

Estudo sobre o Impacto da Utilização de Ambientes Virtuais na Visualização de Imóveis

Nuno Magalhães Ribeiro

Professor Associado
CEREM, Faculdade de Ciência e Tecnologia
Universidade Fernando Pessoa
nrbeiro@ufp.pt

Liliana Rocha

Licenciada em Informática de Gestão
CEREM, Faculdade de Ciência e Tecnologia
Universidade Fernando Pessoa
Rocha_liliana@hotmail.com

RESUMO

O estudo apresentado neste artigo pretendeu avaliar a utilidade e o impacto da representação virtual de um andar modelo, e do respectivo prédio, na tomada de decisão dos potenciais clientes do sector imobiliário. Para isso, desenvolveu-se um ambiente virtual 3D não-imersivo baseado no andar modelo real e nas plantas do edifício. A avaliação consistiu da aplicação de um questionário abrangendo as percepções de ambos os ambientes: um grupo visitou o andar modelo real, e outro o virtual. Conclui-se que as diferenças observadas não são significativas, pelo que deverá ser possível substituir a construção do andar modelo real por um ambiente virtual correspondente, permitindo diminuir os custos iniciais de construção e facilitar a relação sector-cliente.

Palavras-Chave: Realidade Virtual, Imobiliárias, Ambientes Virtuais, Estudo Empírico

1. Introdução

O sector imobiliário em Portugal tem, desde a última década, vindo a entrar numa fase de abrandamento (Sequeira, 2001), o que conduz a uma falta de poder económico para investir em tecnologias de Realidade Virtual (RV). A carência de projectos nesta área, seja por falta de investimentos ou desinteresse académico, é um dos grandes responsáveis pelo insuficiente número de iniciativas referentes à utilização de tecnologias de Realidade Virtual no sector imobiliário. Assim, torna-se necessário divulgar um conjunto de tecnologias com potencialidades para se tornarem em ferramentas úteis em muitas etapas do projecto arquitectónico, com especial relevância na fase de comercialização, permitindo a visualização de imóveis por parte dos clientes.

Na arquitectura, a necessidade do desenho surge logo desde a primeira etapa de desenvolvimento de um projecto (Dodge, 1997). Os desenhos 2D determinam espaços internos, externos e elementos de construção que são representados por planos diferenciados e escalas adequadas que permitem a avaliação do modelo e a análise do projecto. No entanto, apenas um número reduzido de clientes consegue interpretar esses desenhos técnicos. A documentação proporcionada ao cliente é normalmente constituída por, entre outros elementos, um conjunto de plantas, elevações, fachadas, cortes, perspectivas e croquis. Contudo, apesar de as perspectivas e os croquis serem representações tridimensionais do conjunto de ideias geradas pelo arquitecto, devem ser necessariamente apresentadas a partir de um determinado ponto de vista escolhido por este, o que impossibilita ao cliente conhecer, tridimensionalmente, outros ângulos do imóvel. A representação tridimensional, no entanto, ganha relevância com a utilização da RV. A utilização desta tecnologia proporciona uma clareza de compreensão maior do que os procedimentos tradicionais, pois permite ao cliente um modelo de interacção livre com a maquete digital. Para além disso, esta liberdade de interacção não seria possível se a maquete digital gerasse apenas animações (filmes) ou perspectivas pré-definidas, isto é imagens estáticas (Netto, 2002).

De acordo com Burdea (1994), os projectos visualizados e explorados em RV são vistos com mais atenção, permitindo dotar o cliente com conhecimentos sobre os imóveis que

lhes permitem argumentar com mais segurança. A computação gráfica abriu, assim, espaço para a representação de maquetes virtuais que, logo em seguida, foram exportadas para ambientes virtuais onde poderiam ser exploradas em tempo real com o auxílio da RV. Tendo em conta estes aspectos, na representação do andar modelo descrito neste trabalho utilizou-se RV não-imersiva de baixo custo, que apenas requer a utilização de um rato e de um teclado, tendo como objectivo demonstrar que é possível utilizar os ambientes virtuais como uma estratégia para dar um novo impulso ao sector imobiliário, para que este reconheça as possibilidades estratégicas que advêm da utilização de tecnologias de realidade virtual como factor competitivo. A grande diferença entre a RV imersiva e não-imersiva é que num sistema imersivo o utilizador pode olhar à sua volta sem ser subtraído ao ambiente virtual (Ribeiro, 2004).

2. Motivação e objectivos

Os métodos representativos utilizados no desenvolvimento de projectos arquitectónicos surgiram da necessidade de se representar, da melhor maneira possível, o maior número de características dos ambientes ou elementos tridimensionais. Uma boa representação tridimensional é um instrumento indispensável para auxiliar a compreensão espacial, principalmente quando o público a que se destina o projecto se trata de pessoas que possuem dificuldades em compreender (ou imaginar) espaços e elementos 3D (Navinchandra, 2002). Ao contrário dos arquitectos e engenheiros, que costumam pensar tridimensionalmente, a maioria das pessoas sente dificuldades em espacializar mentalmente desenhos representados bidimensionalmente. O desenvolvimento de ferramentas para a simulação de espaços 3D foi uma solução encontrada para melhorar a compreensão de tais projectos. A RV é constituída por um conjunto de recursos que torna possível o envolvimento do utilizador com ambientes virtuais através da interacção em tempo real. A sua utilização como ferramenta de apresentação, simulação e representação promove o realismo e facilita a compreensão dos projectos por parte dos clientes (Ribeiro, 2004).

Sendo necessário revitalizar o sector imobiliário em Portugal (Sequeira, 2001), surge a necessidade de apostar em novas formas de “atrair” clientes como forma de melhorar a competitividade das empresas do sector (Afonso, 1998). O estudo apresentado neste artigo teve como base a modelação de um ambiente virtual desenvolvido especialmente para o efeito. Este ambiente serviu como estudo de caso e aplicação para este trabalho, tendo sido desenvolvido a um custo baixo, pois não recorre a equipamentos periféricos de RV, e consiste na aplicação de técnicas de modelação 3D e RV na representação do exterior e do interior de um prédio e de um andar modelo. Pretendeu-se que tal ambiente virtual permitisse que o cliente se movimentasse no espaço de forma natural, proporcionando-lhe a oportunidade de se sentir parte do espaço de forma convincente (Wickens, 1994). O objectivo principal deste trabalho consistiu na avaliação do impacto que tais ambientes possuem na decisão de compra, permitindo ainda determinar se os potenciais clientes estariam dispostos a substituir a visualização do andar modelo “físico” por um ambiente virtual de características idênticas.

