

# Avaliação de Técnicas de Auxílio a Wayfinding em Ambientes Virtuais

André B. Trombetta  
FACIN, PPGCC/PUCRS  
Av. Ipiranga, 6681 - Partenon  
Porto Alegre, RS, Brazil  
trombetta@gmail.com

Felipe Bacim de A. e Silva  
FACIN, PPGCC/PUCRS  
Av. Ipiranga, 6681 - Partenon  
Porto Alegre, RS, Brazil  
fbacim@gmail.com

Márcio S. Pinho  
FACIN, PPGCC/PUCRS  
Av. Ipiranga, 6681 - Partenon  
Porto Alegre, RS, Brazil  
pinho@puccrs.br

## ABSTRACT

*Interaction in virtual environments is an area of study that has been developing in a remarkable way in recent years. As we can see on a literature review, the interaction can be divided in control, selection, manipulation and navigation. This last one can be divided in traveling and wayfinding. The travel task is defined as the movement and orientation of the user, and wayfinding is related to the information presented by the environment with the objective to support the user in his localization. This work deals with the evaluation of wayfinding aid techniques in virtual environments that allow users to navigate with high degree of freedom for traveling. The evaluation was made through the development of applications that implement some of the existing techniques and tests with groups of users, where each group tested one of the chosen techniques. The test results have shown that it is useful to use such techniques in this type of environment.*

## Keywords

*Wayfinding aids, virtual environments.*

## RESUMO

Interação em ambientes virtuais é uma área que vem se desenvolvendo de uma maneira acentuada nos últimos anos. O processo interativo pode ser dividido em atividades de Controle, Seleção, Manipulação e Navegação. Esta última, por sua vez, pode ser dividida em tarefas de Deslocamento e *Wayfinding*. O Deslocamento consiste na movimentação e orientação do usuário no ambiente, já *Wayfinding* diz respeito às informações apresentadas pelo sistema com o objetivo de apoiar a localização do usuário dentro do ambiente virtual. Este trabalho trata da avaliação de técnicas de auxílio a *wayfinding* em ambientes que permitem navegação com alto grau de liberdade para deslocamento e orientação do usuário. A avaliação foi feita através do desenvolvimento de duas aplicações que implementam quatro técnicas de auxílio existentes e do teste com grupos de usuários, onde cada grupo testou uma das técnicas escolhidas. Os testes demonstraram que existe ganho na utilização de técnicas de auxílio

## Palavras-Chave

Auxílio a *wayfinding*, ambientes virtuais.

## 1. INTRODUÇÃO

A área de Realidade Virtual (RV) tem sido cada vez mais explorada por pesquisadores como forma de tornar as simulações mais próximas do real e como ferramenta para simplificar a realização de tarefas complexas. Nesse sentido, as pesquisas concentram-se em áreas como realismo das imagens, qualidade dos modelos e em uma área que vem ganhando importância nos últimos anos, chamada de Interação.

Genericamente, entende-se por Interação a relação de comunicação entre o usuário e o computador. Nos ambientes de RV, esse processo pode ser dividido nas atividades de **Controle, Seleção, Manipulação e Navegação** [1]. O enfoque deste trabalho é a área de Navegação, que estuda o ato de se deslocar dentro do ambiente virtual e também o processo de familiarização do usuário com o ambiente virtual. Esse processo é denominado *wayfinding* e seu estudo têm como objetivo **melhorar o apoio ao usuário na construção do chamado mapa cognitivo do ambiente virtual.**

Existem técnicas que visam ampliar a capacidade do usuário de se localizar no ambiente, seja ele real ou virtual, tais como mapas, bússola, pontos de referência, placas, etc. Cada uma dessas técnicas tem ambientes particulares onde se mostram mais efetivas.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre algumas técnicas de auxílio a *wayfinding* e avaliar o quanto estas se mostram eficazes para a realização de tarefas em ambientes que permitam liberdade para o deslocamento. Essa avaliação foi realizada através do desenvolvimento de duas aplicações que implementam quatro das técnicas de *wayfinding* estudadas (Mapa, Placas, Rastro e Bússola).

Neste artigo, primeiramente são apresentados trabalhos relacionados e o problema encontrado. Na seção 4 é apresentada a plataforma de testes utilizada e ao final é feita uma análise dos resultados obtidos.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

O objetivo desta seção é descrever exemplos de trabalhos sobre avaliação de técnicas de *wayfinding* encontrados na literatura. Como primeiro exemplo, será apresentado uma avaliação feita sobre a utilização de rastros em Ambientes Virtuais (AVs) [5].

O objetivo do trabalho de Ruddle [5] é mostrar através de uma validação que rastros podem ser efetivos quando utilizados em conjunto com pontos de referência. Para isso, foi desenvolvido apenas um ambiente. A planta desse ambiente pode ser vista na Figura 1, onde se vê a localização do ponto de partida do usuário, os pontos que o usuário deve visitar (car, dog, etc.) e os pontos de referência (as cruzes nas intersecções das ruas).

