with Intelligent Agents. 7th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, ISDA'07, Rio de Janeiro-RJ, Brazil, October, 22-24, 2007

[Aquino et al., 2008] AQUINO, M. S.; SOUZA, F. F.; FRERY, A. C.; SOUZA, D. A. C. M.; FUJIOKA, R. C.; Vieira, M. M. S. An Infrastructure to Generate Adaptive Virtual Environments with the Management of Client-Server communication in Real Time. In: X Symposium on Virtual and Augmented Reality. 2008. João Pessoa, PB (to appear).

[Bastos, 2007] BASTOS, Nacha Costa. Uma Metodologia para Avaliação de Usabilidade de Interfaces de Realidade Mista Interativas, (Dissertação de Mestrado), Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil, novembro/2007.

[MySQL, 2008] Disponível em: < <http://www.mysql.com/>> Acesso em: 19 jul. 2009.

[Sommerville e Sawyer, 1997] SOMMERVILLE, I.; SAWYER, P. Requirements Engineering: A Good Practice Guide. John Wiley & Sons, England, 1997.

[Kirner e Martins, 2004] KIRNER, Tereza Gonçalves; MARTINS, Valéria Farinazzo. Contribuição à Engenharia de Requisitos de Ambientes Virtuais. In: 7o Workshop de Engenharia de Requisitos, 2004, Tandil. Proceedings do 7o Workshop de Engenharia de Requisitos - WER 2004, 2004. v. 1. p. 263-273.

[Kirner et al., 2007] KIRNER, Tereza Gonçalves; MARTINS, Valéria Farinazzo; KIRNER, Claudio . Contribution to the Requirements Engineering of Virtual Environments. In: 9th International Conference on Enterprise Information Systems, 2007, Funchal. Proceedings of the 9th International Conference on Enterprise Information Systems. Setúbal, Portugal: INSTICC - Institute for Systems and Technologies of Information, Control and Communication, 2007. v. 1. p. 142-147.

[Kirner e Siscoutto, 2007] KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Eds. Cláudio Kirner e Robson Siscoutto. Livro do Pré-Simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis – RJ, 2007.

[Vivaty, 2009] Disponível em: < <http://www.web3d.org/x3d/>> Acesso em: 23 mar. 2009.

[X3D, 2008] Disponível em: < <http://www.web3d.org/x3d/>> Acesso em: 11 nov. 2008.

[X3D-Edit, 2008] Disponível em: < <http://www.web3d.org/x3d/>> Acesso em: 06 out. 2008.

[Ze-Nian e Drew, 2004] ZE-NIAN, L.; DREW, M. S. Fundamentals of Multimedia. Prentice-Hall, 2004.