3. Metodologia

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho consistiu (1) na identificação do caso de estudo e na caracterização do respectivo domínio de aplicação, (2) na criação do modelo 3D e do ambiente virtual não-imersivo correspondente ao exterior e interior de um prédio e do respectivo andar modelo, (3) na formulação de uma estratégia de apresentação dos dois ambientes a potenciais clientes e, finalmente, (4) na

avaliação comparativa de uma visita “Real” versus “Virtual” utilizando um questionário especificamente desenvolvido para o efeito (Rocha, 2004).

4. Desenvolvimento do Ambiente Virtual

Para desenvolver o ambiente virtual (AV) que se mostra na Figura 1 foi necessário, em primeiro lugar, desenvolver o modelo estático 3D utilizando o 3D Studio Max da Kinetix (Autodesk, 2005) e, em seguida, a ferramenta de desenvolvimento de ambientes virtuais WorldUp da Sense8 (Sense8, 2005). Os recursos de *hardware*, *software* e de periféricos para o desenvolvimento do AV que serviu de base a este estudo encontram-se descritos na Tabela 1.

(Inserir figura1paper-esquerda.tif)

(inserir figura1paper-direita.tif)

Figura 1: Ambiente virtual - vistas do prédio e do andar modelo

Hardware (PC)	Software	Periféricos
Processador Pentium 4 a 2,8 Mhz	3D Studio Max Release 3.1	Rato
512 MBytes de RAM	Adobe Photoshop 5.5	Teclado
40 GBytes de disco rígido	WorldUp da Sense8	Monitor
Placa gráfica Ge Force 64Mbytes de RAM		

Tabela 1: Requisitos computacionais do projecto do Ambiente Virtual

O modelo estático foi criado com base nas plantas 2D que foram cedidas por uma empresa imobiliária, tendo facilitado a análise da distribuição dos espaços e de pormenores. A partir do estudo das plantas foi possível determinar que o prédio possui 6 pisos, cada um deles com 6 apartamentos, num total de 36 apartamentos. O andar modelo a que corresponde o ambiente virtual é um apartamento T3 com uma área total de 118m². Tanto o prédio como o apartamento foram modelados de forma a torná-los semelhantes à realidade, utilizando texturas representativas dos materiais reais. Embora a modelação do espaço envolvente ao prédio não fosse o objectivo principal deste trabalho, pareceu importante incluí-lo, de modo a aumentar o realismo do AV.

Finalizada a fase de modelação, procedeu-se à criação do AV utilizando o WorldUp. O ambiente virtual é composto por vários elementos, incluindo modelos estáticos, texturas, sons e *scripts* (ficheiros de código). O WorldUp é uma ferramenta de desenvolvimento de ambientes virtuais que permite importar cenas 3D estáticas a partir do 3D Studio Max, torná-las interactivas e integrá-las no AV final. A criação do ambiente virtual compreendeu várias fases, desde a importação do modelo estático, passando pela organização dos objectos, pela iluminação e pela programação de comportamentos e de elementos interactivos que permitiram aumentar o nível de realismo do ambiente, e terminando com a optimização do modelo. Esta consistiu em eliminar os objectos que não se encontram no ângulo de visão do utilizador, garantindo assim que o número de objectos a ser tratado pelo sistema, em cada momento, diminui significativamente. O ficheiro que corresponde ao ambiente virtual final possui 86444 polígonos, ocupa 6.90 Mbytes e utiliza 316 texturas e materiais diferentes.

4. Avaliação: visita “Real” versus visita “Virtual”

Os dados que servem de base a este estudo empírico foram recolhidos através de um questionário que utiliza uma escala de Likert de 1 a 5, com 27 questões no caso da visita real e 30 questões no caso da visita virtual. Os questionários foram aplicados no *stand* de vendas da construtora durante 16 dias, a todas as pessoas que se deslocaram ao local à procura de casa durante o período em que decorreu o estudo.

4.1. Questionário e definição das características estudadas

Uma vez que se pretendeu realizar a comparação entre as percepções resultantes de uma visita ao apartamento real com as que resultam de uma visita ao apartamento virtual, foram criados dois questionários:

1. **Questionário “real”:** composto por 27 questões de resposta fechada idênticas às do questionário “virtual”.
2. **Questionário “virtual”:** composto por 27 questões de resposta fechada e 3 questões de resposta aberta referentes a aspectos associados à utilização do ambiente virtual.

Na primeira parte do questionário procurou-se caracterizar o perfil do participante em termos de idade, nível de escolaridade, sexo e frequência de utilização de computadores. Na segunda parte, procurou-se identificar a opinião dos clientes face à utilização de AV’s como forma de apresentação de imóveis. As questões foram concebidas e agrupadas de modo a clarificar as 5 características que se pretenderam estudar, e ao longo das quais se efectuou a comparação das visitas “virtual” e “real”, nomeadamente:

- a) **Movimentação no apartamento:** permite avaliar a facilidade com que os participantes se movimentam em ambos os ambientes.
- b) **Noção de localização e disposição dos espaços:** permite avaliar a facilidade com que os participantes localizam espaços e identificam a sua localização nos ambientes.
- c) **Noção de dimensões:** permite avaliar a facilidade com que os participantes inferem as dimensões dos espaços que constituem o apartamento em ambos os ambientes.
- d) **Detalhes do apartamento:** permite avaliar a facilidade com que os participantes atentam nos detalhes presentes num determinado espaço em ambos os ambientes.
- e) **Impressão geral acerca do apartamento:** permite avaliar a impressão geral sobre o apartamento com que os participantes ficam após o visitarem.

4.2. Procedimento experimental

A população definida para este estudo foi a dos clientes do sector imobiliário que se encontravam à procura de um apartamento na região em que decorreu o estudo. Foram constituídas duas amostras de participantes, uma que apenas visitou o andar modelo real e outra que apenas visitou o andar modelo virtual, cada uma composta por 30 participantes num total de 60. Depois de definida a população e a técnica de amostragem procedeu-se à recolha dos dados. Numa primeira fase recolheram-se os dados relativos à visita ao andar modelo real para, numa segunda, se recolherem os dados referentes à visita ao andar modelo virtual. Os dados recolhidos foram tratados separadamente de acordo com as características definidas acima, e comparados, de

modo a averiguar se uma visita a um apartamento virtual se pode aproximar, em termos das sensações que provoca, a uma visita a um apartamento real.