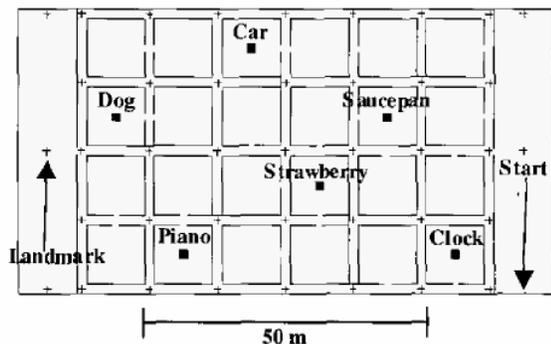


Figura 1. Planta do ambiente desenvolvido<sup>1</sup>

A partir do ponto inicial, o usuário pode andar pelas ruas livremente, passando pelas salas onde, em algumas delas, encontram-se objetos que representam os objetivos do usuário. O usuário deve visitar todos os objetivos, independentemente de ordem e retornar ao seu ponto de partida.

O experimento foi composto por quatro grupos de usuários, divididos quanto ao uso das técnicas: um grupo sem qualquer tipo de auxílio, outro apenas com pontos de referência, outro com rastro e, finalmente, um com o auxílio das duas técnicas. Foi utilizada uma amostra de dezesseis usuários (onze homens e cinco mulheres), com idade média de 25 anos.

Outro exemplo interessante é o da criação de uma nova técnica de auxílio a *wayfinding* que combina dois conceitos: *visible landmarks* e *place representations* [4]. *Visible landmarks* faz com que pontos de referência distantes sejam sempre visíveis, independentemente da distância, seja através do deslocamento ou da escala do objeto de referência. Com isso, permite que o usuário navegue pelo ambiente utilizando-os como referência. Como pode ser visto na Figura 2b, é como se o usuário tivesse realizado uma operação de zoom na Figura 2a. Os *visible landmarks* são um conceito semelhante ao de pontos de referência artificiais globais.

Em ambientes extensos, que é o contexto do trabalho, é complicado fazer com que todos os pontos de referência sejam visíveis. Se o usuário estivesse distante do alvo, acabaria gerando uma poluição visual considerável, tornando o ambiente confuso. Para resolver esse problema, foi desenvolvido o conceito de *Place representations*, que é uma hierarquia de localização parecida com a que se tem com países: Países têm Estados, Estados têm cidades, cidades têm bairros e bairros têm ruas. Como pode ser visto na Figura 3, o nodo pintado de preto apenas visualiza os pontos de referência locais e globais dos vizinhos no nível anterior na hierarquia, ou seja, todos os nodos marcados em cinza.

Para a avaliação das técnicas implementadas, foi desenvolvido um ambiente com uma hierarquia que nas folhas continha quatro nodos: uma praia, uma cidade, uma fazenda e um parque. Foi utilizada uma amostra de vinte usuários (dezoito homens e duas mulheres).

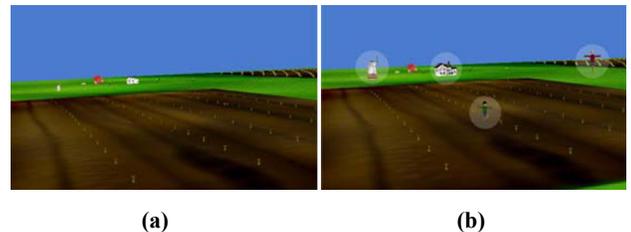


Figura 2. *Visible landmarks*<sup>2</sup>

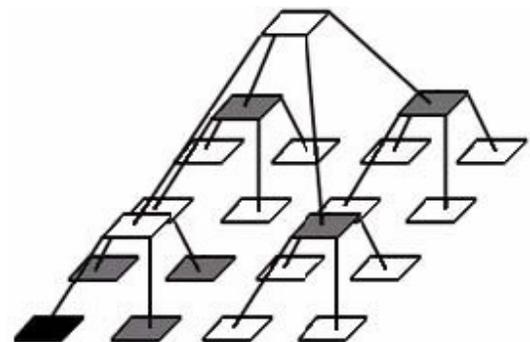


Figura 3. *Place representations*<sup>3</sup>

### 3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Até o ponto que se conseguiu atingir com a revisão da literatura, não foram encontrados trabalhos de avaliação de técnicas de auxílio a *wayfinding* para ambientes fechados e de larga escala onde o usuário possui grande liberdade para a movimentação nos três eixos coordenados e precisa localizar um ponto específico no ambiente. Nestes ambientes, se não forem utilizadas técnicas de auxílio de maneira apropriada, ou se estas não contribuírem para o objetivo da aplicação (escolha errada da técnica), o processo de tomada de decisões do usuário para a construção do caminho a ser percorrido pode ser prejudicado.

Um exemplo deste problema foi observado em um recente trabalho desenvolvido por Kopper [8], no qual o um usuário pode navegar pelo interior de um corpo humano. Neste trabalho, foram utilizadas duas técnicas distintas, como pode ser observado na Figura 4. A técnica assinalada pela letra "A" mostra a utilização um marcador YAH (you-are-here) dentro de um mapa tridimensional, indicando qual órgão do corpo humano o usuário está explorando no momento. A segunda técnica, assinalada pela letra "B", é uma "bússola" que indica a orientação do usuário em relação ao corpo humano.

No caso da Figura 4, o usuário se encontra dentro de um órgão. A técnica representada pela letra "A" se mostra ineficaz quando

<sup>1</sup> Imagem retirada de [5]

<sup>2</sup> Imagem retirada de [4]

<sup>3</sup> Imagem retirada de [4]

o usuário deseja saber a sua localização, uma vez que ele pode não ter conhecimento suficiente sobre anatomia humana para situar-se em relação ao corpo humano. Este problema poderia ser solucionado caso a técnica assinalada pela letra "B" ajudasse o usuário a determinar a sua localização. No entanto, ela apenas oferece a orientação do usuário em relação ao ambiente. Isso pode provocar uma interpretação equivocada por parte do usuário, fazendo com que ele, por exemplo, pense estar indo para certo local baseado nos auxílios quando, na verdade, está deslocando-se para outro local.

