



Recife 4 a 6 de Novembro 2015

VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção

Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM

ufpe.br/tic2015



TECNOLOGIA E INTERFACES DIGITAIS PARA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE APARTAMENTOS: POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS¹

TECHNOLOGY AND DIGITAL INTERFACES FOR POST-OCCUPANCY EVALUATION IN APARTMENT BUILDINGS: METHODOLOGICAL POSSIBILITIES

Simone Barbosa Villa

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
simonevilla@yahoo.com

Maria Adriana Vidigal de Lima

Faculdade de Computação, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
madriana@facom.ufu.br

Danilo Bizinotto Borges

Faculdade de Computação, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
daniobizi@gmail.com

Filipe Barbosa Nunes

Faculdade de Computação, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
filipebnunes@gmail.com

Guilherme Castilho Casassanta

Faculdade de Computação, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
guilherme.casassanta@gmail.com

RESUMO

Este trabalho pretende tornar o processo da Avaliação Pós-Ocupação em habitações mais eficiente através do uso de equipamentos eletrônicos portáteis e da Web. Considerando um conjunto de métodos de Avaliação de Pós-Ocupação funcional, comportamental e ambiental em edifícios de apartamentos, este trabalho descreve como o uso de interfaces digitais desenvolvidas para dispositivos móveis auxiliam na coleta, no tratamento das informações, e no envio dos resultados à uma base de dados central via Web. A interface digital proposta é baseada em técnicas de jogos digitais e em conceitos de usabilidade, aplicabilidade e comunicabilidade em interfaces homem-máquina. Os resultados preliminares indicam que a utilização de tecnologias em meio digital podem minimizar problemas frequentes em APOs tradicionais, na medida em que aumentam a eficiência dos resultados da avaliação, reduzem seu tempo de execução e custos orçamentários, além de despertarem maior interesse por parte dos respondentes.

¹ VILLA, S. B.; LIMA, M. A. V.; BORGES, D. B.; NUNES, F. B., CASASSANTA, G. C. Tecnologia e interfaces digitais para avaliação pós-ocupação de edifícios de apartamentos: possibilidades metodológicas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. *Anais...*, Recife: ENTAC, 2015.



Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação. Apartamento. Interação homem-computador (IHC).

ABSTRACT

This work aims to make the process of Post-Occupancy Evaluation (POE) more efficient through the use of electronic and mobile equipment and the Web. Considering a set of methods for the evaluation of functional, behavioral and environmental Post-Occupancy in apartment buildings, this work describes how the use of digital interfaces, specifically designed for mobile devices, can assist in information collection and treatment, and carry the POE results to a central database via the Web. The digital interface proposed in this work is based on techniques of digital games and the concepts of usability, applicability and communicability in human-machine interfaces. The preliminary results indicate that the use of those technologies can minimize frequent problems found in traditional POEs, increase the efficiency of results evaluation, reduce its running time and budgetary costs, in addition to arouse user's interest.

Keywords: Post-Occupancy Evaluation. Apartment. Human-Computer Interaction (HCI).

1 INTRODUÇÃO

A relevância da avaliação pós-ocupação (APO) e a importância do conhecimento de seus resultados nas decisões de projeto e construção em curto, médio e longo prazo têm sido amplamente pesquisados e atestados em literaturas clássicas como Preiser, Rabinowicz e White (1988), Ornstein, Bruna e Roméro (1995), Vischer (2001), Mallory-Hill, Preiser e Watson (2012). Este trabalho pretende ampliar a discussão sobre novas possibilidades metodológicas na área da aplicação da avaliação, considerando interdisciplinaridade e adoção de diferentes métodos e abordagens não tradicionais.