O questionário da visita ao andar modelo "real" foi aplicado por um período de 6 dias no *stand* de vendas da construtora até se obter um total de 30 participantes. Em primeiro lugar, foi pedido aos participantes que visitassem o andar modelo real e, em seguida, que preenchessem o questionário. De modo a garantir a validade dos dados recolhidos, apenas se utilizaram como participantes aqueles indivíduos que se dirigiram ao *stand* de vendas por vontade própria. O questionário elaborado para a avaliação das percepções relativas à visita do andar modelo "virtual" foi testado inicialmente e posteriormente aplicado por um período de 10 dias no *stand* de vendas. Neste caso, foi necessário colocar um computador portátil (P4 2,8MHz, 512 MB de RAM, 60GB de disco) no *stand* de vendas a executar o ambiente virtual. Em primeiro lugar, foi entregue aos participantes uma folha com informação sobre o estudo. Em seguida, foi-lhes solicitado que visitassem o andar modelo virtual antes do real, para que a visita ao "real" não influenciasse as respostas.

4.3. Caracterização dos participantes

A Tabela 2 caracteriza os participantes neste estudo em ambas as condições. "Real" e "Virtual". Como se pode verificar, a grande maioria dos participantes possuem formação secundária ou superior, e encontram-se numa faixa etária entre os 20 e os 40 anos. Quanto ao género, pode afirmar-se que a composição das amostras se encontra bastante equilibrada, assim como no que diz respeito à utilização frequente de computadores. O teste *t-student* de comparação de médias para amostras independentes confirma que não existem diferenças significativas entre as duas amostras de participantes ("real" e "virtual") no que diz respeito a género ($t=-0,254$; $df=58$; $p=0,800$), faixa etária ($t=-0,066$; $df=58$; $p=0,948$), nível de escolaridade ($t=-0,689$; $df=58$; $p=0,494$) e utilização de computadores ($t=0,258$; $df=58$; $p=0,798$).

Visita ao andar modelo REAL	Género		Faixa Etária			
	Feminino	Masculino	20 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60
	16	14	15	10	2	3
	Nível de Escolaridade				Utiliza Computadores	
	Básico	Preparatório	Secundário	Superior	Sim	Não
	6	2	11	11	18	14
Visita a andar modelo VIRTUAL	Género		Faixa Etária			
	Feminino	Masculino	20 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60
	15	15	15	10	3	2
	Nível de Escolaridade				Utiliza Computadores	
	Básico	Preparatório	Secundário	Superior	Sim	Não
	5	2	9	14	17	13

Tabela 2: Caracterização dos participantes

5. Análise e discussão de resultados

Em primeiro lugar apresentam-se os resultados gerais obtidos em todas as características. A seguir, e de modo a facilitar a compreensão dos resultados gerais, procede-se à apresentação dos resultados obtidos para cada uma das características em análise, de acordo com o perfil dos clientes em termos de sexo, nível de escolaridade e frequência de utilização de computadores.

No gráfico da Figura 2 apresentam-se os resultados obtidos para os dois ambientes testados (andar modelo real e andar modelo virtual), relativamente às 5 características estudadas: movimentação no apartamento, noção de localização e disposição dos espaços, noção de dimensões, detalhes do apartamento e impressão geral acerca do apartamento. Nesta figura comparam-se as médias globais obtidas nessas características para os dois ambientes. Analisando estes resultados, pode concluir-se que as médias obtidas nas várias características são muito semelhantes para os dois ambientes e, embora as médias obtidas para o ambiente real sejam superiores às do ambiente virtual, para todas as características, a diferença entre estas é mínima. Esta observação foi comprovada através da realização de um teste de comparação de médias *t-student* para amostras independentes, que mostrou não existirem diferenças significativas ($t=1,764$; $df=58$; $p=0,083$) entre as duas médias globais (“real” e “virtual”), conforme a Tabela 3.

(inserir aqui o gráfico proveniente da folha de trabalho GRAFICO2 do ficheiro “Gráfico geral de comparação entre médias.xls”)

Figura 2: Gráfico geral de comparação entre as médias das características

		N	Média	Moda	Desvio Padrão	t	df	p
Movimentação no apartamento	Real	30	4,70	5,00	0,46609	4,750	58	0,000
	Virtual	30	3,93	4,00	0,75124	-	-	-
Noção de localização e disposição de espaços	Real	30	3,90	4,00	0,48919	1,170	58	0,247
	Virtual	30	3,75	4,00	0,51473	-	-	-
Noção de dimensões	Real	30	3,89	4,00	0,55506	1,365	58	0,178
	Virtual	30	3,70	4,00	0,50309	-	-	-
Detalhes do apartamento	Real	30	4,24	4,00	0,43085	1,328	58	0,189
	Virtual	30	4,10	4,00	0,3784	-	-	-
Impressão geral acerca do apartamento	Real	30	4,24	4,00	0,39972	0,352	58	0,726
	Virtual	30	4,21	4,00	0,33084	-	-	-
Total (média geral)	Real	30	4,12	4,00	0,37063	1,764	58	0,083
	Virtual	30	3,95	4,00	0,38029	-	-	-

Tabela 3: Estatísticas das características em estudo

A única diferença significativa entre os dois ambientes encontra-se na característica “movimentação no apartamento” para o qual o ambiente real obteve uma média de 4.70 e o virtual obteve uma média de 3.93. Este facto será discutido mais adiante. No que concerne à característica “impressão geral acerca do apartamento”, as médias obtidas foram as mais aproximadas que se verificaram no estudo, sendo de 4.24 para o ambiente

real e de 4.21 para o ambiente virtual. A análise da Tabela 3 permite ainda afirmar que ambos os ambientes sofreram uma grande aceitação, já que obtiveram médias elevadas, variando, no “real”, entre 3.89 e 4.70, e no “virtual” entre 3.70 e 4.21. Da mesma forma, a análise de comparação das médias de cada característica, através do teste *t-student*, mostrou que, com excepção da característica “movimentação no apartamento”, não existem diferenças significativas entre as médias dos ambientes estudados.