De forma semelhante, em um ambiente tridimensional que represente o interior de um motor, por exemplo, se técnicas de auxílio a *wayfinding* não forem oferecidas, provavelmente o usuário teria dificuldades em indicar pontos e seguir a direção correta. Isso também pode ocorrer quando pontos de referência não fornecem informações necessárias para que consiga determinar um caminho a ser percorrido.

É importante ressaltar que algumas formas de auxílio podem não ser eficientes o bastante para ajudar o usuário em sua localização e orientação. Em AVs fechados de larga escala, por exemplo, o uso de técnicas como rastro ou de objetos de referência naturais e pontos de referência artificiais pode não contribuir para melhora de desempenho do usuário, uma vez que não indicam, de forma direta, o objetivo.

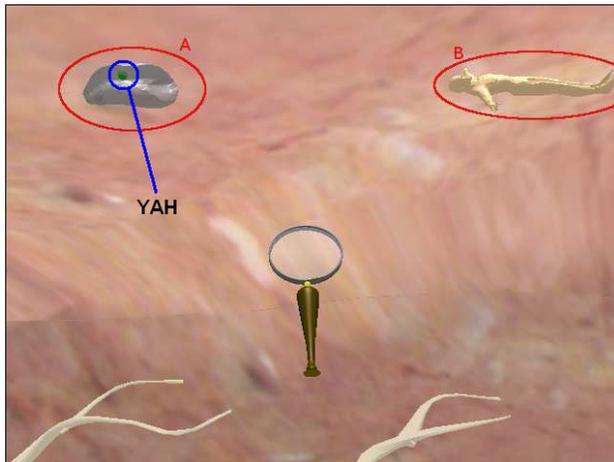


Figura 4 – Aplicação para teste de técnicas de navegação multi-escalares<sup>4</sup>

### 3.1 Hipóteses

Baseado nas considerações feitas até este ponto, pode-se levantar as seguintes hipóteses:

- AVs fechados de larga escala que permitam alto grau de liberdade necessitam de auxílios a *wayfinding*;
- A utilização da técnica de rastro não apresenta eficiência para este tipo de ambiente, uma vez que não aponta o objetivo;
- Usuários habituados a AVs e jogos eletrônicos tendem a ter um melhor desempenho em relação àqueles que não utilizam estes aplicativos.

Nos capítulos seguintes são apresentados testes com usuários no intuito de avaliar as técnicas de auxílio a *wayfinding* e validar

## 4. PLATAFORMA DE TESTES

Com o objetivo de permitir a avaliação das técnicas de *wayfinding* e a reprodução dos problemas identificados na seção 3, foi desenvolvida uma plataforma de testes, descrita nas seções a seguir.

### 4.1 Ambientes Desenvolvidos

Para avaliar as técnicas de *wayfinding* escolhidas (mapa, bússola, rastro e placas), foram construídos dois ambientes de teste (um prédio e um labirinto). Em todos os testes, o usuário faz uso de um HMD com rastreador de orientação e de um *joystick*. Quando está usando a técnica de mapas, um rastreador de orientação e posição preso ao *joystick* é utilizado para possibilitar a manipulação do mapa. A tarefa dos usuários dentro dos dois ambientes foi a mesma: dado um ponto de origem, encontrar um caminho até um ponto de destino.

O ambiente do prédio possui três andares, com um número variado de salas em cada andar. Os andares possuem conexões entre eles, que funcionam de forma semelhante a elevadores, capazes de transportar o usuário para o andar imediatamente acima. O primeiro andar possui um elevador que o liga com o segundo andar. O segundo andar, por sua vez, possui dois elevadores distintos: aquele que se conecta com o primeiro e outro que leva ao terceiro andar. O terceiro andar possui apenas o elevador que o une com o pavimento inferior. Além disso, existem salas em cada um destes andares, distribuídas de maneira diferente entre eles.

A tarefa do usuário é, nesse caso, partindo do ponto inicial definido no primeiro andar, chegar à sala que indica o seu objetivo, localizada no terceiro andar. Para isso, o usuário deve primeiro achar o elevador que a leva ao segundo andar, e, depois, o elevador que a leva ao terceiro andar.

A vista tridimensional dos elevadores e a da sala “objetivo” estão representadas na Figura 5. Quando o usuário entra na sala-objetivo, o sistema emite um aviso de término da interação.

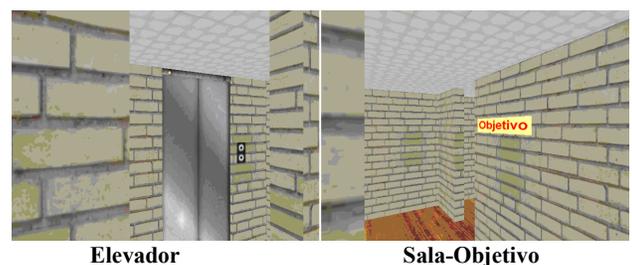


Figura 5 - Elevador e objetivo do ambiente do prédio

Nessa aplicação, foi utilizada a técnica de deslocamento pela direção do corpo, na qual o *joystick* controla a orientação do corpo do usuário em relação ao eixo vertical de forma independente da orientação da cabeça. Desta forma, o usuário pode observar livremente o ambiente enquanto se desloca. O deslocamento realizado na vertical (entre os andares) é feito

<sup>4</sup> Imagem retirada de [8]

através dos elevadores, utilizando a técnica de deslocamento semi-automático [1].

