

Serviços Digitais em Ambientes Virtuais Urbanos Imersivos

César Meira, Jorge Freitas, Luís Barbosa
UTAD/ECT
Vila Real, Portugal

Miguel Melo, Maximino Bessa, Luís Magalhães
INESC TEC and UTAD/ECT
Vila Real, Portugal

Abstract— Os sistemas de Ambientes Virtuais (AV) podem fornecer aos utilizadores e empresas uma nova forma de disponibilizar informação e serviços em diversas áreas, por exemplo no turismo, planeamento urbano e ensino. Nos AV urbanos existe uma ligação estreita entre o ambiente virtual e o ambiente urbano que pretendem representar. Esses AV poderão constituir uma forma intuitiva de aceder a um conjunto de serviços com uma associação direta à entidade ou objeto real a que dizem respeito. Neste artigo, é descrito um caso de estudo que teve como objetivo explorar a possibilidade da utilização de novos interfaces que permitam explorar e utilizar serviços em AV urbanos com uma maior sensação de imersividade. Os resultados indiciam que os AV constituem uma interface natural e intuitiva de acesso aos serviços digitais. Apesar de os utilizadores terem sentido uma maior dificuldade na execução de algumas das tarefas no cenário imersivo, a maioria considerou que esse cenário fornecia uma maior sensação de imersão e realismo.

Keywords- *Ambientes Virtuais Imersivos; Wiki; Serviços digitais.*

I. INTRODUÇÃO

Um Ambiente Virtual (AV) é um ambiente gerado por computador, que permite ao utilizador perceber que está presente em um ambiente diferente daquele em que realmente está, e lhes possibilita interagir com esse mesmo ambiente [1].

Os AVs possuem três características principais: a imersão, a interação e o envolvimento [2]. A imersão é a sensação que o utilizador tem de estar dentro do Ambiente Virtual e a sua percepção de manipulação e interação com os objetos virtuais. A interação está relacionada com o poder que o computador tem de processar as interações do utilizador de modo a criar uma simulação fluente e realista. E por último, o envolvimento está associado com o sentido de exploração e participação do utilizador no AV [3].

Estes aspetos tornam possível a utilização dos AV para simular cenários físicos e, através destes, disponibilizar um conjunto de serviços inovadores. A ideia de fornecer serviços através da internet é um tema bastante abrangente, explorado e com várias aplicações na área, com essa evolução houve também o envolvimento dos ambientes virtuais para disponibilização desses serviços. Atualmente os mundos virtuais são somente mais um meio para oferecer tal serviço. Um dos exemplos é a possibilidade de venda de produtos a partir de um ambiente virtual, como por exemplo, o Second

Life. No entanto, utilizar estes AV de uma forma mais imersiva poderá potenciar certos serviços que requeiram um elevado nível de realismo e sensação de presença.

Neste artigo, exploramos a possibilidade da utilização de novos interfaces que permitam explorar AV urbanos que providenciam serviços diretamente associados ao mundo real, como por exemplo auxiliar o planeamento de um novo edifício num ambiente urbano. Para este caso de estudo utilizou-se o sistema desenvolvido para o projeto “3DWikiU”. No âmbito deste projeto foi desenvolvida uma plataforma que permite a construção de AV de uma forma expedita e recorre a serviços digitais de edição colaborativa para refinar o modelo virtual. Assim, é possível a utilizadores não profissionais colaborar para produzir AV com os níveis de complexidade que só seria possível alcançar através da participação de profissionais [4]. Este sistema é baseado no conceito *wiki*, permitindo a colaboração dos utilizadores, de modo a que estes possam adicionar e editar a informação existente, aumentando, assim, a qualidade do AV urbano [5].

Utilizando a plataforma do 3DWikiU foi realizado um caso de estudo onde foram implementados os seguintes serviços: o serviço de edição de elementos do AV urbano e (2) o serviço de reportar problemas. O caso de estudo pretende avaliar a usabilidade dos dois serviços utilizando duas formas de interação distintas: utilização normal, onde a interação é realizada através de teclado e rato e a informação é visualizada num ecrã normal [6] – cenário normal; e a utilização de um rato 3D [7], head mount display (HMD) [8] e luva instrumentada [9] – cenário imersivo.