5.1. Análise e discussão da “Movimentação no apartamento”

A característica “movimentação no apartamento” obteve uma média geral de 4.70 no ambiente real e de 3.93 no ambiente virtual. Nesta característica incluíram-se as duas questões que constam na tabela 4 (alpha de Cronbach = 0,867). Analisando esta tabela, pode verificar-se que, em ambas as questões, o ambiente real obteve uma média superior ao ambiente virtual. No entanto, a amplitude da diferença não é muito pronunciada, já que a média mais baixa foi obtida no virtual, com um valor de 3.60 e a mais elevada foi obtida no real com 4.70.

		Média	Desvio Padrão
Real	1. Aprender a movimentar-me dentro do apartamento constituiu uma tarefa fácil	4,70	0,534983
	18. Senti que podia mover-me à vontade no apartamento	4,70	0,466092
Virtual	1. Aprender a movimentar-me dentro do apartamento constituiu uma tarefa fácil	3,60	0,968468
	18. Senti que podia mover-me à vontade no apartamento	4,27	0,637684

Tabela 4: Estatísticas da característica “movimentação no apartamento”

Como seria de esperar, os participantes entenderam ser mais fácil movimentarem-se dentro do apartamento no ambiente real, no qual se obteve uma média de 4.70, do que no ambiente virtual, no qual se obteve uma média de 3.60. Do mesmo modo, os participantes entenderam que podiam movimentar-se mais à vontade no apartamento real, já que se obteve uma média de 4.70 no ambiente real e de 4.27 no ambiente virtual.

5.2. Análise e discussão da “Noção da localização e disposição de espaços”

A característica “localização e disposição dos espaços” obteve uma média geral de 3.90 no ambiente real e de 3.75 no ambiente virtual. Nesta característica incluíram-se sete questões, que constam na tabela 5 (alpha de Cronbach = 0,804). Da análise da tabela, pode constatar-se que o ambiente real obteve uma média superior ao ambiente virtual em quase todas as questões, com excepção da questão 11 em que ambos obtiveram uma média de 3.73. No entanto, a diferença entre os dois ambientes não é novamente muito pronunciada, pois a média mais baixa foi obtida no virtual (3.33) e a mais elevada no real (4.27).

Os dados revelam ainda que os participantes no ambiente real sabiam sempre onde se encontravam dentro do apartamento, obtendo uma média de 4.27 na questão 12, mantiveram a noção da disposição dos espaços do apartamento, obtendo uma média de 4.13 na questão 25, e localizaram facilmente a posição das divisões do apartamento, já que obtiveram uma média de 4.10 na questão 17. Este aspecto é confirmado pela média obtida pelos participantes na questão 20 (3.83) em que os participantes afirmam conseguir desenhar a planta do apartamento depois de o terem visto. De salientar ainda o facto de, na questão 26, os participantes afirmarem que quando lhes é mostrada a planta de um apartamento conseguem imaginar o espaço, obtendo nesta questão uma média de 3.80, muito semelhante à média obtida na questão 20 que foi de 3.83, o que

permite afirmar que são os participantes que geralmente têm mais facilidade em imaginar os espaços com base na planta de um apartamento que conseguem mais facilmente desenhar essa planta.

No que diz respeito ao ambiente virtual, obtiveram-se resultados igualmente positivos, já que os dados recolhidos revelaram que os participantes também sabiam sempre onde se encontravam dentro do apartamento, obtendo uma média de 3.93 na questão 12, possuíam uma noção da disposição dos espaços, obtendo uma média de 4.07 na questão 25, e identificaram facilmente a posição das divisões, já que obtiveram uma média de 3.77 na questão 17. Este aspecto é novamente confirmado pela média obtida pelos participantes na questão 20 (3.77) em que os participantes afirmam conseguir desenhar a planta do apartamento depois de o terem visitado.

		Média	Desvio Padrão
Real	3. Durante a visita, saber situar-me dentro do apartamento (onde estou) constituiu uma tarefa difícil	3,43	1,222866
	11. Ao entrar no apartamento, tive a impressão que a primeira porta do lado esquerdo serve de acesso à cozinha	3,73	0,827682
	12. Sabia em que local do edifício / apartamento me encontrava em todos os momentos da visita	4,27	0,449776
	17. Mesmo agora, ainda consigo saber qual era a posição exacta das divisões do apartamento	4,10	0,661764
	20. Mesmo agora, ainda conseguia desenhar a planta do apartamento	3,83	0,949894
	25. Mesmo agora ainda consigo imaginar muito facilmente a disposição dos espaços apresentados no apartamento	4,13	0,571346
	26. Quando me é mostrada a planta de um apartamento consigo imaginar o espaço sem qualquer dificuldade	3,80	0,664364
Virtual	3. Durante a visita, saber situar-me dentro do apartamento (onde estou) constituiu uma tarefa difícil	3,33	0,994236
	11. Ao entrar no apartamento, tive a impressão que a primeira porta do lado esquerdo serve de acesso à cozinha	3,73	0,827682
	12. Sabia em que local do edifício / apartamento me encontrava em todos os momentos da visita	3,93	0,639684
	17. Mesmo agora, ainda consigo saber qual era a posição exacta das divisões do apartamento	3,77	0,626062
	20. Mesmo agora, ainda conseguia desenhar a planta do apartamento	3,77	0,773854
	25. Mesmo agora ainda consigo imaginar muito facilmente a disposição dos espaços apresentados no apartamento	4,07	0,583292
	26. Quando me é mostrada a planta de um apartamento consigo imaginar o espaço sem qualquer dificuldade	3,63	0,614948

Tabela 5: Estatísticas da característica “localização e disposição dos espaços”

É importante salientar, ainda, o facto de, na questão 26, os participantes afirmarem que quando lhes é mostrada a planta de um apartamento conseguem imaginar o espaço, obtendo nesta questão uma média de 3.63, muito semelhante à média obtida na questão 20 que foi de 3.77, o que, embora se revele uma diferença superior à que se obteve no ambiente real, permite confirmar que são os participantes que geralmente têm mais facilidade em imaginar os espaços com base numa planta que conseguem mais facilmente desenhá-la. Já no ambiente virtual, a média mais baixa foi obtida na questão 3, relativa à facilidade com que os indivíduos se souberam situar dentro do apartamento. Este resultado pode ser explicado pela dificuldade de movimentação no apartamento virtual, já que os indivíduos que apresentaram mais dificuldades em mover-se utilizando o rato foram também aqueles que revelaram mais dificuldade em saber situar-se. Globalmente, parece ser possível afirmar que os indivíduos apresentaram uma forte

noção de localização e disposição dos espaços, já que as médias se encontraram no intervalo [3.33,4.27].

