

AVALIAÇÃO DO RECONHECIMENTO DE MODELOS VIRTUAIS DE EQUIPAMENTOS URBANOS PARA ÁREAS DE LAZER EM REALIDADE AUMENTADA

EVALUACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE MODELOS VIRTUAIS DE EQUIPOS PARA ÁREAS URBANAS DE RECREO EN REALIDAD AUMENTADA

RECOGNITION EVALUATION OF VIRTUAL MODELS LEISURE EQUIPMENT IN AUGMENTED REALITY

EIXO 1 – Procedimentos projetuais inovadores

Ana Regina Mizrahy Cupersmid

MSc, Doutoranda em Arquitetura, Tecnologia e Cidades - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), UNICAMP, Campinas, SP.

Regina Coeli Ruschel

Dr. Eng. Prof. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), UNICAMP, Campinas, SP.

Ana Maria Reis de Goes Monteiro

Dr. Arq. Prof. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), UNICAMP, Campinas, SP.

Resumo: Com o propósito de utilizar Realidade Aumentada (RA) Móvel em um projeto participativo de uma área de lazer, foi desenvolvido o aplicativo equipAR! para iPad. Seu propósito é o de possibilitar a visualização e interação com modelos virtuais de equipamentos urbanos para áreas de lazer em RA. Verificou-se a necessidade de se avaliar quais as melhores condições de uso de RA tendo em vista a percepção do usuário dos modelos por meio de uma pesquisa experimental. O intuito era o de averiguar se havia uma relação entre a escala do modelo virtual e a dimensão real do equipamento urbano que fosse mais favorável para compreensão dos modelos por especialistas. Ainda, foi investigado se o tipo de marcador (fiducial ou natural) afetava o reconhecimento do usuário do modelo apresentado e de que maneira. Aplicou-se um plano fatorial de experimento sobre a reconhecimento do equipamento urbano em RA em função de sua escala e do tipo de marcador utilizado. Os participantes responderam a um questionário para caracterização do perfil e, em seguida, experimentaram a RA manipulando o iPad ou o marcador. Após a visualização de cada equipamento em RA, foi realizado um questionário para averiguar as respostas dos usuários em relação às variações dos testes. Após realizados todos os testes, os dados foram tabulados para análise estatística. Prosseguiu-se então com a redação de diretrizes para o desenvolvimento de modelos virtuais para RA em escala adequada ao uso em arquitetura e para o desenvolvimento de marcadores apropriados.

Palavras-chave: Realidade Aumentada Móvel, reconhecimento de modelos virtuais, equipamentos urbanos para áreas de lazer.

Resumen: Para utilizar la Realidad Aumentada (RA) móvil en un proyecto participativo en área de recreo, se ha desarrollado la aplicación equipar! para iPad. Su finalidad es permitir la visualización e interacción con modelos virtuales de las instalaciones urbanas de áreas recreativas en RA. Hay una necesidad de evaluar cuál es el mejor uso posible de la RA en vista de la percepción del usuario de los modelos por medio de una investigación experimental. El objetivo fue investigar si existía una relación entre la escala del modelo virtual y la dimensión real del equipamiento urbano que eran más favorable para la comprensión de los modelos por los expertos. Además, se investigó si el tipo de marcador (fiducial o natural) afecta el reconocimiento del usuario del modelo presentado y de qué manera. Por esta, se aplico un plan factorial de experimento sobre la percepción del modelo virtual, debido a su magnitud y el tipo de marcador utilizado. Los participantes respondieron a un cuestionario para caracterizar el perfil y luego experimentaron la RA mediante la manipulación del iPad o el marcador. Después de ver cada dispositivo en RA, se realizó un estudio para evaluar las respuestas del usuario a las variaciones de las pruebas. Después de todas las pruebas realizadas, se tabularon los datos para el análisis estadístico. A continuación, se procedió a la elaboración de directrices para el desarrollo de modelos virtuales para la RA en escala adecuado para su uso en la arquitectura y el desarrollo de indicadores apropiados.

Palabras-clave: Realidad Aumentada móvil, reconocimiento de modelos virtuales, equipos para áreas urbanas de recreo.

Abstract: *In order to use Mobile Augmented Reality (AR) in a Participatory Design of a leisure area, the application equipAR! for iPad was developed. The purpose of this application is to enable the visualization and interaction in AR of virtual models of urban equipment for leisure areas. It is intended to use this application in the context of Participatory Design, involving users of multiple profiles, both architects and non-specialist. It was found that there is the need to evaluate which conditions favor the recognition of virtual models in AR through an experimental research. The aim was to ascertain whether there is a relationship between the scale of the virtual model and the real dimension of urban equipment that is more favorable for the user understanding. Therefore, it is investigated whether the type of marker (ID Marker or Picture Marker) affects the user perception in relation to the virtual model presented and in what manner. It was applied a factorial plan of experiment on the perception of the virtual model depending on the scale of the model and the type of marker used in relation to the user's profile and the recognition observed. The user profile was characterized and the recognition of the virtual model was examined through a survey after the use of the application. It was intended to identify the conditions that favor the use of Mobile AR with scale models for leisure areas.*

Keywords: *Augmented Reality, Mobile Augmented Reality, virtual models, urban equipment for leisure areas.*

AVALIAÇÃO DO RECONHECIMENTO DE MODELOS VIRTUAIS DE EQUIPAMENTOS URBANOS PARA ÁREAS DE LAZER EM REALIDADE AUMENTADA

INTRODUÇÃO

O projeto participativo é uma das áreas de pesquisa que vêm explorando o uso de dispositivos móveis inteligentes, como os *smartphones* e *tablets*. Esses dispositivos são cada vez menores, mais baratos e poderosos, combinados com melhor qualidade de vídeo, recurso de bússolas, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e de conexão sem fio. Como tais dispositivos móveis são geralmente livres de cabos e não são vinculados a um espaço estático de interação, possibilitam novas oportunidades de pesquisas para apoiar o processo de projeto participativo arquitetônico.

Althoff, Kratz e Landwehr (2011) aproveitam as funcionalidades presentes nestes dispositivos e sugerem formas de utilização para se conseguir a participação de cidadãos no projeto. O objetivo do estudo é sugerir meios de utilização de dispositivos móveis com o intuito de angariar a maior quantidade possível de participantes em cada etapa de projeto. Em primeiro lugar, no planejamento, os sistemas móveis devem possibilitar e estimular a participação dos cidadãos por meio da difusão da informação, do *marketing*. No decorrer do planejamento, os autores sugerem utilizar os dispositivos para informar a população sobre as dificuldades que envolvem o projeto e os locais de encontros, além de usá-los como ferramenta de coleta de opinião, por meio de questionários, vídeos e notas. Durante o processo participativo, os dispositivos podem ser usados como ferramenta de votação das alternativas de projeto e também como ferramenta para difundir os argumentos de defesa para determinada alternativa. No processo de execução, vídeos podem ser difundidos para informar os eventos relacionados à construção e também exibir um pequeno documentário. Finalmente, os sistemas de informação móveis podem ser usados para difundir um questionário para avaliar a satisfação do usuário uma vez que o projeto esteja concluído.

Na proposta de Althoff, Kratz e Landwehr (2011) o uso dos dispositivos móveis foi sugerido mais como uma ferramenta de comunicação no contexto de projeto participativo, de forma a melhorar a transparência dos processos, a convicção, a

participação e a aceitação do processo de planejamento, do que como uma ferramenta de projeto. Tais dispositivos também podem ser usados com sistemas de Realidade Aumentada (RA) de modo à favorecer a visualização de projetos. A RA é uma nova ferramenta que pode aumentar a participação, permitindo compartilhar os canais de comunicação, de forma que ideias possam ser imediatamente disponibilizadas aos outros participantes, favorecendo a interação e criatividade. A RA tem o potencial de mudar a forma como as pessoas interagem e experimentam o ambiente construído e é uma das áreas de pesquisa que vêm crescendo mais rapidamente no campo de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (AZUMA; BILLINGHURST; KLINKER, 2011).