O ambiente do labirinto é composto por um cubo que é dividido em cinco partes iguais ao longo de cada uma de suas arestas, totalizando 125 cubos. Inicialmente, a proposta era fazer com que cada uma das arestas fosse dividida em dez partes, totalizando mil cubos, mas testes preliminares mostraram que em um ambiente com essas dimensões é difícil e demorado chegar ao objetivo.

Foi definido um cubo de onde o usuário parte (representado na Figura 6a), e outro onde deve chegar (Figura 6b). As Figuras 6a e 6b representam diferentes pontos de vista do ambiente.

Nesse ambiente, o usuário tem uma navegação simplificada, mas que ainda permite seis graus de liberdade. Para navegar, o usuário informa a direção do deslocamento, ou seja, para qual dos cubos adjacentes irá, e ativa o comando de deslocamento. O sistema fará com que o usuário seja movimentado de maneira automática. Para obrigar o usuário a não seguir uma rota simples, foram colocados bloqueios em algumas das passagens entre os cubos adjacentes (que podem ser vistos na Figura 7).

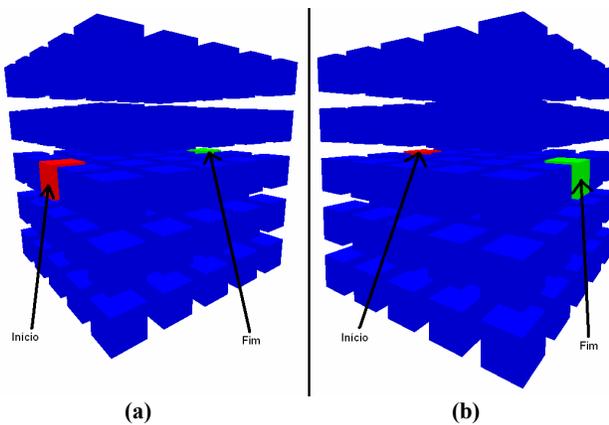


Figura 6 - Cubos de início e fim do experimento dos cubos



Figura 7 - Porta bloqueada

## 4.2 Técnicas Implementadas

As técnicas implementadas e testadas foram: mapa [7], placas, bússola e rastro [6]. Nas seções a seguir, será descrita a implantação de cada uma das técnicas nos dois ambientes.

### 4.2.1 Mapa

No ambiente do labirinto, o mapa traz indicações de quais portas estão abertas e quais estão fechadas. As portas bloqueadas estão dispostas no mapa como na Figura 8a, onde estão representadas por linhas destacadas e pelas palavras "up" e "down" (bloqueios para cima e para baixo).

No mapa existem ainda dois tipos de marcações: uma indica a posição atual do usuário no ambiente e a outra seu objetivo. Este mapa mantém a mesma orientação do usuário, ou seja, o "norte" do mapa será sempre a direção a qual o usuário está se movendo.

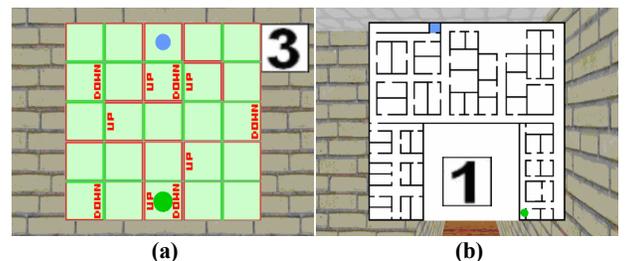


Figura 8 - O mapa no ambiente dos cubos e no prédio

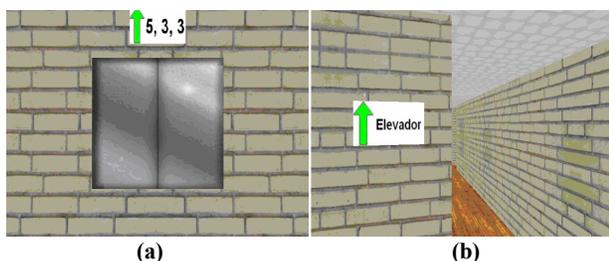
Para o ambiente do prédio, o mapa funciona de forma semelhante: a posição do usuário no mapa também é representada por um ponto e o seu objetivo (local onde deve chegar) é representado por um cômodo destacado (Figura 8b).

Nos dois ambientes, o mapa é controlado por um sensor de posição que está preso ao *joystick*. Assim, quando o usuário deseja consultar o mapa, ele pode olhar para o *joystick* ou trazê-lo para seu campo de visão. Isto permite evitar que o mapa obstrua constantemente a visão do usuário.

### 4.2.2 Placas

No ambiente do labirinto, as placas indicam o caminho a ser seguido para que se chegue ao destino, como pode ser visto na Figura 9a. As placas podem apontar não só o objetivo, mas também outros lugares. Cabe ao usuário escolher quais placas deve seguir, de acordo com a informação contida na placa, que representa a posição  $x, y, z$  do cubo destino.