5.3. Análise e discussão da “Noção de dimensões”

A característica “noção de dimensões” obteve uma média geral de 3.89 no ambiente real e de 3.70 no ambiente virtual. Nesta característica incluíram-se cinco questões, que constam na tabela 6 (alpha de Cronbach = 0,684. A análise desta tabela permite constatar que o ambiente real obteve uma média superior ao ambiente virtual em quase todas as questões, com excepção da questão 4, em que ambos os ambientes obtiveram uma média de 3.47, e da questão 19, em que o ambiente virtual obteve uma média de 3.43 e o ambiente real obteve uma média de 3.30. A média mais baixa foi contudo obtida no ambiente real (3.30) e a média mais elevada foi igualmente obtida no ambiente real (4.70).

Os dados mostram que a grande maioria dos participantes teve a noção da altura do tecto do apartamento em ambos os ambientes, já que as médias quer do ambiente real quer do ambiente virtual, obtidas para a questão 4 foram idênticas (3.47). No entanto, quando questionados se tinham a noção exacta da dimensão das divisões (questão 19) os participantes obtiveram médias um pouco mais baixas do que as obtidas na questão 4. De facto, a média obtida na questão 19 para o ambiente real foi de 3.30 e para o virtual foi de 3.43. Este facto pode dever-se, em parte, à forma como a questão foi formulada, já que se perguntou aos participantes se tinham a noção “exacta” das dimensões, e a escolha deste termos pode ter influenciado as suas respostas.

		Média	Desvio Padrão
Real	4. Enquanto passei no apartamento, tive a noção da altura do tecto deste	3,47	0,973204
	6. A partir da visita constatei que a divisão maior do apartamento é a sala	4,70	0,651259
	7. A partir da visita constatei que a divisão mais pequena do apartamento é um dos quartos	4,07	1,048261
	19. Consegui ter noção exacta da dimensão das divisões do apartamento	3,30	0,702213
	23. Consegui ter noção da distância a que as coisas estavam umas das outras	3,90	0,711967
Virtual	4. Enquanto passei no apartamento, tive a noção da altura do tecto deste	3,47	0,973204
	6. A partir da visita constatei que a divisão maior do apartamento é a sala	4,23	0,626062
	7. A partir da visita constatei que a divisão mais pequena do apartamento é um dos quartos	3,60	0,770132
	19. Consegui ter noção exacta da dimensão das divisões do apartamento	3,43	0,626062
	23. Consegui ter noção da distância a que as coisas estavam umas das outras	3,77	0,678911

Tabela 6: Estatísticas da característica “noção de dimensões”

Quanto às questões 6 e 7, os participantes parecem não ter grandes dúvidas de que a divisão maior do apartamento é a sala, e que a divisão mais pequena não é um dos quartos, já que esta questão foi cotada numa escala de Likert invertida (de 5 para 1) sendo que todos os participantes que discordaram desta afirmação estavam correctos. De facto, na questão 6 o ambiente real obteve uma média de 4.70 e o ambiente virtual obteve uma média de 4.23, já a questão 7 obteve uma média de 4.07 no ambiente real e de 3.60 no ambiente virtual. De uma forma geral, parece pois ser possível afirmar que

os participantes apresentaram, em ambos os ambientes, uma boa noção das dimensões do apartamento, já que as médias se encontraram no intervalo [3.30, 4.70].

5.4. Análise e discussão da percepção dos “Detalhes do apartamento”

A característica “detalhes do apartamento” obteve uma média geral de 4.24 no ambiente real e de 4.10 no ambiente virtual. Nesta característica incluíram-se seis questões, que constam na tabela 7 (alpha de Cronbach = 0,708). Analisando os resultados, pode constatar-se que o ambiente real obteve uma média superior ao ambiente virtual em quase todas as questões, com excepção da questão 22, em que ambos os ambientes obtiveram uma média de 4.37, e da questão 9, em que o ambiente virtual obteve uma média de 3.87 e o ambiente real obteve uma média de 3.83. A média mais baixa foi obtida no ambiente virtual (3.57) e a média mais elevada foi obtida no ambiente real (4.57).

Os dados confirmam que a grande maioria dos participantes entendeu que existiam detalhes suficientes no apartamento para formarem uma opinião (positiva ou negativa), já que a questão 15 foi a questão que obteve a média mais elevada, quer no ambiente real (4.57) quer no ambiente virtual (4.50). No que diz respeito à quantidade de detalhes a que os participantes prestaram atenção, a análise da Tabela 7, permite afirmar que ambos os ambientes permitiram examinar os vários detalhes do apartamento, já que a média obtida para a questão 22 foi idêntica (4.37) para ambos os ambientes. No entanto, quando questionados se tinham ficado com uma noção clara da qualidade dos materiais de construção (questão 21) os indivíduos responderam mais favoravelmente, como seria de esperar, no caso do ambiente real, que obteve uma média de 4.13, do que no caso do ambiente virtual que obteve 3.57. Este facto pode novamente dever-se à forma como a questão foi formulada, já que se perguntou aos inquiridos se tinham a noção “clara” da qualidade dos materiais, e o termo “clara” pode ter influenciado as suas respostas, já que, geralmente, as pessoas tendem a avaliar a qualidade dos materiais apenas quando lhes é permitido manusear e tocar fisicamente.