A interdisciplinaridade se justifica, na medida em que outras ciências, além das relacionadas à Arquitetura e Urbanismo, são relevantes para uma maior fundamentação das ações planejadas na APO (ORNSTEIN, 2005; SALES; RUSCHEL, 2014). A adoção de múltiplos métodos na APO, qualitativos e quantitativos, se fundamenta na possibilidade da coleta de diferentes tipos de dados, permitindo, principalmente, contrabalançar os possíveis desvios/tendências (*bias*) dos resultados (LAY; REIS, 2005; BORDASS; LEAMAN; ELEY, 2006). Buscam-se metodologias com abordagens não convencionais, que consideram outros componentes da avaliação além dos obtidos pela aferição física do ambiente construído, com foco em diferentes percepções das características que interferem no comportamento dos usuários (LAY; REIS, 2003 e 2006; RHEINGANTZ, 2004).

A partir da fundamentação apresentada acima se buscou o desenvolvimento de procedimentos metodológicos de APO funcional e comportamental em edifícios de apartamentos através do desenho e utilização de interfaces digitais. A proposta deste trabalho é a realização do processo da APO em habitações via equipamentos eletrônicos portáteis, como *tablets* e *smartphones*, estabelecendo-se três conceitos para a definição de uma interface digital: usabilidade, aplicabilidade, comunicabilidade. No intuito de adequar estes conceitos ao processo da APO, foram estudadas técnicas de jogos digitais para a identificação de características de interatividade e movimentação de objetos dinâmicos que pudessem ser aplicadas à interface da APO. Os jogos digitais não cessam de se transformar e ter impacto cada vez mais amplo e profundo na cultura atual, podendo resignificá-la (MANOVICH, 2001; SALEN; ZIMMERMAN, 2012). Após a definição e a validação dos requisitos para a interface digital foram definidas as primeiras versões de forma estática, com o objetivo de documentar as ideias e os conceitos artísticos para guiar o desenvolvimento da interface.

Para receber os dados de APOs, coletados a partir da interface digital, foi modelada e constituída uma base de dados relacional e foi desenvolvido um sistema Web para o armazenamento dos dados, análise e geração de relatórios. A exploração e as interpretações



dos dados armazenados permitem a construção de informações estatísticas e científicas que poderão gerar resultados úteis para ampliar a qualidade dos projetos de moradia e nortear o estabelecimento de políticas públicas, normas e legislações para a área.

A metodologia de trabalho baseou-se nas seguintes etapas: (i) pesquisa bibliográfica sobre APO e possibilidades de interfaces digitais; (ii) pesquisa e desenvolvimento de softwares, plataformas e equipamentos ideais aos objetivos da pesquisa; (iii) definição de procedimentos metodológicos da APO em edifícios de apartamentos com enfoque funcional e comportamental; (iv) identificação de características de jogos digitais aplicáveis à APO e prototipação estática da interface digital; (v) confecção de documentos de design artístico e design técnico para conduzir o desenvolvimento da aplicação; (vi) implementação da interface e do conjunto de softwares para criação de APO, armazenamento de dados e geração de relatórios; (vii) escolha do estudo de caso, aplicação e interpretação dos resultados; (viii) ajustes nos softwares e desenvolvimento de método definitivo da APO a partir dos resultados; (ix) encaminhamentos para pesquisas futuras. O presente artigo pretende apresentar os principais resultados desta pesquisa, destacando seus avanços metodológicos e os principais dados levantados durante sua aplicação em estudo de caso na cidade de Uberlândia.

2 FUNDAMENTAÇÃO: PORQUE A INTERFACE DIGITAL PARA A APO?

A relevância da APO para a qualidade do projeto de arquitetura já é bastante consolidada por diversas pesquisas na área da construção civil (ELALI; VELOSO, 2006; ORNSTEIN; VILLA; ONO, 2010). Assim evidencia-se a necessidade da relação estreita e profunda entre a aferição do comportamento humano no espaço doméstico e a qualidade habitacional como forma de elevar os índices de satisfação e melhoria do desempenho dos projetos idealizados nessa área. Essa melhoria, além de outros aspectos, também passa pela montagem e pela observação por parte dos arquitetos de bancos de dados municiados por avaliações que incluam técnicas de percepção física do ambiente construído, bem como a interação entre esse ambiente e o comportamento dos usuários (VILLA; ORNSTEIN, 2010).