Em sistemas de Realidade Virtual convencionais os usuários são imersos num mundo completamente sintético, digital, enquanto que em RA eles interagem num ambiente real ao mesmo momento que recebem dados virtuais adicionais. Ao fundir uma variedade de mídias digitais e físicas, a RA pode ser enriquecida por diferentes percepções e compreensões oferecidas por ambientes físicos e virtuais.

Existem diversos aplicativos para dispositivos móveis que permitem a customização, por meio de uma interface gráfica amigável como: enquetes, questionários, vídeos, fóruns, entre outros. Porém, para a utilização de RA, os aplicativos disponíveis comercialmente ainda necessitam de conhecimento em programação para alimentação do sistema e não oferecem recursos nem informações suficientes para o uso eficiente e eficaz em se tratando de modelos arquitetônicos tridimensionais virtuais. Neste caso é preciso que os modelos sejam exibidos em escalas determinadas, com aplicações de materiais que caracterizam as superfícies dos elementos e otimizados para exibição *online*. Behzadan (2011) aponta que, para atuar como operações de engenharia, as visualizações tridimensionais têm que ser representações realísticas da dinâmica complexa de uma construção, devem ser capazes de demonstrar, manipular, e gerenciar uma grande quantidade de modelos inclusos na simulação visual da operação. Por esta razão, Schnabel (2009) afirma que embora a ideia de usar a RA em AEC não seja uma nova ideia por si, ainda está por vir uma solução simples de ser implementada para prática de arquitetura, desenho e construção.

Com a finalidade de utilizar um *smartphone* como uma ferramenta para auxiliar a

participação pública no planejamento urbano, Allen, Regenbrecht e Abbott (2011) desenvolveram um protótipo de um sistema de RA que sobreponha modelos arquitetônicos tridimensionais virtuais à um edifício já existente. O sistema permitia que os usuários fornecessem *feedback* com base em suas preferências pessoais a respeito dos projetos propostos. O estudo visava determinar se, usando um sistema de RA para smartphone, os usuários teriam desejo de participar e examinar as reações dos usuários em relação à esta tecnologia. Concluiu-se que os usuários mais novos, entre 18 e 25 anos, tinham mais familiaridade com esta tecnologia, mais facilidade em usar o sistema e um desejo maior em participar em projetos deste tipo. No geral, os usuários consideraram o sistema como útil para visualizar propostas de projetos arquitetônicos e demonstraram um entendimento de como visualizar dos projetos renderizados. Os autores sugerem que sistemas de RA móvel podem ter grande valor em ajudar o público a visualizar propostas de alterações arquitetônicas no ambiente urbano durante eventos de planejamento.

Olsson *et al.* (2012) realizaram um estudo de caso de avaliação com o usuário da utilidade de um sistema de RA móvel para visualizar planejamento urbano de uma área a ser reconstruída em Raseborg, Finlândia. O sistema utilizava um smartphone para visualização *in loco* de novas propostas para a área. Constatou-se que a RA é um instrumento útil para visualizar projetos de edifícios de uma forma holística e intuitiva fazendo uso do ponto de vista em primeira pessoa. O sistema facilitou a tomada de decisão e enriqueceu o entendimento do projeto e ainda agregou valor se comparados às visualizações impressas tradicionais. Por outro lado, a representação dos modelos virtuais deixou a desejar por não conter detalhamento uma vez que somente um plano de massas em azul era exibido. Além do mais, não era possível a movimentação livre pela área a ser reconstruída para visualização, assim, os usuários se queixaram por não ter uma visão mais abrangente do projeto. Adicionalmente, o tamanho da tela do *smartphone* foi avaliada como muito pequena para o propósito do sistema. Apesar dos pontos negativos, a solução serviu como um denominador comum entre os participantes, permitindo que eles tivessem um entendimento comum do projeto ao mesmo tempo que possibilitava a comunicação entre eles.

Bratteteig e Wagner (2010) discorrem sobre interfaces *Tabletop*, interfaces que

utilizam o tampo da mesa como área de trabalho. Tais interfaces são populares pois facilmente acomodam vistas aéreas de terrenos e modelos em escala, facilitando o uso de RA tangível. Muitas delas usam projeções e múltiplas telas para visualizar as cenas que são criadas. De acordo com os autores, o uso de uma mesa redonda encoraja os participantes a construir com os argumentos de outros, ao invés de se opor a elas.

Nas RA tangíveis, os elementos virtuais podem ser ligados com objetos físicos para manipulação semelhante à de objetos reais (HALLER; BILLINGHURST; THOMAS, 2007; SCHNABEL, 2009), mais especificamente, de acordo com Billinghamurst, Kato, Poupyrev (2008), interfaces de RA tangíveis são aquelas que cada objeto virtual é endereçado à um objeto físico e que a interação com objetos virtuais se dá pela manipulação o objeto tangível correspondente. Uma interface de RA Tangível fornece o registro espacial e apresenta os objetos virtuais em qualquer lugar no ambiente físico, enquanto permite que os usuários interajam com este conteúdo virtual usando as mesmas técnicas que eles usariam com um objeto físico real (BILLINGHURST; KATO; POUPYREV, 2008). Assim, interfaces de RA Tangíveis fornecem manipulação intuitiva e efetiva de objetos virtuais por aproveitar o imediatismo e a familiaridade de objetos físicos comuns. Essa manipulação direta reduz a carga cognitiva e diminui a curva de aprendizado do uso da interface (BELCHER; JOHNSON, 2008).

Com o intuito de utilizar RA tangível móvel para apoio à visualização tridimensional de um projeto participativo. Um futuro exercício de projeto participativo tem como objeto o desenvolvimento de uma área de lazer em um conjunto habitacional na periferia de Campinas. Para tanto, o aplicativo equipAR! para iPad foi desenvolvido. O objetivo deste aplicativo é permitir a visualização e interação em RA de modelos virtuais de equipamentos urbanos para áreas de lazer. Pretende-se usar esta aplicação no contexto do Projeto Participativo, envolvendo usuários de vários perfis, ambos arquitetos e leigos de famílias de baixa renda, que muitas vezes têm pouca instrução e não têm familiaridade com as novas tecnologias.

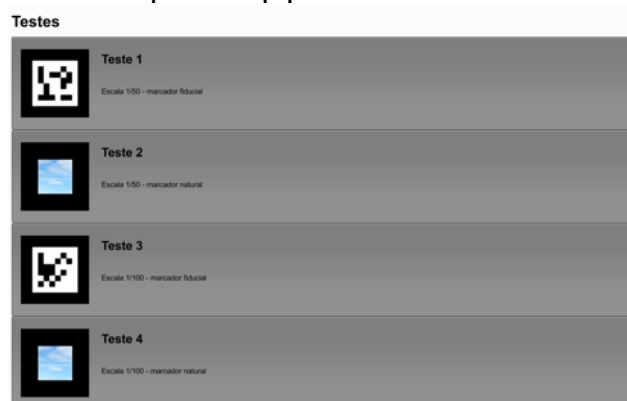
Pré-testes aplicados com a ferramenta equipAR! mostraram que arquitetos encontraram dificuldades para reconhecer estes modelos em RA. Portanto, verificou-se que existe a necessidade de se avaliar quais as condições que

favorecem o reconhecimento de modelos virtuais tridimensionais em RA através de uma pesquisa experimental. O objetivo desta pesquisa experimental é verificar se existe uma relação entre a escala do modelo virtual e a dimensão real do equipamento urbano que seja mais favorável para a compreensão do usuário. Também, nesta pesquisa, é investigado se o tipo de marcador (fiducial ou natural) afeta a percepção do usuário em relação ao modelo apresentado e de que maneira. Desta forma, o presente trabalho apresenta este experimento de forma parcial. Neste artigo, apresenta-se os resultados desta pesquisa experimental realizada com usuários projetistas. Estes usuários possuem familiaridade com a visualização de projetos arquitetônicos e treinamento formal para tal, representando os especialistas de um projeto participativo.