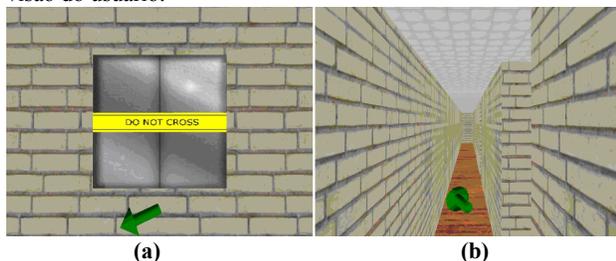
Para o ambiente do prédio, as placas indicam a posição dos elevadores em cada andar (Figura 9b). Quando o usuário encontra-se no último andar, elas indicam a sala para qual ele deve se dirigir.



**Figura 9 - Placas no ambiente dos cubos e no prédio**

#### 4.2.3 Bússola

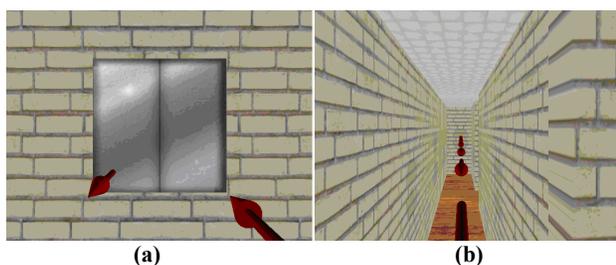
A bússola é representada por uma seta que sempre aponta para o objetivo do ambiente, como pode ser visto na Figura 10. Esta seta localiza-se sempre em frente ao usuário para facilitar sua visualização. Como tem dimensão reduzida, não atrapalha a visão do usuário.



**Figura 10 - Bússola no ambiente dos cubos e no prédio**

#### 4.2.4 Rastro

O rastro é indicado por setas que são colocadas no ambiente conforme o usuário o explora. No ambiente do cubo, as setas estão dispostas na frente de cada parede do cubo onde o usuário se encontra, indicando se ele já foi ou voltou por aquela direção (Figura 11a). No ambiente do prédio, as setas indicam por onde o usuário já passou, com a direção do movimento.



**Figura 11 - Rastro no ambiente dos cubos e no prédio**

### 4.3 Metodologia dos Testes

Segundo Hix [2], testes com usuários devem seguir um protocolo composto pelas seguintes etapas: desenvolver o experimento, orientar as sessões de avaliação, coletar e analisar os dados e obter conclusões.

O desenvolvimento do experimento, no caso do projeto desenvolvido, envolveu um plano de testes (define o que será testado, o objetivo de cada experimento, o período de testes e o tempo estimado), a escolha dos usuários (perfil necessário) e a escolha das tarefas a serem realizadas [3]. Orientar as sessões de

avaliação consiste na preparação do ambiente para os testes, além de fazer a introdução do sistema e do teste para o usuário. A coleta de dados foi feita a partir da observação indireta do comportamento dos usuários, ou seja, o sistema grava as ações do usuário dentro do sistema e estas são posteriormente analisadas.

Após definir o que seria testado e o objetivo de cada experimento, foram definidos cinco grupos (um para cada técnica e outro que não utilizaria técnica alguma), formados por cinco usuários cada. O passo seguinte correspondeu à fase de testes, compreendida entre o período de 18 dias. A amostra foi composta por alunos de curso de ciência da computação.

### 4.4 Variáveis Utilizadas

Para a avaliação, foram consideradas as seguintes variáveis independentes do usuário: a técnica utilizada e o ambiente onde seria feito o teste. Em contrapartida, o tempo para completar o percurso, a distância percorrida e a velocidade média foram consideradas como variáveis dependentes do desempenho do usuário.

### 4.5 Documentos de Teste

Com base nas hipóteses descritas na seção 3, foram elaborados os questionários pré-teste (Apêndice A) e pós-teste (Apêndice B). As perguntas do questionário de pré-teste buscavam identificar o nível de conhecimento do usuário em relação a computadores, sua familiaridade com jogos eletrônicos e RV, e sua experiência com relação a auxílios de wayfinding utilizados na vida real. O questionário pós-teste procurou avaliar os ambientes e a técnica utilizada com cada usuário, indicando o grau de satisfação e auxílio.

Um termo de consentimento livre e esclarecido foi elaborado para prestar informações básicas sobre o teste, como, por exemplo, o que estava sendo avaliado, a forma desta avaliação e para que fins os dados obtidos fossem utilizados.

Um guia para a realização de experimentos também foi disponibilizado ao usuário. Este documento apresentava informações relacionadas às características dos ambientes, sobre a forma de navegação utilizada (deslocamento e técnica de auxílio utilizada) e de que forma o experimento iria proceder.

### 4.6 Protocolo de Execução dos Testes

Quanto à execução dos testes, primeiramente era entregue ao usuário o termo de consentimento livre e esclarecido. Nesse momento, o usuário poderia decidir se participaria dos testes, concordando com os termos e assinando o documento.

A seguir, o usuário preenchia o questionário pré-teste entregue pelo avaliador. Eram fornecidas as instruções para o ambiente dos cubos (que foi o primeiro a ser testado). Conforme o grupo ao qual o usuário pertencia, eram fornecidas instruções adicionais, relativas à técnica de auxílio.

O passo seguinte correspondia ao período de familiarização com o ambiente dos cubos e com os dispositivos de RV, com duração máxima de cinco minutos. Caso o usuário se sentisse preparado para realizar a tarefa proposta, era dado início ao

primeiro experimento. Um exemplo da configuração utilizada para os testes pode ser visto na Figura 12.