Este artigo está organizado da seguinte forma, de seguida serão revistos alguns trabalhos relacionados nomeadamente serviços que poderão ser disponibilizados através de AV 3D. De seguida, é apresentado um breve resumo referente à plataforma utilizada para o caso de estudo efetuado, como também os serviços implementados e os resultados obtidos. Para finalizar, são apresentadas as conclusões acerca de todo o projeto.

II. ESTADO DA ARTE

Atualmente é possível encontrar uma variedade de serviços que permitem, aos utilizadores, adquirir informações úteis de locais reais, ou até aceder a serviços através dos mundos virtuais 3D entre os quais foram analisados o

foursquare [10], o *VirtualTourist* [11], o projeto português “A Minha Rua” [12] e o *Google Earth* [13]. São também apresentados dois exemplos nas áreas da saúde e ensino que mostram a viabilidade da utilização dos AV para fornecer serviços digitais. De seguida apresenta-se uma breve descrição de cada um deles.

A. *Foursquare*

O *Foursquare* é uma rede social que se baseia na localização dos seus utilizadores e disponibiliza informação acerca de locais interessantes próxima do mesmo, permitindo que o utilizador tome uma decisão baseada na informação dos lugares e serviços disponibilizados. Este tipo de serviço permite ao utilizador estar ciente dos lugares que o rodeia e também de qual é o lugar mais adequado para visitar.

Um ponto importante deste projeto é que tem áreas dedicadas a programadores e aos próprios donos dos lugares identificados na plataforma. Assim os programadores podem desenvolver aplicações que comuniquem com a aplicação *Foursquare* e os donos de locais poderão utilizar o *Foursquare* para promover o seu próprio estabelecimento.

B. *VirtualTourist*

O *VirtualTourist* é uma aplicação web que tem como propósito permitir aos utilizadores trocarem experiências turísticas [11].

As funcionalidades disponíveis permitem aos utilizadores consultarem guias de viagem, planear o seu roteiro, pedir e dar opiniões ou informações sobre destinos, fazer reservas, etc. Tem também outras funcionalidades como conversores para os diferentes fusos horários, conversor de medidas, conversor de moedas, entre outras ferramentas úteis.

C. “A Minha Rua”

“A Minha Rua” é um projeto do governo português que pretende estimular a participação dos cidadãos na sua comunidade, dando ferramentas que lhes permite reportar anomalias no seu ambiente urbano. Isto é importante, pois além de estimular o dever dos cidadãos, ainda atua na área do planeamento urbano. Este projeto possibilita aos cidadãos reportar problemas relacionados com espaços públicos para que sejam analisados pelas autoridades locais [12].

D. *Google Earth*

A aplicação *Google Earth* [13] é uma ferramenta da *Google* [14] que oferece aos utilizadores uma representação da área terrestre. Para isso, o *Google Earth* utiliza imagens de satélite, imagens aéreas e informação geográfica. Com esta aplicação é possível aceder a informações sobre a superfície, como fronteiras, cidades, fotos, transportes, estradas, tempo, entre outros.

Para além da possibilidade de visualização, o *Google Earth* permite que os seus utilizadores contribuam através da inserção e edição de objetos.

E. *Healthinfo Island*

Este projeto tem como principal objetivo providenciar informações de saúde no *Second Life*. O projeto engloba

programas de treino, divulgação de comunidades médicas virtuais, informação acerca de recursos importantes relacionados com a saúde e um serviço de ajuda individual a qualquer utilizador do *Second Life*. [15]

F. *Second Life como plataforma de ensino*

A plataforma *Second Life* apresenta elementos ideais que facilitam a inovação da pedagogia, sendo estes: as vastas interações disponíveis, a possibilidade de visualização e contextualização, a possibilidade de exposição de conteúdo real e cultural, a imersividade, a simulação, a presença da comunidade e a produção de produtos [16]. Para além desses elementos, Kay e Fitzgerald revelaram um conjunto de categorias que acreditavam ser as atividades educacionais do momento presentes no *Second Life*, sendo elas: os tutoriais individuais, amostras e exposições, exposições imersivas, recreações históricas, imersão cultural e linguística, entre outras [17].