MÉTODO

O método desenvolve-se como uma pesquisa experimental em que é utilizado um plano fatorial para avaliar o reconhecimento do modelo virtual apresentado em RA, considerando a dimensão do modelo e o tipo de marcador utilizado, em relação ao perfil do participante e à qualidade observada. Uma versão específica do aplicativo foi desenvolvido contendo quatro tipos de testes, acessados por um menu inicial, conforme Figura 1.

Figura 1: Captura de tela do aplicativo equipAR! mostrando o menu com as 4 opções de teste



Fonte: aplicativo equipAR!

Os Testes 1 e 2 mostram os modelos virtuais em escala 1/50, o primeiro usa marcador fiducial e o segundo utiliza marcador natural (uma imagem renderizada do próprio equipamento a ser exibido em RA). Os Testes 3 e 4 mostram os modelos virtuais em escala 1/100, o Teste 3 usa marcador fiducial e o Teste 4 usa marcador natural (Quadro 1).

Quadro 1: Testes propostos usando marcadores fiduciais e naturais combinados com diferentes escalas: 1/50 e 1/100.

Escala/ Marcador	Fiducial	Natural
Escala 1/50	Teste 1	Teste 2
Escala 1/100	Teste 3	Teste 4

Fonte: Elaborado pelos autores.

O intuito era avaliar a reconhecimento dos modelos virtuais em RA por especialistas. Para tanto, cada um dos 4 testes foi realizado com 10 participantes formados por estudantes de Arquitetura ou Engenharia Civil e graduados nestas áreas. Todos os testes foram realizados individualmente. Em um primeiro momento, os usuários foram incentivados a experimentar a RA com um modelo virtual de um parque infantil, apenas para entender como o sistema funcionava, Figura 2. Depois disso, a pesquisadora explicava que o objetivo do teste era verificar as necessidades para desenvolver um sistema melhor, portanto, o que estava em teste era o aplicativo e não o usuário e assim, a opinião sobre o sistema seria muito importante.

Figura 2: Usuário experimentando o aplicativo de RA antes da avaliação e captura de tela visualização em RA do parque infantil.



Fonte: Foto realizada pelos autores, jun. 2013.

O experimento foi dividido em duas seções. A primeira começou com uma caracterização do usuário, com informações sobre idade, sexo, formação acadêmica (se arquiteto ou engenheiro civil em formação ou formado) e a frequência de uso de *smartphone* ou *tablet*. As perguntas são descritas no Quadro 2.

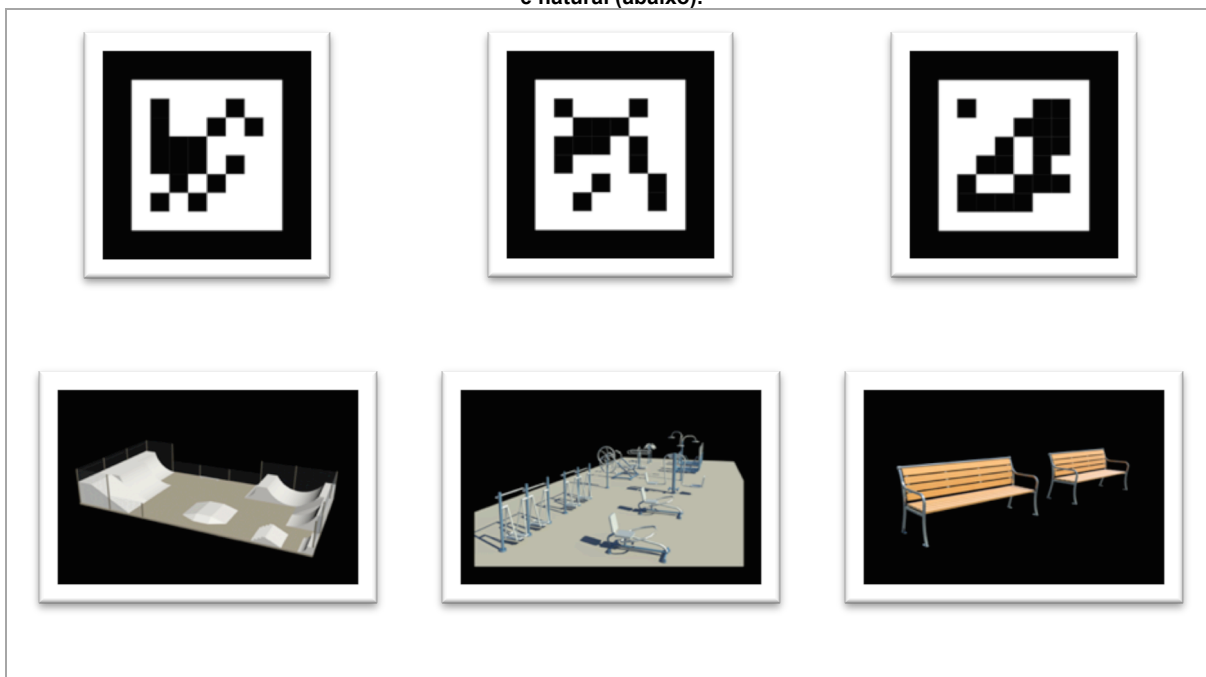
Quadro 2: Questões para caracterizar os participantes.

1. Gênero:
<input type="checkbox"/> masculino <input type="checkbox"/> feminino
2. Idade:
<input type="checkbox"/> 18-24 <input type="checkbox"/> 25-30 <input type="checkbox"/> 31-40 <input type="checkbox"/> 41-50 <input type="checkbox"/> 51-60 <input type="checkbox"/> 61 ou mais
3. Escolaridade:
<input type="checkbox"/> Engenharia Civil: superior incompleto <input type="checkbox"/> Engenharia Civil: superior completo <input type="checkbox"/> Arquitetura: superior incompleto <input type="checkbox"/> Arquitetura: superior completo
4. Qual a frequência que você usa <i>smartphone</i> ou <i>tablet</i> ?
<input type="checkbox"/> diariamente <input type="checkbox"/> 1 ou 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 1 vez por mês <input type="checkbox"/> eventualmente- já utilizei <input type="checkbox"/> primeira vez

Fonte: Elaborado pelos autores.

Depois de responder às perguntas iniciais, o usuário realizava um dos Testes (1, 2, 3 ou 4). Os equipamentos escolhidos para uso em todos os quatro testes foram: parque de skate, academia ao ar livre e bancos de praça. Esta escolha se deu devido às características de cada um, como dimensões gerais e dimensões dos objetos que os compõem. O parque de skate foi projetado com chão de concreto e grandes rampas, medindo 15 x 27,10 m. A academia ao ar livre foi projetada com 12 equipamentos de ginástica ao ar livre colocados sobre uma base de concreto medindo 9 x 21 m. Os dois bancos de parque não tinham qualquer tipo de terreno abaixo deles, cada um medindo 0,7 x 1,8 m com um espaço entre eles de 1,0 m. Em outras palavras, o parque de skate representa um equipamento urbano de grandes dimensões, a academia ao ar livre um equipamento urbano formado pelo agrupamento de 12 aparelhos de ginástica sobre uma base de concreto e os 2 bancos de parque equipamentos urbanos de pequena dimensão, isolados entre si e sem uma base comum. Os marcadores fiduciais e os respectivos marcadores naturais são mostrados na Figura 3 (a, b, c).