		Média	Desvio Padrão
Real	8. Na casa de banho, o objecto que se encontrava posicionado debaixo da janela era a sanita	4,07	1,080655
	9. Ao entrar no apartamento, encontrando-me no hall de entrada, tive a noção de quantas portas lá existiam	3,83	0,647719
	10. Algumas das divisões tinham mais do que uma janela	4,47	0,730297
	15. Existiam detalhes suficientes no apartamento para formar a minha opinião sobre ele	4,57	0,568321
	21. Fiquei com uma noção clara da qualidade dos materiais de construção	4,13	0,730297
	22. Prestei atenção a vários detalhes no apartamento	4,37	0,556053
Virtual	8. Na casa de banho, o objecto que se encontrava posicionado debaixo da janela era a sanita	3,87	0,860366
	9. Ao entrar no apartamento, encontrando-me no hall de entrada, tive a noção de quantas portas lá existiam	3,87	0,571346
	10. Algumas das divisões tinham mais do que uma janela	4,43	0,727932
	15. Existiam detalhes suficientes no apartamento para formar a minha opinião sobre ele	4,50	0,572351
	21. Fiquei com uma noção clara da qualidade dos materiais de construção	3,57	0,568321
	22. Prestei atenção a vários detalhes no apartamento	4,37	0,556053

Tabela 7: Estatísticas da característica “detalhes do apartamento”

Quanto às questões 8 e 10, os indivíduos parecem não ter grandes dúvidas sobre os locais em que se encontram os objectos, ou sobre o número de portas existentes no *hall* de entrada do apartamento. A questão 8 foi cotada numa escala de Likert invertida (de 5 para 1) sendo que todos os indivíduos que discordaram desta afirmação estavam correctos. Na questão 8, o ambiente real obteve uma média de 4.07 e o ambiente virtual obteve uma média de 3.87. Já a questão 10, obteve uma média de 4.47 no ambiente real e de 4.43 no ambiente virtual. Assim, parece ser possível afirmar que os indivíduos apresentaram, em ambos os casos, uma boa noção dos detalhes existentes no apartamento, já que as médias se encontraram no intervalo [3.57,4.57].

5.5. Análise e discussão da “Impressão geral sobre o apartamento”

A característica “impressão geral acerca do apartamento” obteve uma média geral de 4.24 no ambiente real e de 4.21 no ambiente virtual, incluindo as sete questões mostradas na Tabela 8 (alpha de Cronbach = 0,705). A análise dos dados permite verificar que o ambiente virtual obteve médias superiores às do ambiente real nas questões 2 e 5, obtiveram-se médias idênticas nas questões 14, 16 e 24, e o ambiente real obteve médias superiores às do ambiente virtual nas questões 13 e 27. A média mais baixa foi obtida no ambiente virtual (3.53) e a média mais elevada foi obtida igualmente no virtual (4.57).

No que diz respeito às questões 14, 16 e 24, a análise da Tabela 8 permite afirmar que, relativamente à questão 14, mesmo depois de terem terminado a visita ao andar modelo, os participantes ainda se recordavam do apartamento. Isto é confirmado pelas médias obtidas nesta questão, que podem ser consideradas elevadas já que estas foram de 4.47 quer no ambiente real quer no ambiente virtual. No que diz respeito à questão 16, pode afirmar-se que, quer o ambiente real quer o virtual esclareceram praticamente todos os aspectos que os participantes pretendiam verificar no apartamento, já que ambos os ambientes obtiveram uma média de 4.33 nesta questão. Por fim, é de salientar que o ambiente virtual conseguiu impressionar os participantes da mesma forma positiva que o ambiente real. Este aspecto é confirmado pelo facto de, na questão 24, a média obtida, quer no ambiente real quer no ambiente virtual, ter sido de 4.30.

		Média	Desvio Padrão
Real	2. Poder observar o apartamento pessoalmente foi uma experiência que me deixou satisfeito	4,50	0,572351
	5. Se pudesse visitar o apartamento sempre que quisesse verificar pormenores de que me esqueci na primeira visita ficaria muito satisfeito	4,53	0,507416
	13. A partir da visita consigo imaginar-me a viver no apartamento	3,97	0,614948
	14. Depois da visita ter terminado as imagens do apartamento ainda estavam bem vivas no meu pensamento	4,47	0,507416
	16. Depois de terminar a visita senti que esta esclareceu todos os aspectos que me interessava verificar no apartamento	4,33	0,606478
	24. O apartamento impressionou-me de forma positiva	4,30	0,749713
	27. A partir da apresentação conseguia imaginar os meus objectos pessoais colocados no apartamento	3,60	0,770132
Virtual	2. Poder observar o apartamento pessoalmente foi uma experiência que me deixou satisfeito	4,57	0,504007
	5. Se pudesse visitar o apartamento sempre que quisesse verificar pormenores de que me esqueci na primeira visita ficaria muito satisfeito	4,57	0,504007
	13. A partir da visita consigo imaginar-me a viver no apartamento	3,70	0,534983
	14. Depois da visita ter terminado as imagens do apartamento ainda estavam bem vivas no meu pensamento	4,47	0,507416

16. Depois de terminar a visita senti que esta esclareceu todos os aspectos que me interessava verificar no apartamento	4,33	0,606478
24. O apartamento impressionou-me de forma positiva	4,30	0,749713
27. A partir da apresentação conseguia imaginar os meus objectos pessoais colocados no apartamento	3,53	0,681445

Tabela 8: Estatísticas da característica “impressão geral acerca do apartamento”

É ainda importante realçar que o ambiente virtual obteve médias mais elevadas do que o ambiente real nas questões 2 e 5. Na questão 2, os participantes afirmaram que ficaram satisfeitos pelo facto de poderem observar o apartamento na primeira pessoa, tendo-se obtido para esta questão uma média de 4.50 no caso do ambiente real e uma média de 4.57 no caso do ambiente virtual. Na questão 5, os participantes afirmaram ficar muito satisfeitos caso possam visitar o apartamento “sempre que lhes apetecer”. Assim, no ambiente virtual, a média obtida para esta questão foi de 4.57 e no ambiente real foi de 4.53. O facto de, nestas duas questões, o ambiente virtual ter obtido médias superiores às do ambiente real poderá ser motivado pela possibilidade de, no caso do ambiente virtual, os participantes não terem de se deslocar ao local da construção para visitar o apartamento, nem de depender dos horários estipulados.