III. SERVIÇOS DIGITAIS

O principal propósito de disponibilizar serviços digitais é trazer uma mais-valia à utilização da plataforma por parte dos utilizadores. Assim, através da plataforma, os utilizadores terão uma alternativa de conhecer e aceder ao que o seu ambiente urbano pode oferecer. É pretendido também que os ambientes urbanos permitam ao utilizador aceder remotamente a serviços como se estivesse no local onde o serviço é fornecido.

Tendo isso em conta, pode-se verificar as funcionalidades presentes em ambientes virtuais como no *Google Earth*, que permite a edição de objetos no mundo, e funcionalidades associadas ao projeto “A Minha Rua” são semelhantes às funcionalidades que era pretendido que a *3D Wiki* oferecesse. Nesse tipo de serviços é explorada a área da cidadania, ou seja, sendo implementados num ambiente virtual urbano, é possível promover um conceito colaborativo de forma a melhorar a sua comunidade. Assim, é possível aos utilizadores efetuarem o seu dever de cidadão e melhorar a qualidade de vida na sua comunidade. Com isso em conta, os serviços propostos para este caso de estudo são os seguintes: Serviço de edição de elementos e Serviço de Reporte de Problemas.

A. *Serviço de reportar problemas*

Este serviço partilha semelhanças com o projeto “A Minha Rua” e pretende oferecer a possibilidade dos utilizadores reportarem anomalias no mundo real através do AV, para que possam ser analisadas por autoridades especializadas. Os problemas reportados neste serviço vão diretamente para os gestores do ambiente urbano virtual em questão. Para isso os utilizadores efetuam uma descrição do problema, sendo possível também aceder ao histórico de reportes feitos e o tratamento que foi efetuado.

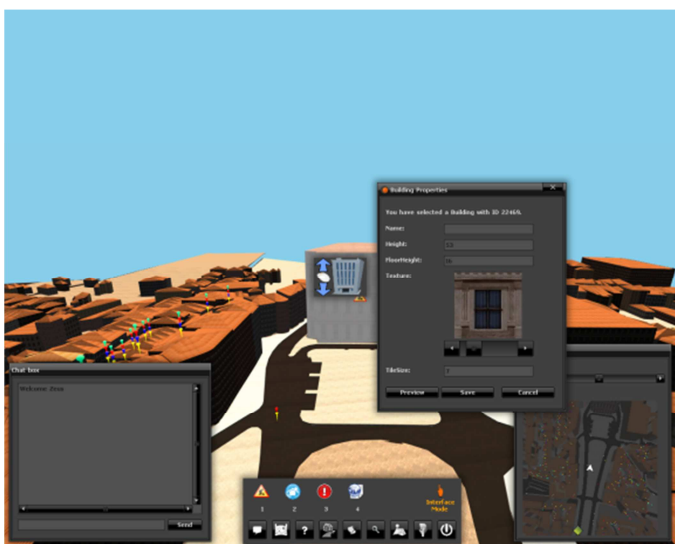
Com este tipo de serviço, num ambiente 3D, é possível determinar a localização exata do problema existente no mundo real.

B. Serviço de edição do AV

Este é um dos serviços mais importantes da plataforma, pois permite aos utilizadores contribuir para uma melhor representação visual do seu ambiente urbano. Para alcançar isso, os utilizadores podem aceder às propriedades dos edifícios e alterar as suas características como altura e textura. O modo de edição é semelhante à Wikipedia, o que significa que qualquer um pode adicionar, editar ou remover informação com o propósito de enriquecer a fidelidade visual.