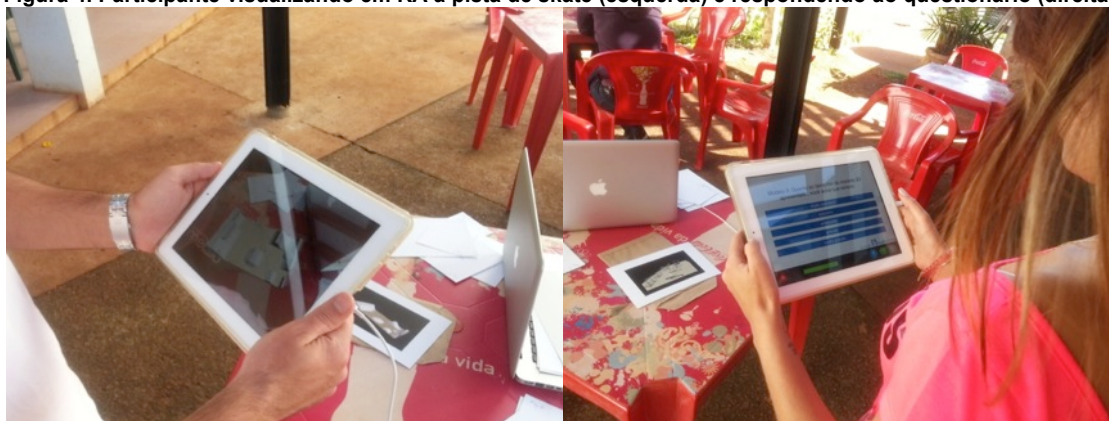
Figura 3: (a) à esquerda marcadores da pista de skate: fiducial (acima) e natural (abaixo); (b) no meio marcadores da academia ao ar livre: fiducial (acima) e natural (abaixo); (c) à direita marcadores dos bancos de praça: fiducial (acima) e natural (abaixo).



Fonte: Elaborado pelos autores.

A segunda parte da avaliação começava com a colocação do marcador referente ao parque de skate em cima de uma mesa e a pesquisadora solicitava ao usuário a manipulação do iPad ou do marcador para visualizar e manipular o modelo virtual através da RA, Figura 4 (esquerda). Depois disso, o usuário tinha que responder a um questionário a fim de verificar o reconhecimento do modelo virtual, Figura 4 (direita)

Figura 4. Participante visualizando em RA a pista de skate (esquerda) e respondendo ao questionário (direita).



Fonte: Foto realizada pelos autores, jun. 2013.

O questionário avaliava a identificação do equipamento, a familiaridade com o equipamento urbano, a opinião do usuário sobre as dimensões do equipamento e se o tipo de marcador utilizado influenciava no reconhecimento do equipamento. A qualidade de exibição do modelo virtual e a facilidade de interação com a RA também

foram questionadas (Quadro 3).

Quadro 3: Questões sobre cada um dos equipamentos urbanos vistos em RA.

5. O que melhor se aproxima do que você viu na tela do iPad? <input type="checkbox"/> opção1 <input type="checkbox"/> opção2 <input type="checkbox"/> opção3 <input type="checkbox"/> nenhum dos acima
6. Qual sua familiaridade com este equipamento (que você viu na tela)? <input type="checkbox"/> já usei <input type="checkbox"/> já vi pessoalmente <input type="checkbox"/> já vi foto/vídeo <input type="checkbox"/> já ouvi falar <input type="checkbox"/> desconheço
7. A figura sobre a mesa influenciou o reconhecimento do modelo virtual que você viu na tela? <input type="checkbox"/> influenciou, facilitando o reconhecimento <input type="checkbox"/> não influenciou o reconhecimento <input type="checkbox"/> influenciou, dificultando o reconhecimento
8. Quanto ao tamanho do modelo virtual apresentado, você acha que estava: <input type="checkbox"/> muito pequeno <input type="checkbox"/> pequeno <input type="checkbox"/> adequado <input type="checkbox"/> grande <input type="checkbox"/> muito grande
9. Como você define a qualidade (cor, aplicação de materiais, texturas) do modelo virtual que você viu: <input type="checkbox"/> péssima <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> razoável <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> excelente
10. Em relação à facilidade de manusear o iPad e o marcador para visualizar o modelo virtual, o que você achou? <input type="checkbox"/> muito difícil <input type="checkbox"/> difícil <input type="checkbox"/> aceitável <input type="checkbox"/> fácil <input type="checkbox"/> muito fácil

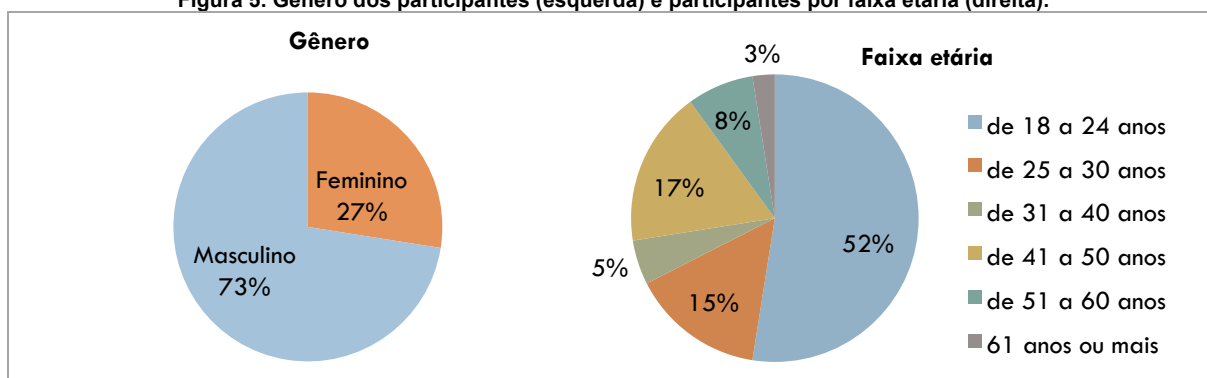
Fonte: Elaborado pelos autores.

A sequência descrita na segunda seção foi repetida com os modelos virtuais da academia ao ar livre e dos bancos de praça.

CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

A avaliação envolveu 40 participantes, entre estudantes de Arquitetura ou Engenharia Civil e graduados nestas áreas, que experimentaram o aplicativo de RA móvel com três tipos de equipamentos de lazer. Os dados coletados foram tabulados para análise estatística. Do total de participantes 27% eram do sexo feminino e 73% do sexo masculino, Figura 5 (esquerda), e a maioria dos participantes tinham entre 18 e 24 anos de idade, Figura 5 (direita).

Figura 5. Gênero dos participantes (esquerda) e participantes por faixa etária (direita).