A busca pelo aprimoramento metodológico a partir do uso de equipamentos portáteis se deu principalmente a partir de uma investigação sobre os principais avanços metodológicos na área da APO, na qual se identificou que a maioria das pesquisas realizadas no Brasil se restringe a utilização de recursos tradicionais na aplicação das técnicas como o questionário em papel. Mesmo quando pesquisas se utilizam de *softwares* específicos para aplicação de *surveys*, podendo ou não ser em ambiente Web, possuem baixo nível de interação com o usuário. Neste contexto, várias demandas se configuraram como questões indutoras para o desenvolvimento da pesquisa, como (i) ampliação da eficiência e da confiabilidade dos resultados da avaliação obtidos por métodos quantitativos; (ii) possibilidade de maior interação entre o pesquisador e o morador na avaliação, explorando-se formas de interatividade entre recursos gráficos e moradores; (iii) redução dos custos da avaliação e no tempo da pesquisa; (iv) ampliação da eficiência da tabulação dos resultados da avaliação através da utilização de programas auxiliares para a análise e formatação dos dados; (v) capacidade gráfica e multimídia do meio digital e exploração de recursos gráficos na pesquisa avaliativa dos espaços habitacionais; (vi) utilização da tecnologia não somente como equipamento, mas como parte funcional e integral da avaliação, visando aproximar usuários do processo de criação da interface; (vii) capacidade da avaliação se tornar educativa reforçando novas agendas em relação a aplicação de APO como processo e não somente como produto (COLE, 2005).

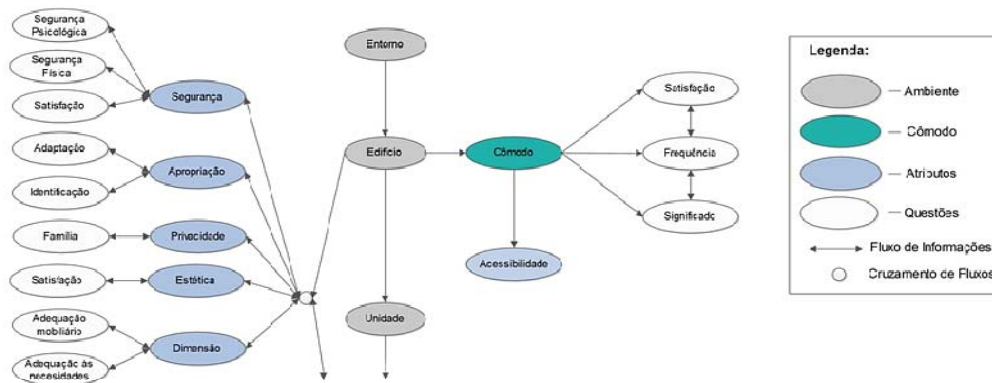


A proposta de construção da interface buscou satisfazer a ideia de “amigabilidade”, que pode ser entendida por: (i) **usabilidade**: facilidade de uso e de aprendizado das operações presentes no sistema (sem detrimento da eficiência e produtividade) e grau de satisfação do usuário durante o uso; (ii) **aplicabilidade**: utilidade do sistema na resolução de problemas variados e específicos, resultando numa aplicação de *software* que deve servir à especialidade do usuário; (iii) **comunicabilidade**: comunicação de modo eficiente dos princípios e intenções de interações que nortearam seu design. A meta da comunicabilidade é habilitar o usuário a entender as premissas, intenções e decisões tomadas pelo designer durante a elaboração da interface. Uma aplicação que leva o usuário a conhecer melhor a lógica do designer pode propiciar-lhe um uso mais criativo, eficaz e produtivo (PREECE, ROGERS, SHARP, 2005).