Uma das possibilidades deste tipo de serviço é a de permitir aos utilizadores escolherem entre diferentes soluções por exemplo: uma autoridade local pretende remodelar uma determinada zona urbana, utilizando a plataforma é possível propor um conjunto de soluções alternativas e permitir aos utilizadores/municípios votarem na sua favorita. Outro exemplo será a possibilidade de conhecer qual o impacto visual que um novo edifício provoca em determinado local, isto porque, para além de possibilitar a visualização 3D do edifício, é também possível analisar a coexistência desse edifício com os que o rodeavam, na perspetiva de observador.

FIGURA I. SCREENSHOT DO SERVIÇO DE EDIÇÃO DO AV.



IV. CASO DE ESTUDO

De forma a testar a utilização dos serviços foram realizados testes em um ambiente controlado no qual os sujeitos realizaram as experiências individualmente. As experiências foram compostas por dois cenários: cenário normal e cenário imersivo.

O cenário normal é composto por dois dispositivos de entrada: o rato e o teclado e um ecrã de 23 polegadas. Para as ações “escolher textura e gravar” e “abrir janela do serviço” foi utilizado como dispositivo de entrada o rato, para a ação “Mudar para o serviço pretendido” foi usado o teclado e para a tarefa “Navegar até ao ponto referenciado no mapa” foram utilizados o teclado e o rato.

O cenário imersivo é composto por dois dispositivos de entrada: o rato 3D e a luva instrumentada. Para as ações

“Navegar até ao ponto referenciado no mapa” e “escolher textura e gravar” foi utilizado o rato 3D como dispositivo de entrada. Já para as tarefas “mudar de serviço” e “abrir janela de serviço” foram usados o rato 3D e a luva instrumentada.

A. Participantes

No caso de estudo participaram 17 sujeitos, 11 eram do género masculino, e 6 do género feminino. As idades dos sujeitos avaliados estão compreendidas entre 19 e 30 anos de idade.

B. Recolha de dados

A recolha de dados foi uma tarefa importante durante a realização de testes pois uma maior quantidade de informação recolhida levaria à obtenção de mais e melhores conclusões. Assim, foi realizada através de questionários e observação direta.

C. Procedimento

O processo é iniciado com o avaliador a explicar o objetivo da experiência ao utilizador e como a mesma irá decorrer. De seguida pede ao sujeito para preencher um pequeno questionário. Por último, foram explicadas quais as ações a executar bem como quais as tarefas a realizar em cada ação.

Antes de iniciar a recolha de dados existiu uma fase de treino onde cada sujeito realizou uma tarefa similar em cada um dos cenários. Durante esta fase foram recolhidas informações acerca das dificuldades sentidas pelos utilizadores principalmente no cenário imersivo no qual foi utilizado equipamento com o qual os utilizadores não estavam familiarizados.

FIGURA II. UTILIZADOR A REALIZAR A TAREFA NO CENÁRIO IMERSIVO



Cada participante realizou duas tarefas em dois cenários distintos (Normal e Imersivo) a ordem pela qual cada tarefa era executada foi aleatório. As ações a serem executadas em cada tarefa eram sequenciais. O utilizador começa por se deslocar até ao primeiro ponto onde lhe era pedido que editasse a textura de um edifício à sua escolha. Após concluir essa ação, o

utilizador desloca-se até ao segundo ponto onde deve reportar um problema em um edifício também a sua escolha.

Por cada ação que os utilizadores efetuaram, foram registados os seguintes dados: o tempo que demorava a ação e o número de erros cometidos a executar a mesma. As ações monitorizadas foram as seguintes:

- Navegar até ao ponto referenciado no mapa;
- Mudar para o serviço pretendido;
- Abrir janela do serviço;
- Executar tarefa pretendida depois de abrir a janela do serviço pedido:
 - Escolher textura e gravar;
 - Modificar altura e gravar;
 - Adicionar reporte e gravar.

V. RESULTADOS

De seguida são apresentados os resultados obtidos.

A. Tarefa Editar textura

Na tabela I podemos observar os dados relativos à tarefa editar textura no cenário normal. Por cada ação estão registados os tempos mínimo, médio e máximo que um utilizador demorou a realizar a ação bem como o número mínimo e máximo de erros que um utilizador cometeu bem como a média de erros de todos os utilizadores. Como se pode verificar pelas médias baixas do número de erros de cada ação os utilizadores não tiveram grande dificuldade para completar a tarefa e o tempo médio necessário para efetuar a tarefa não é elevado.