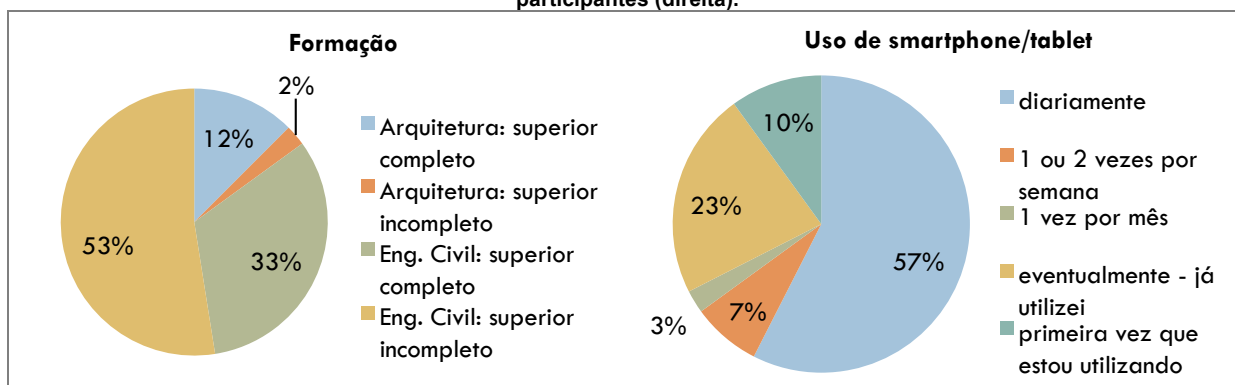


Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior parte dos participantes, 53%, era estudante de Engenharia Civil, Figura 6

(esquerda). Quando perguntados sobre a frequência de uso de *smartphone* ou *tablet*, 57% declararam usar diariamente este tipo de dispositivo móvel e apenas 10% afirmaram estar usando pela primeira vez, Figura 6 (direita). Quando comparados por faixa etária, todos aqueles que tinham 61 anos ou mais nunca tinham usado antes estes dispositivos e entre os de 51 a 60 anos nenhum fazia uso diário de *smartphones* ou *tablets*.

Figura 6. Formação acadêmica dos participantes (esquerda) e a frequência de uso de *smartphone/ tablet* pelos participantes (direita).

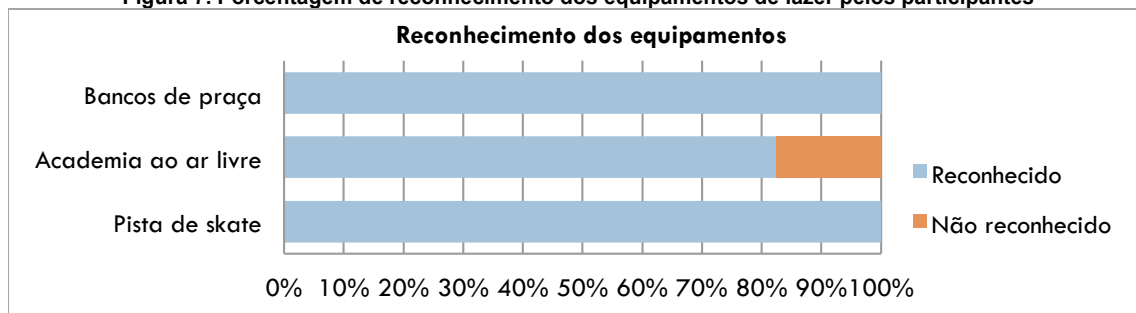


Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS

Os resultados mostram 94% de reconhecimento dos equipamentos de lazer através de RA. Observando individualmente, o parque de skate e os bancos de parque foram reconhecidos em todos os testes, já a academia ao ar livre teve 82,5% de reconhecimento (Figura 7). O não-reconhecimento representa uma amostra muito pequena, com apenas sete casos.

Figura 7. Porcentagem de reconhecimento dos equipamentos de lazer pelos participantes



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os casos de não reconhecimento foram analisados separadamente para verificar se há um comportamento comum entre eles que influenciaram a não-identificação. Dos 40 usuários que participaram do teste, apenas 7 não foram capazes de reconhecer a academia ao ar livre. Todos eram homens, o que representa 24% dos homens que

participaram.

Nos sete casos apresentados de não reconhecimento da academia ao ar livre, os usuários assinalaram que seria um parque infantil. Pode-se conjecturar que os equipamentos de ginástica apresentados se assemelham (ou são visualmente similar) à alguns parques infantis brasileiros, o que justificaria a interpretação errônea. Não é possível concluir sobre os motivos para os casos de não-reconhecimento, pois os resultados variam, e a amostra obtida é muito pequena. O Quadro 4 exhibe detalhes sobre o não reconhecimento da academia ao ar livre.

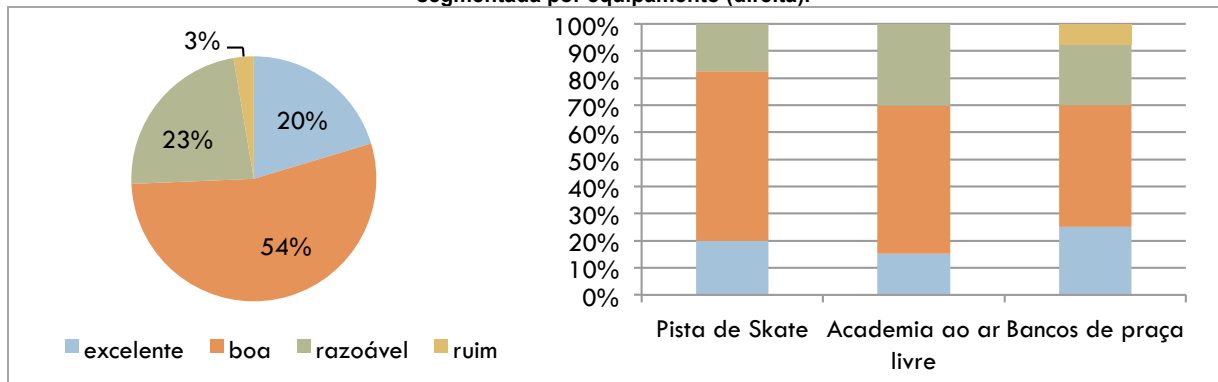
Quadro 4: Casos de não reconhecimento segmentados por idade, sexo, escolaridade, frequência de uso do *smartphone* / *tablet*, escala do modelo virtual apresentado, familiaridade com o equipamento e opinião sobre o tamanho e a qualidade do modelo virtual visualizado

Faixa etária	Formação	Uso de <i>tablet</i> / <i>smartphone</i>	Escala	Marcador	Tamanho do modelo virtual	Qualidade do modelo virtual
51 a 60	Eng. Civil	1 ou 2 x semana	1/50	fiducial	adequado	boa
41 a 50	Eng. Civil	diário	1/50	natural	muito pequeno	boa
51 a 60	Eng. Civil	1 x mês	1/50	natural	pequeno	boa
18 a 24	Eng. Civil: estudante	eventual	1/50	natural	adequado	boa
41 a 50	Eng. Civil	diário	1/100	fiducial	pequeno	razoável
18 a 24	Eng. Civil: estudante	diário	1/100	fiducial	adequado	ruim
51 a 60	Arquiteto	eventual	1/100	natural	adequado	razoável

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os casos em que o equipamento foi reconhecido foram analisados separadamente para verificar se existe um comportamento comum que favorece a identificação. Os resultados da questão 9 indicam que na maioria dos casos a qualidade dos modelos virtuais foi considerada como boa ou excelente, como mostra a Figura 8 (à esquerda). Isso varia de acordo com o equipamento: os bancos de parque têm a pior avaliação, Figura 8 (direita), mesmo sendo reconhecido 100% das vezes.