3 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DA INTERFACE DIGITAL

A construção da interface digital foi organizada sob as seguintes abordagens: (i) adequação estrutural das técnicas de APO; (ii) desenho artístico e técnico; (iii) desenvolvimento de protótipos da interface para estudo e escolha das ferramentas de suporte à implementação; e (iv) codificação e testes. Para a adequação estrutural das técnicas foi necessário retomar a estrutura tradicional e linear da avaliação, destrinchando seus objetivos e principais atributos avaliados para a identificação de palavras-chaves e a classificação das mesmas em quatro grupos de afinidades principais: ambiente, cômodo, atributo e questão. A partir dos grupos de afinidades, criou-se uma rede interligada de palavras que abandona a tradicional linearidade do método e torna a sequência de ações adequada ao ambiente digital, conforme Figura 1.

Figura 1 – Fragmento do Fluxograma das relações entre palavras-chaves na APO DIGITAL



Fonte: Elaborada pela equipe de desenvolvimento da primeira versão da interface (APOTablet)

Apesar de a estrutura proposta apresentar-se mais complexa por conta dos vários fluxos possíveis entre palavras-chaves inter-relacionadas, esta foi idealizada de forma intuitiva. Buscou-se através do desenho da interface a concentração do máximo de palavras-chaves possíveis em uma única tela de visualização. O fluxograma, parcialmente ilustrado na Figura 1, possibilitou a construção da primeira versão completa da interface digital, contendo as questões que deveriam ser apresentadas ao morador, utilizando recursos como símbolos, cores e imagens estáticas para representar as diversas palavras-chaves e botões (como avançar ou retroceder uma página). Esta primeira versão, denominada *APOTablet*, foi utilizada em uma aplicação da APO na cidade de Uberlândia, conforme detalhado na seção 5.



De forma a agregar os recursos de jogos digitais adequados à APO, como interatividade e movimentação de objetos dinâmicos no intuito de criar um ambiente de imersão e navegação pelas questões da APO, e ainda, contextualizando melhor as questões apresentadas ao morador, foi idealizada a construção de uma nova interface. O início da produção da nova interface se deu a partir da concepção de diferentes *storyboards*² de estudo, como ilustrado na Figura 2. Os *storyboards* foram produzidos em fases: (i) estruturação dos atributos avaliados (palavras-chaves) e da sequência de ações possíveis e relações entre elementos; (ii) design da interface, dos elementos interativos, ícones e símbolos, para incorporação no protótipo; (iii) aplicação de pré-teste com os usuários (arquitetos e entrevistados) e revisão dos elementos gráficos e sequência de ações; (iv) desenho da interface completa por cenários.

Figura 2 – Trecho de *Storyboard* de estudo para as telas iniciais da interface.



Fonte: Elaborada pela equipe de *design*

A criação dos *storyboards* proporcionou a identificação de interfaces mais amistosas ao perfil dos usuários do programa, tanto no que diz respeito aos aspectos estéticos (cores, texturas, símbolos), como nos aspectos funcionais (direcionamento da leitura, tipos de comandos, som). Buscou-se através de pesquisas na área de avaliação do comportamento humano (BECHTEL, 1997; BECHTEL; CHURCHMAN, 2001; SANOFF, 1991; SOMMER; SOMMER, 1997) a convergência com outras áreas do conhecimento como o *design* de interação homem-máquina (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). O aprimoramento da interface se deu gradativamente a partir de consultas à comunidade e ao atendimento dos objetivos e demandas indutoras da presente pesquisa. A Figura 3 ilustra uma perspectiva do ambiente proposto e define possibilidades de pontos de coleta de dados durante um percurso no cenário principal.