Por fim, é interessante notar que, no caso das questões 13 e 27, foi no ambiente real que se obtiveram as médias mais elevadas: como seria de esperar, é no ambiente real que os participantes melhor conseguem imaginar-se a viver e imaginar os seus objectos pessoais. Na questão 13, o ambiente real obteve uma média de 3.97, ao passo que, no ambiente virtual se obteve uma média de 3.70. Já no que diz respeito à questão 27, parece importante destacar que foi esta a questão a obter a menor média na característica “impressão geral acerca do apartamento”, tendo sido de 3.60 no ambiente real e de 3.53 no ambiente virtual. O facto de os ambientes virtuais não serem ainda muito comuns na divulgação de imóveis, e a relutância demonstrada por alguns participantes em utilizá-los, pode explicar a média mais baixa que aqui foi obtida. De uma forma geral, parece, contudo, ser possível afirmar que, em ambos os ambientes, os participantes ficaram com uma impressão bastante positiva sobre o apartamento, já que, as médias se encontraram no intervalo [3.53, 4.57].

Em seguida, efectua-se a análise dos dados recolhidos através das 3 questões adicionais de resposta aberta incluídos no questionário (consultar Tabela 9), aplicado no ambiente virtual e que deverão facilitar a compreensão da posição dos participantes face ao ambiente virtual que visitaram.

Questões de resposta aberta incluídas no questionário do ambiente virtual
28. Tendo a possibilidade de visualizar o ambiente apresentado deixaria para mais tarde a visita ao andar modelo real? Porquê?
29. Conseguiria decidir a compra só com base no andar modelo virtual que acabou de visitar?
30. Quantas divisões do apartamento visitou? (X): Nenhuma__ Algumas__ Todas__ Se respondeu algumas, por favor indique quais:

Tabela 9: Questões adicionais incluídas no questionário do ambiente virtual

Dos 30 participantes que compõem a amostra que visualizou o ambiente virtual todos responderam ao questionário composto por 27 questões de resposta fechada. No entanto, dos 30 participantes, apenas 26 responderam às 3 questões de resposta aberta. No que diz respeito à questão 28, observou-se que 20 participantes responderam que, tendo a possibilidade de visualizar o ambiente virtual, seriam capazes de deixar para

mais tarde a visita ao andar modelo real (ambiente real). As razões apontadas para esta escolha incluem:

- O facto de terem tido a possibilidade de visitar o andar modelo virtual à vontade e pela ordem que escolheram sem terem de seguir os mediadores imobiliários;
- O facto de terem tido a possibilidade de observar todos os detalhes que entenderam;
- O facto de terem tido a possibilidade de levar o ambiente virtual para casa e poderem visualizá-lo sempre que pretendessem, sem terem de se deslocar ao local da obra.

Os restantes 6 participantes responderam que não deixavam para mais tarde, sendo que a grande maioria (4) apontou a dificuldade sentida em movimentar-se dentro do ambiente virtual como factor decisivo para não a deixar para mais tarde, e outros (2) ainda apontaram o facto de entenderem que o ambiente virtual talvez não correspondesse à realidade.

No que diz respeito à questão 29, observou-se que 18 dos participantes responderam que conseguiam decidir a compra só com base nos elementos que observaram no ambiente virtual, apontando para esse facto as mesmas razões que apontaram para conseguirem deixar a visita ao andar modelo real para mais tarde. Os restantes 8 participantes não abdicavam de visitar o andar modelo real, sendo que 6 deles eram as mesmas pessoas que não deixavam a visita ao andar modelo real para mais tarde, e os restantes 2 participantes apontaram como motivos o facto de necessitarem de verificar fisicamente a qualidade dos materiais de construção e o facto de a compra de uma casa ser um grande investimento para ser decidido somente com base no ambiente virtual. Relativamente à questão 30, dos 26 participantes que responderam, 23 visitaram todas as divisões do apartamento, bem como o prédio e o seu exterior. Os restantes 3 não visitaram todas as divisões pois revelaram dificuldades em movimentar-se, tendo desistido antes de concluir a visita, apesar de não ter sido imposto um limite de tempo.

O ambiente real obteve médias mais elevadas em todas as características estudadas. No entanto, apesar do ambiente virtual ter obtido médias inferiores, estas ficaram muito próximas dos valores obtidos no ambiente real, o que, juntamente com os valores obtidos no teste *t-student*, demonstra uma forte aceitação do ambiente virtual por parte dos participantes. A única característica em que a diferença entre ambos os ambientes é mais notória é na “movimentação no apartamento” (consultar Tabela 3). Este aspecto pode ser justificado pelo facto de alguns dos participantes não terem conseguido movimentar-se devido a não utilizarem habitualmente o computador.

No que diz respeito ao género dos participantes, observou-se que os participantes do sexo masculino obtiveram médias mais elevadas nos dois ambientes estudados nas características “localização e disposição de espaços” e “noção de dimensões”. No ambiente real, obtiveram médias mais elevadas na característica “detalhes do apartamento”, e no ambiente virtual na característica “movimentação no apartamento”. Por outro lado, os participantes do sexo feminino obtiveram médias mais elevadas na característica “impressão geral acerca do apartamento” em ambos os ambientes estudados. No ambiente real isto verificou-se na característica “movimentação no apartamento”, e no ambiente virtual na característica “detalhes do apartamento”.

Relativamente à escolaridade dos participantes, a análise dos dados recolhidos permite afirmar que foram os participantes com ensino superior que obtiveram médias mais elevadas em todas as características nos dois ambientes em análise. No que concerne à frequência de utilização de computadores a análise dos dados recolhidos permite afirmar que foram os participantes que utilizam computadores que obtiveram médias mais elevadas em todas as características nos dois ambientes estudados.

7. Conclusões

O presente estudo procurou demonstrar o interesse e a utilidade que as tecnologias de realidade virtual e, mais concretamente, os ambientes virtuais, podem ter ao serem utilizados pelos mediadores imobiliários no âmbito da venda de imóveis. Assim, realizou-se a comparação entre um ambiente real e um ambiente virtual no sentido de analisar a possibilidade de substituir os métodos tradicionais de apresentação dos andares modelo aos clientes por ambientes virtuais tão fiéis quanto possível à realidade. Foram estabelecidas 5 características representativas dos aspectos que se pretendiam estudar, e elaboradas as respectivas questões que compuseram o questionário criado. Concluiu-se que, apesar de o ambiente virtual ter obtido pontuações inferiores ao ambiente real, estas foram muito aproximadas, o que permite afirmar que será possível substituir a construção do andar modelo real por um ambiente virtual, diminuindo os custos iniciais de construção e facilitando a relação sector-cliente. De facto, a diferença entre os dois ambientes estudados deve-se na sua maioria às capacidades e mentalidade dos utilizadores que, em muitos casos, constituem um obstáculo à implementação de novas tecnologias de realidade virtual. Pareceu evidente que o ambiente virtual obteve alguns resultados inferiores ao ambiente real pelo facto de alguns dos utilizadores não se sentirem à vontade na utilização de computadores e assim, demonstrarem maiores dificuldades na movimentação, utilizando o rato, durante a visita ao andar virtual. Outro aspecto que parece influenciar os resultados do ambiente virtual face ao ambiente real é o facto de a grande maioria dos participantes com idades superiores a 40 anos recusar as novas tecnologias e tenderem a desconfiar da sua veracidade.