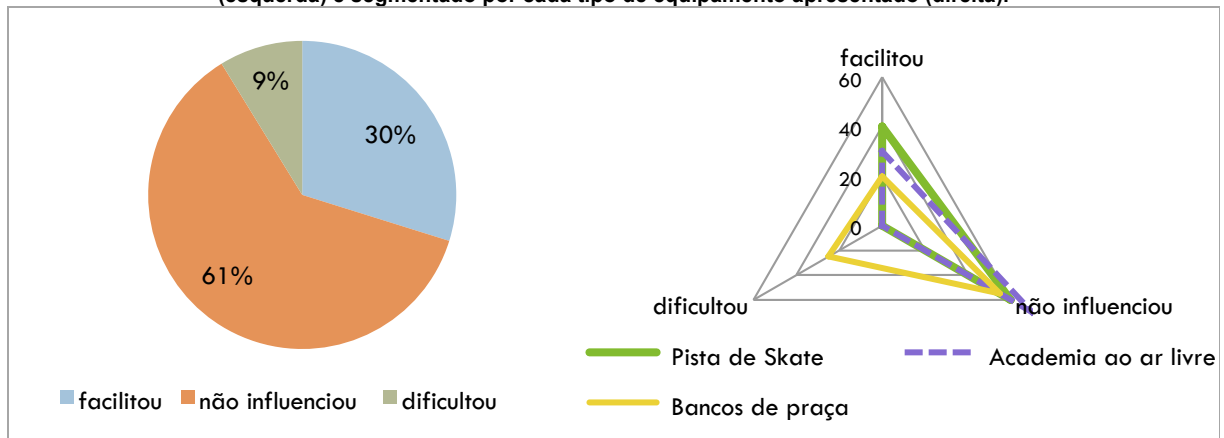
Figura 8. Opinião sobre a qualidade do modelo virtual (textura, cor, aparência do material) em geral (esquerda) e segmentada por equipamento (direita).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos testes que utilizam marcadores fiduciais (Teste 1 e 3), a opinião sobre a influência do marcador no reconhecimento do modelo (obtido através Questão 7) indica que em 30% dos casos, este tipo de marcador facilitou o reconhecimento e 61% apontou que o marcador não influenciou o reconhecimento. Só quando usado para manipular os bancos de parque o marcador fiducial foi avaliado como inadequado, Figura 9. Neste caso, foi perguntado o por quê, e a maior parte dos usuários apontou que foi difícil visualizar os bancos devido ao fato da imagem do marcador (formas geométricas em branco e preto) aparecer debaixo dos bancos, dificultando o reconhecimento.

Figura 9. Opinião sobre a influência do marcador fiducial no reconhecimento do equipamento de lazer no geral (esquerda) e segmentado por cada tipo de equipamento apresentado (direita).

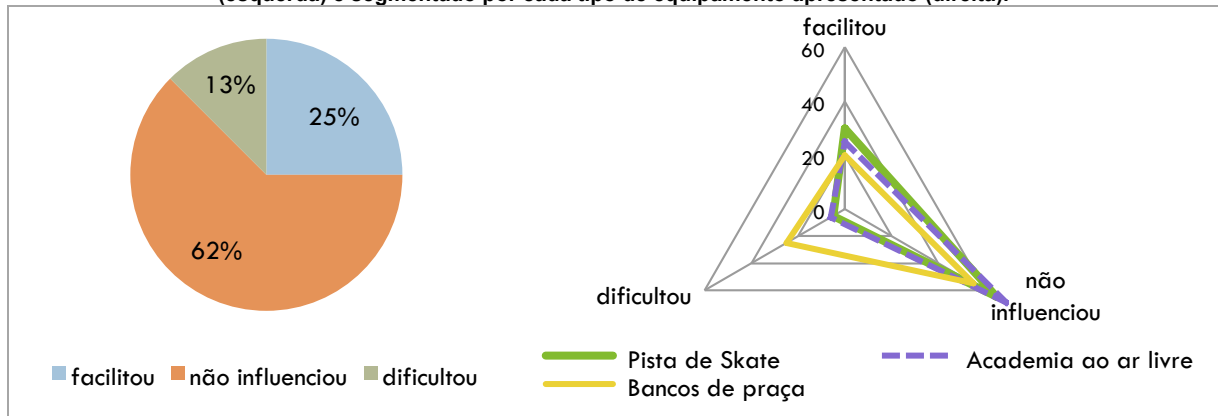


Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos testes que utilizavam marcadores naturais (Teste 2 e 4), a opinião sobre a influência do marcador sobre o reconhecimento do modelo virtual (Questão 7) indica que em 25% dos casos o marcador facilitou o reconhecimento, mas em 13% dificultou o reconhecimento do equipamento para área de lazer, Figura 10 (esquerda). O índice de insatisfação foi maior quando o marcador foi utilizado para manipular os bancos de praça, alcançando 25%, Figura 10 (direita). Nestes casos, foi perguntado

por quê, e os usuários tinham a mesma queixa, era difícil ver os bancos por causa da imagem do marcador debaixo delas. Além disso, observou-se um fenômeno de intermitência ao usar este tipo de marcador que irritou os usuários: o modelo virtual ora aparecia na tela do iPad, ora desaparecia.

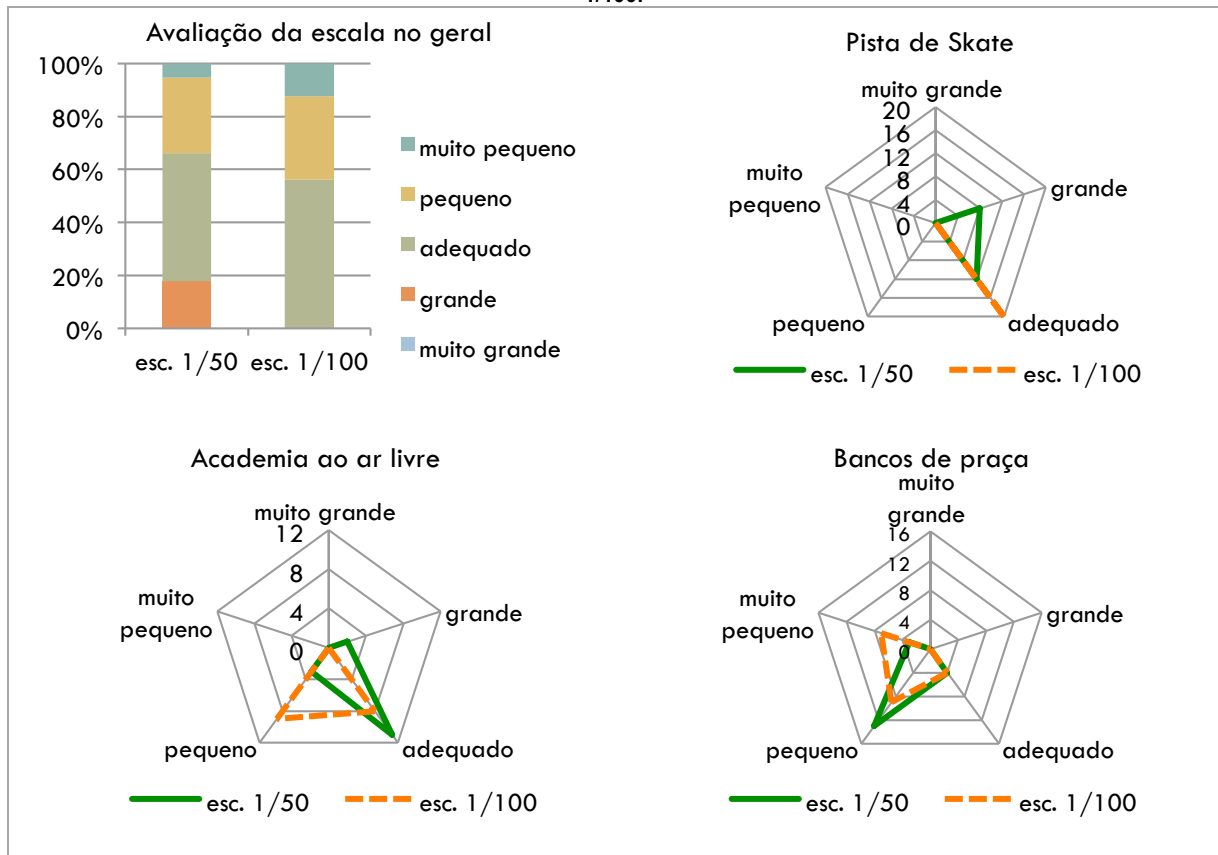
Figura 10. Opinião sobre a influência do marcador natural no reconhecimento do equipamento de lazer no geral (esquerda) e segmentado por cada tipo de equipamento apresentado (direita).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Avaliando os resultados da questão 8, que permitiu uma comparação entre os testes que utilizaram escala 1/50 (Testes 1 e 2), e os que se usaram 1/100 (Testes 3 e 4), observou-se que a pista de skate foi mais aceita quando vista em escala 1/100 e a preferência para ver a academia ao ar livre e os bancos de praça foi em escala 1/50, como representado na Figura 11.