Nesse estágio, o usuário realizava a tarefa relativa ao ambiente dos cubos. Durante a tarefa, o avaliador não respondia nenhuma questão relacionada à localização do usuário ou do objetivo e orientação. No entanto, a cada dez movimentações entre cubos, o usuário era questionado sobre a direção do cubo inicial.

Imediatamente após completar esta tarefa, o usuário recebia as instruções relacionadas ao ambiente do prédio, e novamente passava por um período de familiarização. Ao término destes procedimentos, dava-se início a tarefa relativa a este segundo ambiente.

Ao final da participação nos testes, o usuário respondia o questionário pós-teste, avaliando o ambiente, a forma de navegação e, se fosse o caso, a técnica de auxílio utilizada.



Figura 12 - Usuário utilizando mapas

## 5. RESULTADOS

A primeira hipótese, que afirmava que “AVs fechados de larga escala que permitam um maior grau de liberdade necessitam de auxílios a *wayfinding*”, pode ser validada através dos resultados obtidos. Usuários que utilizaram técnicas que indicavam de alguma forma o objetivo tiveram um desempenho melhor, como pode ser visto nos gráficos da Figura 13 e da Figura 14. A única técnica avaliada que não aponta o objetivo (rastros) obteve um desempenho inferior às outras técnicas testadas.

Analisando os questionários e os comentários, percebeu-se que usuários que não utilizaram técnicas de auxílio necessitavam de alto grau de concentração e, uma vez que sua interação era interrompida e estes eram questionados sobre a localização da origem, perdiam a referência cognitiva em relação a sua localização no AV. Outro fato relatado pelos usuários é que estes criavam referências do ambiente de forma errada.

A segunda hipótese, referente à “baixa eficiência da técnica de rastros”, pode ser confirmada, pois, como comentado anteriormente, no ambiente dos cubos o desempenho médio (derivado do tempo gasto e da distância percorrida) obtido foi inferior ao dos usuários que não utilizaram auxílio. Além disso,

esta técnica demonstrou-se instável no mesmo ambiente, pois o desvio padrão dos testes foi alto. Outro fator interessante é que dentre todas as técnicas testadas nesse ambiente, a de rastros foi a que obteve o menor grau de satisfação, de acordo com as respostas dos usuários aos questionários pós-teste. No ambiente do prédio, apesar de demonstrar certa melhora de desempenho e estabilidade, o rastros continuou apresentando resultados inferiores às demais técnicas testadas.

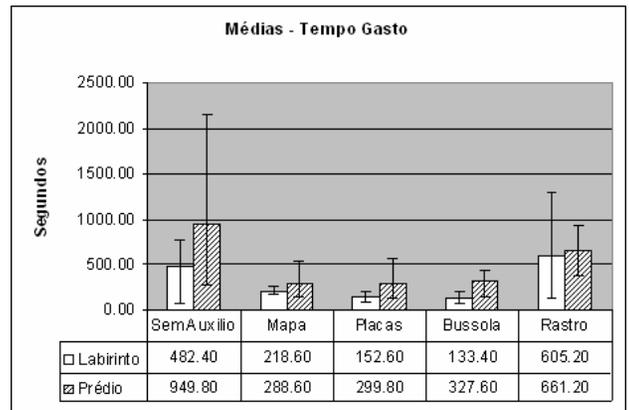


Figura 13 - Gráfico do tempo gasto pelo usuário

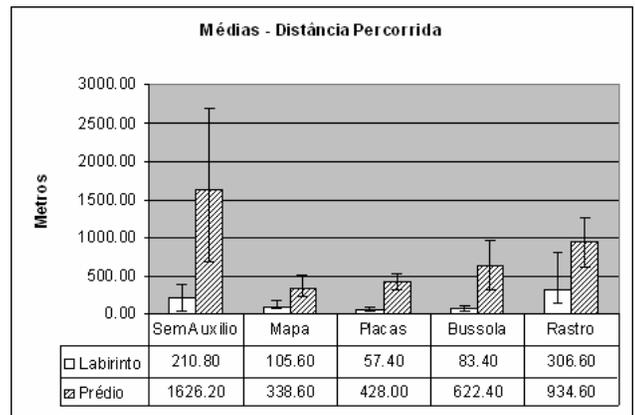


Figura 14 - Gráfico da distância percorrida pelo usuário

Já a terceira hipótese, relacionada à experiência com AVs, não pode ser confirmada, uma vez que na amostra obtida a quantidade de usuários que não possui experiência em AVs e jogos (cinco usuários) foi inferior em relação aos que possuem (vinte usuários).

### 5.1 Outras Análises

Analisando a velocidade média dos usuários com as técnicas de auxílio (gráfico da Figura 15), pode-se concluir que a bússola foi a técnica de auxílio que exigiu o menor esforço cognitivo, uma vez que os usuários gastavam mais tempo se movimentando do que parados.

Comparando os resultados obtidos apenas através da técnica de rastros (Figura 16), onde o grupo que testou era equilibrado em relação a experiência com jogos, pode-se verificar que a velocidade média daqueles que possuíam experiência em jogos

foi em média 142% maior do que aqueles que não jogavam. Já no caso da utilização de placas, a diferença foi menos acentuada (27%, em média), como pode ser observado na Figura 17.