TABLE I. CENÁRIO NORMAL - TAREFA EDITAR TEXTURA

Tarefa	Tempo (segundos)			Erros		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Navegação	4	8	5,65	0	0	0
Mudar de Serviço	1	6	1,41	0	1	0,06
Abrir janela de serviço	1	3	1,47	0	0	0
Escolher textura e gravar	2	7	2,94	0	1	0,06

TABLE II. CENÁRIO IMERSIVO – TAREFA EDITAR TEXTURA

Tarefa	Tempo			Erros		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Navegação	3	9	5,24	0	0	0
Mudar de Serviço	1	3	1,41	0	1	0,08
Abrir janela de serviço	1	25	3,53	0	10	1
Editar textura e gravar	2	23	4,47	0	2	0,12

Na Tabela II podemos ver os resultados para o cenário imersivo. Como podemos notar não existiram erros na ação de navegação apesar de terem sido observadas dificuldades na utilização do rato 3D e do HMD. No entanto, pode-se verificar que neste cenário o tempo médio e máximo foram mais elevados comparados com o normal, este resultado deve-se principalmente à dificuldade dos utilizadores em usarem a luva instrumentada para executar a ação “Abrir janela de serviço”. De modo a minorar a frustração do sujeito quando este não conseguiu completar a ação utilizando a luva instrumentada (9 sujeitos) foi-lhe dada a hipótese de utilizar o rato 3D para essa tarefa.

B. Reportar problema

Na tabela III são apresentados os dados referentes aos tempos e erros efetuados durante a execução da ação “reportar um problema” no cenário normal. A execução desta tarefa exigiu mais tempo por parte do utilizador, isto devido ao facto de ter sido necessário a introdução de texto durante a ação. Excluindo esse facto, é possível verificar que os resultados são similares ao da ação “editar textura” no cenário normal.

TABLE III. CENÁRIO NORMAL – TAREFA REPORTAR PROBLEMA

Tarefa	Tempo			Erros		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Navegação	3	16	9,29	0	0	0
Mudar de Serviço	1	2	1,41	0	1	0,06
Abrir janela de serviço	1	2	1,12	0	0	0
Adicionar reporte e gravar	2	15	5,47	0	0	0

TABLE IV. CENÁRIO IMERSIVO – TAREFA REPORTAR PROBLEMA

Tarefa	Tempo			Erros		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Navegação	3	17	9,18	0	0	0
Mudar de Serviço	1	10	4,84	0	6	0,19
Abrir janela de serviço	1	10	3,18	0	16	1,725
Adicionar reporte e gravar	4	46	14,18	0	0	0

Os dados obtidos para a ação “reportar problema” do cenário imersivo encontram-se descritos na tabela IV. Como se pode verificar, também existe uma semelhança entre os resultados apresentados e os resultados do cenário normal da tarefa editar textura. Comparando com o cenário normal da tarefa pode-se observar que o número de erros na ação “mudar de serviço” e “Abrir janela de serviço” é bastante superior isto acontece devido à utilização da luva instrumentada (tal como na tarefa anterior). Os tipos de erro foram semelhantes aos verificados nas ações anteriormente analisadas e na tarefa final verificou-se a necessidade de um tempo adicional

comparativamente ao cenário normal, isto porque foi necessária a utilização do Rato 3D, para inserir o texto relativo ao problema, os erros registados foram cometidos por uma minoria dos sujeitos.

C. Editar altura com handles

Durante a realização da tarefa “alteração das alturas com handles” foi possível registar os dados apresentados na tabela V. Como se pode verificar na tabela V, o tempo de execução deste tarefa no cenário normal é em média onze segundos.