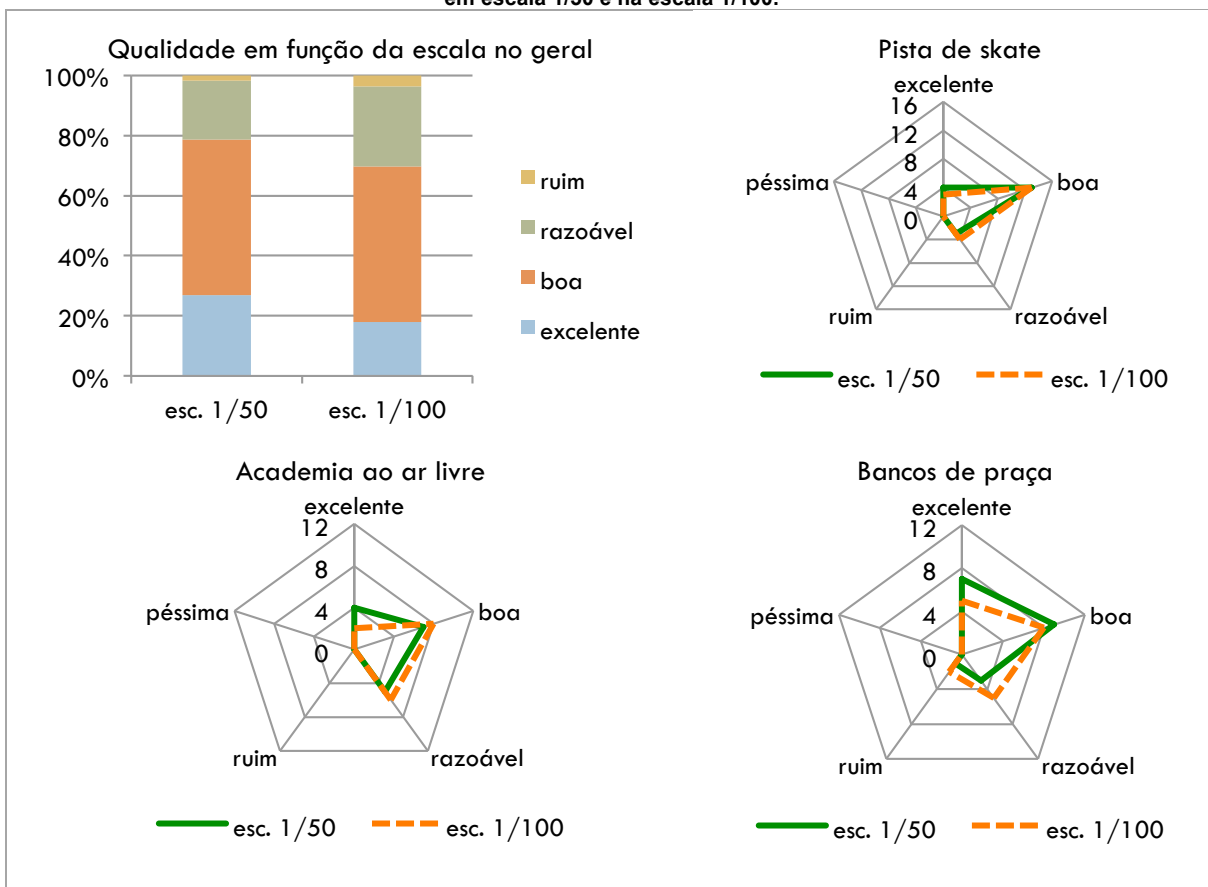
Figura 11. Opinião sobre o tamanho do modelo virtual apresentado na tela do iPad em RA na escala 1/50 e na escala 1/100.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao fazer uma avaliação cruzada entre a escala do modelo virtual e a opinião sobre a qualidade deste, observou-se que a escala também afetou a opinião sobre a qualidade do modelo virtual apresentado em RA. Mais significativamente para a academia ao ar livre e para os de bancos de praça houve uma diminuição da qualidade quando vistos em escala 1/100, Figura 12.

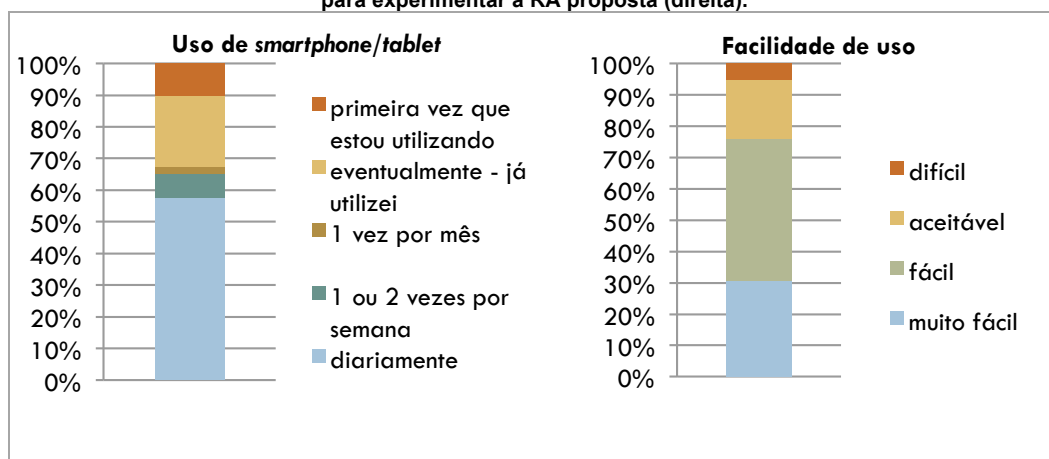
Figura 12. Opinião sobre a qualidade (textura, cor, aparência dos materiais) dos modelos virtuais apresentados em RA em escala 1/50 e na escala 1/100.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando-se a frequência de uso de *smartphone* ou *tablet* com a opinião sobre a facilidade de manipulação do iPad para experimentar a RA proposta, pode-se chegar a valores aproximados entre eles. Quase 10% dos participantes nunca tinha usado *smartphone* ou *tablet* antes ou raramente usou, Figura 13 (esquerda), e cerca de 5% considerou difícil de manipular o iPad e ver o modelo virtual na tela, Figura 13 (direita). Aproximadamente 67% usa *smartphone* ou *tablet* diariamente ou 1 a 2 vezes por semana e cerca de 75% considerou fácil ou muito fácil visualizar o modelo virtual no iPad.

Figura 13. Frequência de uso de *smartphone* ou *tablet* (esquerda) e a opinião sobre a facilidade de manipular o iPad para experimentar a RA proposta (direita).



Fonte: Elaborado pelos autores.

DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada para identificar as condições que favorecem o uso de RA móvel com modelos virtuais em escala por usuários para uma futura aplicação em um cenário de projeto participativo. O percentual de reconhecimento dos equipamentos de áreas de lazer foi muito elevado, 94%. Entretanto, apesar de o reconhecimento dos modelos virtuais através de RA ter sido elevado, a experiência indica que é necessário considerar a escala adequada para utilização em RA, a melhoria dos modelos e o tipo de marcador que mais favorece a identificação do equipamento.