No que diz respeito às características estudadas, os participantes do sexo masculino obtiveram médias mais elevadas, em ambos os ambientes estudados, no âmbito da “localização e disposição de espaços” e “noção de dimensões”, no ambiente real obtiveram médias mais elevadas na característica “detalhes do apartamento”, e no ambiente virtual na característica “movimentação no apartamento”. Já os participantes do sexo feminino obtiveram médias mais elevadas na característica “impressão geral acerca do apartamento” em ambos os ambientes estudados, no ambiente real isto verificou-se na característica “movimentação no apartamento” e, no ambiente virtual na característica “detalhes do apartamento”.

De um modo geral, foi possível concluir que os indivíduos com um nível de escolaridade mais elevado têm tendência para evidenciar uma maior aceitação dos ambientes virtuais. Parece igualmente ser possível afirmar que na RV, na sua forma não-imersiva de implementação a custos reduzidos, tem-se uma “nova” e eficiente ferramenta para representar os espaços de edificação para a visita dos clientes. Tais ambientes surgem como uma mais valia para os clientes, já que lhes permite visitar um apartamento quando é mais oportuno, libertando-os de restrições práticas, e permitindo um exame mais demorado dos detalhes. A aceitação do ambiente virtual evidenciou ainda a carência de aplicações semelhantes e o anseio dos clientes por aplicações deste tipo. A comprovar esta afirmação está o facto de muitos dos participantes neste estudo

referirem que seriam capazes de abdicar da visita a um andar modelo real se pudessem dispor de um ambiente virtual correspondente.

Um dos objectivos deste trabalho foi desenvolvê-lo de forma a servir como ponto de partida para outros trabalhos nesta área. Assim, apresentam-se em seguida algumas sugestões para possíveis desenvolvimentos futuros. Uma das possibilidades é o desenvolvimento dos ambientes virtuais, no sector imobiliário, para a Web. Tal como se demonstrou neste trabalho, a RV de baixo custo é uma alternativa viável para aplicações que contemplam o conceito de uma interacção em tempo real num ambiente virtual. Estas aplicações podem ser desenvolvidas através de um modelo VRML disponibilizado na Internet. Os modelos em VRML podem ser acedidos através de visualizadores (*browsers*) apropriados que permitem explorar os ambientes virtuais, e até mesmo desempenhar tarefas, se estas forem previstas.

Outra possibilidade de desenvolvimento futuro passa pela criação de ambientes imersivos. Isto implica um custo mais elevado, já que requer a utilização de dispositivos mais dispendiosos, tais como, capacetes de realidade virtual. Apesar do custo ser um factor restritivo, pensa-se que isto serviria para aumentar o nível de satisfação dos clientes, já que facilitaria a sua movimentação dentro do ambiente virtual, um factor que foi decisivo para a obtenção de médias mais baixas pelo ambiente virtual no estudo aqui realizado. Por fim, outra possibilidade de desenvolvimento futuro seria permitir ao potencial cliente a escolha da visualização de um andar modelo mobilado, e com as cores e materiais que desejasse. O facto de o cliente poder modificar o apartamento a seu gosto e em tempo real poderá constituir um factor decisivo na sua decisão de compra, já que o coloca num papel mais activo na autoria do próprio ambiente virtual.

9. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Estudos e Recursos Multimediáticos (CEREM) da Universidade Fernando Pessoa a disponibilização dos recursos necessários à realização do estudo descrito neste artigo, que foi elaborado no âmbito de um trabalho monográfico para obtenção do grau de Licenciado em Informática de Gestão da Universidade Fernando Pessoa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, F. P. (1998). *O Sector da Construção - Diagnóstico e Eixos de Intervenção*. Lisboa, IAPMEI, Observatório das PME.

Autodesk, 3D Studio Max [Em linha]. Disponível em <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=5659302&siteID=123112> [Consultado em 16/7/2005]

Burdea, G., Coiffet, P. (1994). *Virtual Reality Technology*. New York, John Wiley & Sons,

Dodge, M., Smith, A., Doyle, S. (1997). Visualising Urban Environments for Planning and Design. In: *Proceedings of Graphics, Visualization and the Social Sciences Workshop*, 8-9 May 1997, Loughborough.

Navinchandra, K. P., Campion, S. P., Terrence, F. (2002). Evaluating the Use of Virtual Reality as a Tool for Briefing Clients in Architecture. In: *Proceedings of International Conference on Information Visualisation, IV 2002*, 10-12 July 2002, London, England, UK. IEEE Computer Society.

Netto, A.V., Machado, L.S., Oliveira, M.C.F. (2002). *Realidade Virtual: Fundamentos e Aplicações*. Florianópolis/SC, Editora Visual Books.

Ribeiro, N. M. (2004), *Multimédia e Tecnologias Interactivas*. Lisboa, FCA – Editora de Informática.

Rocha, L. (2004). *Estudo sobre o Impacto da utilização de Ambientes Virtuais na Venda de Imóveis*. Monografia. Universidade Fernando Pessoa.

Sense8, WorldUp [Em linha]. Disponível em <http://sense8.sierraweb.net/products/wup.html> [Consultado em 16/7/2005]

Sequeira, A. M. (2001), *Há Lugar para a velha Construção na Nova Economia?*. Tendências 2001 – 2005, Lisboa, ANEOP.

Wickens, C. D.; Liang, C.; Prevett, T.; Olmos, O. (1994). Egocentric and exocentric displays for terminal area navigation. In: *Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting*, Vol. 1, pp. 16-20.