TABLE V. CENÁRIO NORMAL – TAREFA EDITAR ALTURA COM HANDLES

Tarefa	Tempo			Erros		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Navegação	2	15	5,71	0	0	0
Mudar de Serviço	1	1	1	0	0	0
Abrir janela de serviço	1	5	1,53	0	0	0
Modificar altura e gravar	1	5	2,76	0	0	0

TABLE VI. CENÁRIO IMERSIVO – TAREFA EDITAR ALTURA COM HANDLES

Tarefa	Tempo			Erros		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Navegação	3	9	5,47	0	0	0
Mudar de Serviço	1	10	1,40	0	6	0,19
Abrir janela de serviço	1	20	4,47	0	16	1,72
Modificar altura e gravar	2	9	3,24	0	0	0

Os dados registados durante a ação “modificar a altura com handles” no cenário imersivo encontram-se descritos na tabela VI. Como se pode verificar existiram alguns erros na ação, no entanto foram cometidos por uma minoria, o que se pode confirmar analisando a média de erros. Isto deve-se novamente à utilização da luva instrumentada para realização das ações “Mudar de Serviço” e “Abrir janela de serviço”

D. Questionário

Como referido anteriormente no final de cada teste foi solicitado a cada sujeito o preenchimento de um pequeno questionário com a finalidade de qualificar os dois cenários relativamente aos seguintes aspetos: Facilidade de usabilidade, facilidade de aprendizagem e ambiente do sistema.

Analisando a tabela VII, pode-se verificar que mais de 90% dos utilizadores classificou como muito fácil o processo de aprendizagem da utilização dos serviços no cenário normal o que contrasta com os apenas 29% dos utilizadores que classificou como muito fácil o processo de aprendizagem da utilização dos serviços cenário imersivo. No cenário imersivo

podemos contar que 24% dos sujeitos considerou o processo de aprendizagem como difícil ou muito difícil.

TABLE VII. ESTATÍSTICAS DOS TESTES DE USABILIDADE

	Aprendizagem		Utilização	
	Cenário Normal	Cenário Imersivo	Cenário Normal	Cenário Imersivo
Muito Fácil	94%	29%	82%	12%
Fácil	6%	12%	18%	47%
Normal	0%	35%	0%	12%
Difícil	0%	18%	0%	18%
Muito Difícil	0%	6%	0%	12%

Assim, o cenário normal, no que diz respeito à sua aprendizagem, foi considerado como fácil, simples e intuitivo para utilizar os serviços propostos. De uma forma global, o cenário normal foi considerado como muito fácil de aprender. No entanto, esta dificuldade de aprendizagem foi mais relacionada com a utilização dos dispositivos do que com a dificuldade de aprender a utilizar o sistema através dos dispositivos.

No que diz respeito à facilidade de utilização, a classificação do sistema tende a ser mais favorável para o cenário normal, pois a utilização dos dispositivos não necessitou de muita aprendizagem por parte do sujeito, visto que os dispositivos utilizados como teclado e rato são usados regularmente pelos sujeitos. Já no cenário imersivo houve opiniões dispersas, predominando com 47% em fácil de utilizar este cenário. Contudo, houve pessoas que sentiram muita dificuldade na sua utilização. Assim sendo, com mais de 80% das opiniões o cenário normal foi considerado muito fácil no que diz respeito à facilidade de utilização do cenário.

TABLE VIII. NÚMERO DE SUJEITOS QUE ESOLHEU O CENÁRIO EM PRIMEIRO LUGAR QUANDO QUESTIONADO ACERCA DO REALISMO E IMERSIVIDADE.

	Cenário Imersivo	Cenário Normal
Realismo	15	2
Imersividade	15	2

Na tabela VIII são apresentados os dados relativos às respostas dadas pelos sujeitos quando questionados acerca de qual cenário consideravam mais realista e mais imersivo. Como se pode verificar pelos dados 15 dos 17 utilizadores consideraram que o cenário imersivo é ao mesmo tempo o mais realista e o mais imersivo.