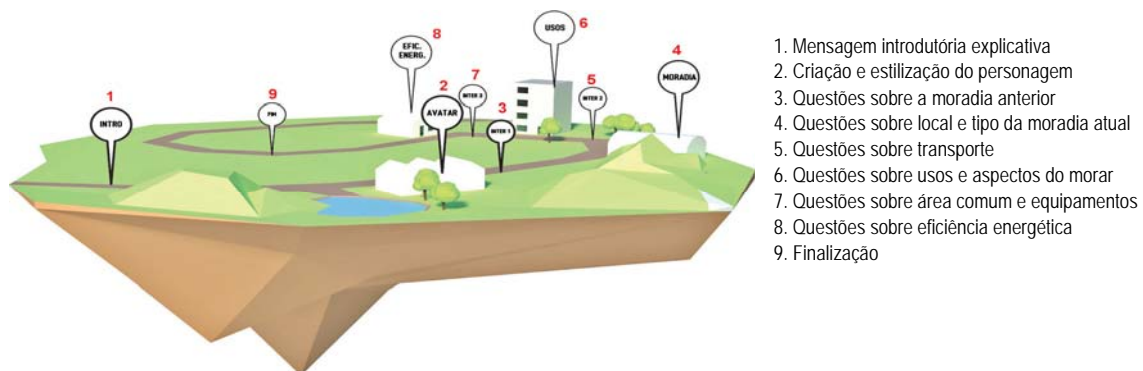
Todos os artefatos produzidos na etapa de desenho da interface, como os ilustrados nas Figuras 2 e 3, foram reunidos num *Documento de Design* da Interface Digital. Este documento visa definir e organizar aspectos conceituais e artísticos estabelecendo uma descrição comum

²**Storyboards** são organizadores gráficos tais como uma série de ilustrações ou imagens arranjadas em sequência com o propósito de pré-visualizar um filme, animação ou gráfico animado, incluindo elementos interativos.



para as etapas de produção e teste do aplicativo (ADAMS, 2010). Foram pesquisados diferentes tipos de tela e formatos de menus para a distribuição das questões da APO, além dos aspectos visuais e sensoriais na aplicação de diferentes tamanhos e cores para os elementos da interface. Da mesma forma, buscou-se identificar as fontes tipográficas e efeitos sonoros mais adequados. Para validar as ideias e os conceitos gráficos contidos no *Documento de Design* foi construído um protótipo estático que permitiu combinar os diversos desenhos produzidos para a interface e avaliar de forma geral a solução obtida.

Figura 3 - Estudo da Cena Principal



Fonte: Elaborada pela equipe de *design*

Para dar suporte à construção da Interface Digital para APO, foi elaborado um *Documento Técnico* que permitiu organizar e estabelecer os elementos, tanto conceituais quanto tecnológicos, que formam o projeto do software. Definiu-se, neste documento, que a interface seria programada para o sistema operacional *Android* utilizando-se o banco de dados *SQLite* para o gerenciamento local dos dados de cada APO. Para se estudar as possibilidades de construção da interface utilizando modelagem 2D ou 3D, foram definidos dois protótipos técnicos simplificados, baseados no *Documento de Design* e nas tecnologias específicas para cada tipo de modelagem gráfica. Os dois protótipos permitiram avaliar as abordagens 2D e 3D e ainda, estudar as ferramentas específicas disponíveis para dar suporte ao desenvolvimento.