Embora os bancos de praça tenham sido reconhecidos 100% das vezes, a maioria das opiniões apontou que estes eram pequenos ou muito pequenos, mesmo em escala de 1/50. A academia ao ar livre, quando vista na escala de 1/100, também foi avaliada como pequena pela maioria, mas foi melhor avaliada quando vista na escala de 1/50. A pista de skate foi melhor avaliada quando vista em escala 1/100. Analisando estes resultados, é possível dizer que quanto menor for o equipamento, maior deverá ser a escala, e vice-versa. Se a intenção for mostrar os modelos individualmente, as recomendações iniciais são:

- Para os pequenos equipamentos, como bancos, mesas e pérgulas, a escala deve ser em torno de 1/50 ou maior;
- Para equipamentos como academia ao ar livre que agrupam vários aparelhos em um único modelo, a escala deve ser em torno de 1/50;

- Para os grandes equipamentos, como pista de skate e campo de futebol, a escala deve ser em torno de 1/100 ou menor.

Porém, se a intenção for usar os modelos juntos, em um cenário de projeto de uma área de lazer, então não deve haver diferenças de escala, a fim de desenvolver um projeto consistente. O estabelecimento de escalas diferentes para equipamentos de diferentes dimensões impediria a criação coerente de uma área de lazer.

De acordo com Nilsson (2010), um sistema AR é, em sua forma ideal, feito para ser transparente e mais como parte do sistema da percepção humana do que uma entidade separada. Para que isso ocorra, o usuário deve perceber a realidade com a informação adicionada e interagir com o sistema de uma forma natural. Portanto, quando um marcador se comporta de forma ideal, ou seja transparente, o usuário pode focar na cena aumentada, uma vez que o propósito do marcador é ser suprimido pelo objeto virtual a ele vinculado. Neste caso, os dados mais importantes a serem analisados são os que o marcador não influenciou no reconhecimento do modelo virtual e os casos que influenciou, facilitando o reconhecimento. Os resultados sobre a influência no reconhecimento dos modelos virtuais apresentados em função do tipo de marcador (fiducial ou natural) são evidenciados no Quadro 5. Ao somar os casos em que não houve influência com os que a influência foi positiva, o marcador fiducial obteve 91% e o marcador natural 87% (Quadro 5 – com destaque em verde) - indicando boa aceitação em ambos os casos. Entretanto, dada a ligeira vantagem apresentada pelo marcador fiducial, seu uso deve ser considerado, preferencialmente, para aplicações de RA móvel para uso em Projeto Participativo em AEC.

Quadro 5: Resultados sobre a influência no reconhecimento dos modelos virtuais apresentados em função do tipo de marcador (fiducial ou natural)

	Fiducial		Natural	
influenciou, facilitando o reconhecimento	30%	91%	25%	87%
não influenciou o reconhecimento	61%		62%	
influenciou, dificultando o reconhecimento	09%	09%	13%	13%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que os usuários se queixaram do fenômeno de intermitência ao usar os marcadores naturais. A fim de reduzir este fenômeno e oferecer maior estabilidade de visualização em RA, a empresa Metaio (2013) sugere que o marcador natural seja desenvolvido com grande contraste e muitos detalhes. Em ambos os casos, sugere-se a melhoria dos modelos virtuais com a inclusão de um piso abaixo de

todos os equipamentos de áreas de lazer para que a imagem do marcador não dificulte o reconhecimento do modelo virtual a ele vinculado.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa é baseada no desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis personalizado para exibir em RA equipamentos urbanos para áreas de lazer. O aplicativo foi desenvolvido para ser utilizado em discussões de projeto participativo com a utilização de modelos virtuais em escala sobre uma mesa. Fez-se necessário realizar testes com especialistas para permitir identificar falhas no sistema e realizar ajustes a fim de desenvolver um aplicativo que funcione adequadamente para o fim proposto.

Os resultados discutidos servem como orientações preliminares para o desenvolvimento de aplicações de RA para dispositivos móveis. O experimento apresentado indicou a necessidade de ajustes nos modelos virtuais e nos marcadores. Testes com usuários leigos foram realizados de forma idêntica ao aqui apresentado. Posteriormente, os dois experimentos (leigos x especialistas) serão comparados para averiguar semelhanças e dissonâncias nos resultados de forma a identificar fatores que favorecem o reconhecimento dos modelos virtuais em RA tanto para especialistas quanto para não-especialistas.

Vale ressaltar que há uma dificuldade potencial na aplicação RA móvel usando *tablets* para o desenvolvimento de projetos que envolvam equipamentos urbanos de várias dimensões e também para os que são compostos por objetos de tamanhos variados. Uma hipótese deve ser testada: se esta dificuldade é diminuída com visualização simultânea em RA usando a tela do *tablet* com uma projeção externa que poderia expandir a área de visualização. Portanto, novos testes serão realizados para verificar se os usuários são capazes de reconhecer vários tipos de equipamentos de lazer e, simultaneamente, se eles são capazes de manipular os marcadores de forma a reorganizá-los no espaço, conforme desejarem, com ou sem uma projeção auxiliar. Os resultados destes novos testes podem conduzir ao desenvolvimento de uma aplicação adequada para projetos que envolvam a participação de leigos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer as seguintes instituições por seu apoio durante o desenvolvimento deste trabalho: UNICAMP e FAPESP.

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, M.; REGENBRECHT, H.; ABBOTT, M. Smart-phone augmented reality for public participation in urban planning. In: 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference. ACM, **Proceedings...** 2011. p. 11-20.
- AZUMA, R.; BILLINGHURST, M.; KLINKER, G. Editorial: Special section on mobile Augmented Reality. **Journal of Computers and Graphics**, vol. 35, issue 4, Ago. 2011.
- BEHZADAN, A. H. Use of virtual world technology in architecture, engineering and construction: Integrated Information Modeling and Visual Simulation of Engineering Operations using Dynamic Augmented Reality Scene Graphs. **Journal of Information Technology in Construction: ITcon**. 16: 259-278 p. 2011.
- BELCHER, D.; JOHNSON, B. R. ARchitectureView. 26th eCAADe Conference **Proceedings...** 2008. Antwerpen, Belgium. p.561-568.
- BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. Tangible augmented reality. In: SIGGRAPH ASIA 2008. **International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques**. ACM: New York, n. 7, 2008. Disponível em <<http://portal.acm.org/>>. Acesso em 03 de out. 2010.
- BRATTETEIG, T.; WAGNER, I. Spaces for participatory creativity. In: PDC'10, 11th Biennial Participatory Design Conference. **Proceedings...** New York, NY, USA: ACM: 51-60 p. 2010.
- METAIO. **Reference Image Guidelines**. Disponível em: <<http://dev.metaio.com/sdk/tracking-configuration/reference-image-guidelines/>> Acesso em 23 mai. 2013.
- NILSSON, S. **Augmentation in the Wild: User Centered Development and Evaluation of Augmented Applications**. Dissertação (Mestrado). Department of Computer and Information Science: Linköping, Sweden. 2010.
- HALLER, M.; BILLINGHURST, M.; THOMAS, B. **Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design**. Idea Group Publishing, 2007. 415 ISBN 1-59904-066-2.
- OLSSON, T. D. *et al.*, User evaluation of mobile augmented reality in architectural planning. **eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction**. Taylor & Francis Group, 2012, p. 733-740. ISBN 978-0-415-62128-1.
- SCHNABEL, M. A. Framing Mixed Realities. In: **Mixed Reality in Architecture, Design & Construction**: Springer, 2009. cap. 1, p.13-21. ISBN 978-1-4020-9087-5.