VI. CONCLUSÃO

Os AV imersivos colaborativo 3D são capazes de oferecer aos seus utilizadores uma interface natural e intuitiva de acesso a serviços digitais. Estes podem servir como estímulo para as atividades socioeconómicas locais, bem como potenciar a colaboração e a partilha de dados entre todos os utilizadores [18]. Esta colaboração por parte da comunidade,

permite criar abordagens interessantes para a resolução de problemas de uma forma conjunta. Para além disso, deverá oferecer aos utilizadores ferramentas que os ajudem no seu quotidiano. Turismo virtual ou o planeamento urbano devido à sua capacidade para simular cenários reais com altos índices de fidelidade e interatividade também é uma das grandes vantagens.

Dos resultados obtidos podemos observar que a utilização de equipamentos que permitem uma maior imersão do utilizador no sistema virtual para executar a ação navegar, neste caso concreto os dispositivos HMD e rato 3D, obtêm uma prestação idêntica a uma interação mais “normal”. Já no que diz respeito à utilização da luva instrumentada na realização de algumas ações a mesma revela-se como um obstáculo à utilização do sistema. Isto provavelmente deve-se ao facto de nenhum dos utilizadores ter experiência na utilização deste tipo de equipamento e da curva de aprendizagem da utilização do mesmo ser bastante lenta.

Outro resultado interessante é que os sujeitos quando questionados acerca do realismo do ambiente virtual e da imersividade do sistemas preferem claramente o cenário imersivo o que demonstra que apesar das dificuldades na utilização do mesmo todos os utilizadores reconhecem algumas das suas mais-valias.

REFERENCES

- [1] Schroeder, R. (1996). Possible worlds: the social dynamic of virtual reality technology. Westview Press, Inc.
- [2] Morie, J. F. (1994). Inspiring the future: merging mass communication, art, entertainment and virtual environments. SIGGRAPH Comput. Graph. (pp. 135-138). New York, USA: ACM.
- [3] Netto, A. V., Machado, L. d., & Oliveira, M. C. (2002). Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações. Visual Books.
- [4] Melo, M., Bessa, M., Rocha, T., Sousa, J., Peres, E., Varajão, J., & Magalhães, L. (2011). Framework for Collaborative 3D Urban Environments. *ENTERprise Information Systems*, 19-28.
- [5] Xiao-song, Z., Lin-hong, G., & Zhang, T. (2010). Research and practice of online collaborative learning model based on blog and wiki. *Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, 2010 International Conference on, (pp. 594-597).
- [6] Monitor LED 3D HP 2311gt diagonal de 58,4 cm (23"): <http://www.powertech.pt/informatica/monitores/monitor-pc/monitor-hp-2311gt-3d-led-23-qj684aa-abb.html>
- [7] rato 3D "3Dconnexion : SpaceMouse Pro": <http://www.3dconnexion.com/products/spacemousepro.html>
- [8] Head-Mounted Display "Trivision AR-Vision-3D HMD": <http://www.3dconnexion.com/products/spacemousepro.html>
- [9] Luva instrumentada "5DT Data Glove 5 Ultra": <http://www.5dt.com/products/pdataglove5u.html>
- [10] foursquare. (n.d.). foursquare. Retrieved Novembro 3, 2010, em <https://foursquare.com/>
- [11] VirtualTourist. (2004). VirtualTourist. Retrieved Dezembro 2010, em <http://www.virtualtourist.com/>
- [12] AMA. (2009). A Minha Rua. Retrieved Outubro 18, 2011, de A minha rua: <http://www.portaldocidadao.pt/portal/aminharua>
- [13] Google. (n.d.). *Google Earth*. Retrieved Março 24, 2011, em <http://earth.google.com/>
- [14] Google. (n.d.). Everything Google. Retrieved Outubro 22, 2011, em Everything Google: <http://www.google.com/intl/pt-PR/about/>
- [15] Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information & Libraries Journal*, 24(4), 233-245.
- [16] Warburton, S. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414-426.
- [17] Kay, J., & FitzGerald, S. (2008). Educational uses of second life. *Retrieved December, 12, 2008*.
- [18] Melo, M. (2011) Serviços Digitais em Ambientes Colaborativos 3D - Dissertação De Mestrado Em Comunicação e Multimédia.