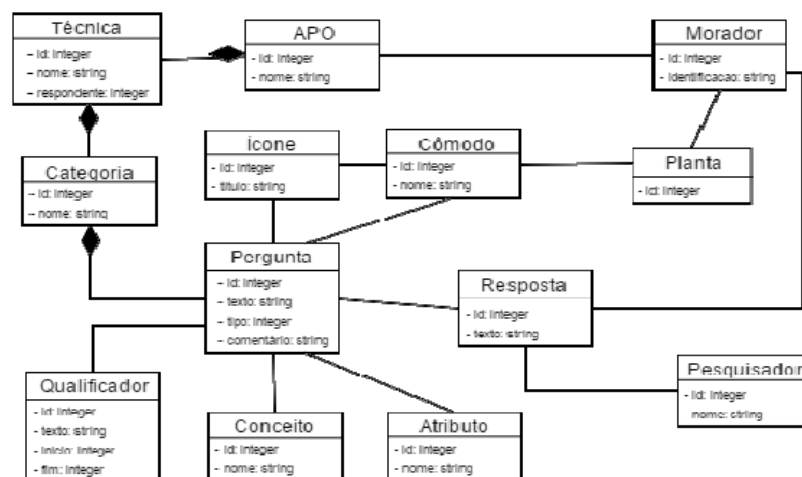
O protótipo em 2D foi realizado utilizando-se a plataforma *Corona SDK* (CORONA LABS, 2015) com a linguagem de programação *Lua* (IERUSALIMSKY, 2006) e as imagens foram geradas utilizando-se ferramentas como *Photoshop*, *Illustrator* e *SketchUp*. A construção do protótipo em 3D utilizou o motor de programação de jogos *Unity 3D* (UNITY, 2015) com o auxílio de *scripts* criados na linguagem *C#*, e o programa de modelagem tridimensional *Blender*. A construção dos dois protótipos exploratórios em 2D e 3D permitiu mensurar as dificuldades na construção de cada abordagem. O protótipo em 2D mostrou-se mais adequado às necessidades da APO, proporcionando a criação de uma interface com maior rapidez e agilidade no desenvolvimento. A plataforma *Corona SDK* atende ao software livre, possui técnicas aprimoradas e simplificadas de simulação de movimento e interação entre usuário e aplicativo, e oferece uma boa variedade de APIs (*Application Programming Interfaces*) para a programação de *sprites* para animações, manipulação de imagens e sons, desenvolvimento de botões, entre outros. A linguagem *Lua*, concebida em solo brasileiro, foi utilizada na construção do código da interface em conjunto com *Corona SDK*. Com o auxílio da API *SQLite* da plataforma *Corona SDK* e rotinas locais, foi implementada a comunicação dos dados coletados com o Sistema de Coordenação de APOs, apresentado na próxima seção.



4 SISTEMA DE COORDENAÇÃO DE APO E GERAÇÃO DE RELATÓRIOS

O sistema de Coordenação de APOs é o responsável por criar e manter as técnicas que compõem uma APO. Essencialmente, cada técnica mantida pelo sistema é um questionário configurável em que é possível especificar perguntas com diferentes tipos de resposta, podendo ser texto, múltipla escolha, valores numéricos, entre outros. As respostas registradas para cada questão são armazenadas localmente nos dispositivos móveis e são posteriormente transferidas, via arquivo de *script*, para a base de dados do sistema de Coordenação de APOs. O SGBD MySQL foi utilizado para a construção da *base de dados sobre o morar* e o modelo apresentado na Figura 4 representa o esquema relacional dos dados.

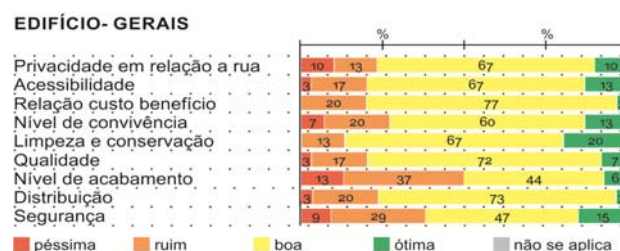
Figura 4 – Modelo da base de dados relacional da APO



Fonte: Elaborada pela equipe de desenvolvimento da APOTablet

O sistema de Coordenação de APOs é uma aplicação Web desenvolvida com base na arquitetura Cliente-Servidor e no padrão de projeto MVC (Modelo, Visão e Controle), utilizando-se a linguagem Java e *frameworks*, como JSF (*Java Server Faces*), apropriados para a construção de sistemas Web. Através da comunicação entre as ferramentas SQLite (de armazenamento temporário em dispositivos móveis) e MySQL, via arquivo de *script*, foi possível persistir as respostas das APOs na *base de dados sobre o morar* para servirem de fonte de dados para as eventuais consultas dos pesquisadores sobre os dados registrados.

Figura 5 – Exemplo de gráfico gerado pelo sistema de Coordenação de APOs



Fonte: Elaborada pela equipe de desenvolvimento da APOTablet



Os gráficos e relatórios das diversas APOs são gerados também pelo Sistema de Coordenação, como o gráfico apresentado na Figura 5. Pretende-se que este sistema possa exibir dados complexos ao usuário de forma simples e concisa, permitindo a análise, interpretação e avaliação de tais dados.