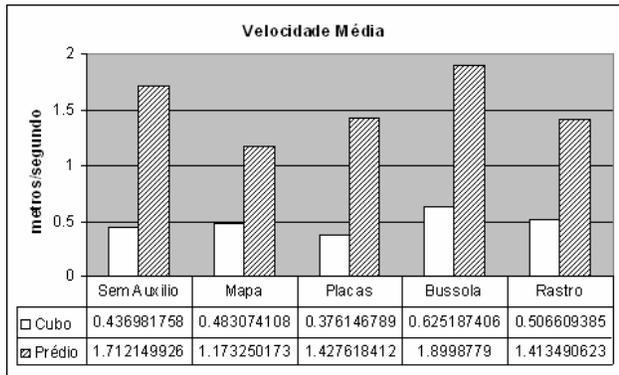


Figura 15 - Gráfico da velocidade média do usuário

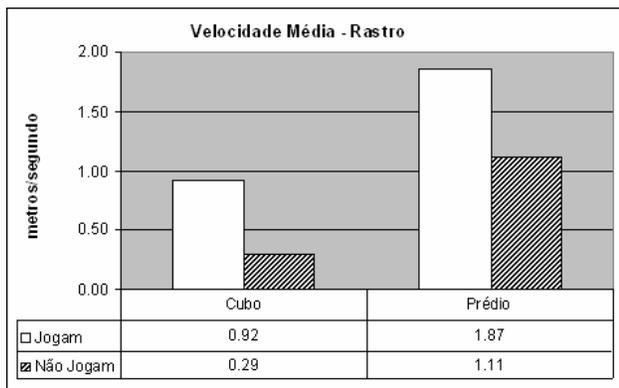


Figura 16 - Gráfico da velocidade média com a técnica de rastro

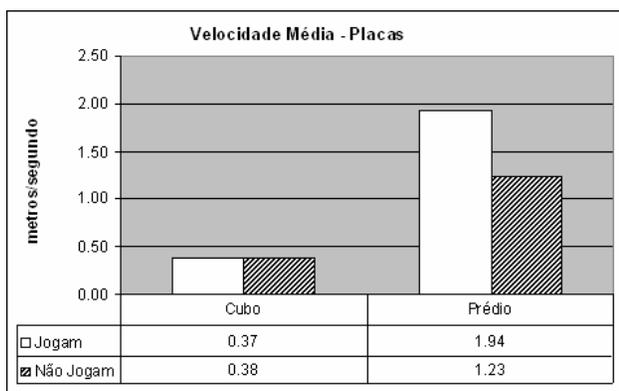


Figura 17 - Gráfico da velocidade média com a técnica de placas

## 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o estudo e a avaliação de técnicas de auxílio a *wayfinding* para ambientes que permitam alto grau de liberdade para navegação. É importante salientar que não foram

encontrados trabalhos que realizassem esta avaliação na literatura. Os resultados dos testes com usuários indicaram que eles necessitam de auxílios nestes ambientes.

Além disso, pôde-se observar que a técnica que demonstrou maior estabilidade foi a técnica de placas. Estabilidade, neste caso, significa que, independente do nível de conhecimento do usuário, os resultados obtidos foram semelhantes. Outra conclusão interessante é que, apesar da técnica de mapa apresentar resultados semelhantes em relação à estabilidade, seu desempenho foi inferior, mesmo permitindo aos usuários que planejassem primeiramente o caminho a ser seguido. Os usuários que utilizaram esta técnica relataram que gastaram mais tempo planejando o caminho do que se deslocando, devido ao tamanho do ambiente e à complexidade do mapa. A partir disso, é possível afirmar que, apesar de ser importante apresentar pontos de referência ao usuário, seja com auxílios a *wayfinding* ou mesmo através do ambiente, esses devem atender às suas necessidades de forma clara e objetiva.

A única técnica testada que não se demonstrou aplicável a categoria de ambientes estudado foi o rastro, uma vez que o desempenho obtido foi inferior ao obtido sem auxílios. Além disso, essa foi a técnica que obteve a média de satisfação mais baixa. Cabe assinalar aqui que esta foi a única conclusão obtida a partir das avaliações subjetivas (questionários), pois a amostra obtida foi insuficiente para estabelecer uma relação entre os dados subjetivos e as métricas de desempenho dos usuários.

Desejava-se ainda relacionar a experiência dos usuários em jogos e RV com o seu desempenho, porém, a amostra obtida não foi diversificada o suficiente para produzir uma avaliação confiável. Mesmo assim, pôde-se observar que o desempenho dos usuários que utilizaram a técnica de rastro estava relacionado com sua experiência em jogos eletrônicos, ao contrário dos usuários que utilizaram as placas, em que todos tiveram desempenho semelhante. Disto conclui-se que, com a utilização de uma técnica de auxílio ineficiente, o desempenho é definido pela experiência do usuário. Já em uma técnica que gera um auxílio de qualidade, a experiência do usuário tem pouca influência em seu desempenho.

Como sugestão para trabalhos futuros, uma nova avaliação com uma amostra com usuários com diferentes níveis de experiência poderia ser feita. Além disso, seria interessante acrescentar ao questionário a frequência com que os usuários jogam, para assim poder determinar se o fato de jogar influencia nos resultados.

Outra possibilidade para avaliação seria o mesmo usuário testando mais de uma técnica. Com isso, o grau de satisfação relativo à cada técnica poderia ser melhor avaliado, já que cada usuário utilizaria mais de uma técnica e poderia realizar uma melhor comparação.

Por fim, expandindo o foco da pesquisa, seria interessante comparar o efeito causado pelas diferentes técnicas em diferentes configurações de recursos de realidade virtual. Por exemplo, avaliar quais técnicas se mostram mais eficientes com diferentes dispositivos de visualização, como telas e *shutter glasses*.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] D. A. Bowman; E. Kruijff; J. J. LaViola e I. Poupyrev. 3D User Interfaces: Theory and Practice. Addison - Wesley, 2005.
- [2] D. Hix e H. Hartson. Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process. John Wiley & Sons, 1993.
- [3] J. Nielsen. Usability Engineering. San Diego: Academic Press, 1993.
- [4] J. S. Pierce e R. Pausch. Navigation with Place Representations and Visible Landmarks. *Proceedings of IEEE Virtual Reality*, 173-180, 2004. IEEE Computer Society.
- [5] R. A. Ruddle. The Effect of Trails on First-Time and Subsequent Navigation in a Virtual Environment. *Proceedings of IEEE Virtual Reality*, 115-122, 2005. IEEE Computer Society.
- [6] R. P. Darken e B. Peterson. Spatial orientation, Wayfinding and Representation. *Handbook of Virtual Environments*, 493-518, 2002.
- [7] R. P. Darken e H. Cevik. Map Usage in Virtual Environments: Orientation Issues. *Proceedings of IEEE Virtual Reality*, 133-140, 1999. IEEE Computer Society.
- [8] R. P. Kopper, T. Ni, D. A. Bowman e M. S. Pinho. Design and Evaluation of Navigation Techniques for Multiscale Virtual Environments. *Proceedings of IEEE Virtual Reality*, 175-182, 2006. IEEE Computer Society.

## APÊNDICE

### A. QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

#### 1) Em relação à utilização de computadores, você se considera um usuário de que nível?

- Avançado
- Intermediário
- Principiante

#### 2) Em relação a jogos de computador/vídeo-game, quais estilos você costuma jogar?

(marque mais de uma opção se for o caso)

- Não jogo.
- Simulador
- RPG
- Estratégia
- Esporte
- Jogos de ação em primeira pessoa
- Outro(s): \_\_\_\_\_

#### 3) Se você joga, qual, em sua opinião, é o auxílio à navegação que mais lhe agrada/ajuda?

(marque mais de uma opção se for o caso)

- Placas
- Mapas
- Bússolas
- Algo que indique os lugares já visitados (cores diferentes no mapa, etc);
- Outro(s): \_\_\_\_\_

#### 4) Qual o seu nível de conhecimento sobre Realidade Virtual ?

- Sei o que significa e já participei de atividades que envolveram dispositivos de **Realidade Virtual**.
- Sei o que significa, porém, nunca participei de atividades que envolveram dispositivos de **Realidade Virtual**.
- Não sei o que é **Realidade Virtual**.

#### 5) Imagine uma situação em que você chegou a uma cidade (ambiente grande e aberto) que nunca havia estado anteriormente, e precisa encontrar a prefeitura dessa cidade. Qual seria seu comportamento diante dessa situação?

(marque mais de uma opção se for o caso)

- Você procura a prefeitura sem qualquer ajuda
- Você pergunta a pessoas na rua
- Você memoriza as ruas que já percorreu
- Você procura por algum tipo de sinalização
- Você adquire um mapa da cidade

#### 6) Se você já passou por uma situação a descrita na questão 5, como se saiu?

- Nunca passei por este tipo de situação
- Você achou o seu objetivo rapidamente
- Você achou o seu objetivo com dificuldade
- Você não encontrou o seu objetivo

#### 7) Agora, imagine que você chegou a um hospital (ambiente grande, mas fechado) e precisa encontrar a um determinado setor ou sala. Qual seria seu comportamento diante dessa situação?

(marque mais de uma opção se for o caso)

- Você procura o setor sem qualquer ajuda
- Você pergunta a pessoas dentro do hospital
- Você memoriza o caminho que já percorreu
- Você procura por algum tipo de sinalização
- Você consulta um mapa do hospital

#### 8) Se você já passou por uma situação parecida, como se saiu?

- Nunca passei por este tipo de situação

- Você achou o seu objetivo rapidamente
- Você achou o seu objetivo com dificuldade
- Você não encontrou o seu objetivo

5) Caso deseje colaborar com mais alguma informação, idéia ou crítica, por favor, utilize este espaço.

---

## B. QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

### 1) Qual foi sua sensação ao utilizar os equipamentos de Realidade Virtual?

- Tranquilo e a vontade. Adaptei-me rapidamente aos dispositivos
- Inicialmente incômodo, porém acostumei-me com o passar do tempo
- Não me adaptei ao dispositivo

### 2) Como você avalia a forma de navegação com o ambiente?

- Fácil
- Médio
- Difícil

Comentários:

---

### 3) Qual o grau de contribuição da técnica de auxílio para você encontrar seu objetivo dentro do ambiente dos cubos?

- Eu não utilizei técnica de auxílio.
- Ajudou muito
- Ajudou um pouco
- Cheguei por acaso
- Me atrapalhou

Justifique:

---

### 4) Qual o grau de contribuição da técnica de auxílio para você encontrar seu objetivo dentro do ambiente do prédio?

- Eu não utilizei técnica de auxílio.
- Ajudou muito
- Ajudou um pouco
- Cheguei por acaso
- Me atrapalhou

Justifique:

---