5 APLICAÇÃO DA APO DIGITAL - estudo de caso na cidade de Uberlândia (Brasil)

Após o desenvolvimento das etapas iniciais de pesquisa descritas anteriormente, foi produzida a primeira interface para *tablet* contendo apenas as questões de interesse da APO associadas a elementos gráficos simples e textuais. Esta interface denominou-se *APOTablet* (Figura 6) e seu objetivo principal foi o de organizar e formatar as questões e prover a coleta dos dados de uma APO em meio digital.

Foi realizada na cidade de Uberlândia uma aplicação de APO utilizando-se a interface *APOTablet* e o conjunto de *softwares* definidos para manter a base de dados sobre o morar. Iniciou-se o planejamento para a aplicação categórica do método seguindo as etapas: (i) definição do estudo de caso; (ii) definição dos instrumentos utilizados; (iii) definição da amostragem; (iv) contatos e autorizações; (v) aplicação dos instrumentos; (vi) tabulação e leitura dos resultados; e (vii) indicações para pesquisas futuras.

Figura 6 – Exemplo de tela da *APOTablet*

The screenshot displays the APOTablet interface. On the left, a blue sidebar contains a menu with options: 'Entorno', 'Edifício', 'Unidade', 'Pesquisador', and 'Walkthrough'. The 'Pesquisador' option is currently selected. Below the menu is a 'Finalizar' button. The main area is titled 'FUNCIONAIS' and lists several evaluation criteria, each with four radio button options: 'MUITO BOM', 'BOM', 'RUIM', and 'MUITO RUIM'. The criteria listed are: 'Dimensão - área útil', 'Compartimentação proposta', 'Setorização proposta', 'Área útil dos cômodos', 'Circulações', 'Pé direito', 'Possibilidade de ampliação', and 'Flexibilidade do espaço'. A 'Voltar' button is located at the top right of the main area. At the bottom of the screen, there is a status bar showing the time as 4:27 PM and various system icons.

Funcional	MUITO BOM	BOM	RUIM	MUITO RUIM
Dimensão - área útil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compartimentação proposta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Setorização proposta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Área útil dos cômodos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Circulações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pé direito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilidade de ampliação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibilidade do espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Elaborada pela equipe de desenvolvimento da *APOTablet*

O empreendimento foi escolhido por apresentar uma série de características relevantes para a pesquisa no sentido de potencializar a aplicação do método. Localizado no setor leste da cidade de Uberlândia, caracteriza-se por uma habitação coletiva verticalizada, composta por 17 blocos e três diferentes tipologias de apartamento: dois e três dormitórios, com e sem suíte (57 a 84m²), além de contar com equipamentos de uso coletivo (piscina, academia, salão de festas, quadra, brinquedoteca e playground). O conjunto de softwares desenvolvidos para a *APOTablet* contemplou os instrumentos: *walkthrough* e questionário + análise de uso.



Como o objetivo principal desta aplicação foi de testar o método no meio digital, adotou-se uma amostra significativa segundo os seguintes aspectos do empreendimento e de sua população: variação tipológica da unidade habitacional, variação do perfil familiar do entrevistado e variação de faixa etária do entrevistado. Estes aspectos puderam dar maior variedade à amostra, ampliando as demandas na aplicação dos instrumentos.

Quadro 1 – Lista de Instrumentos aplicados no Estudo de Caso

Instrumento	Respondente	Natureza do método	Uso de meio digital (APOTablet)	Formato Tradicional
1. Levantamento de dados gerais	Pesquisador	qualitativo/quantitativo		x
2. <i>Walkthrough</i>	Pesquisador	quantitativo	x	
3. Pesquisa de perfil familiar	Porteiro	quantitativo		x
4. Questionário + Análise de Usos	Morador	quantitativo	x	
5. Grupo Focal	Morador	qualitativo		x
6. Entrevista com pessoa-chave	Arquiteto e Síndico	qualitativo		x

Fonte: Elaborado pelos autores

Seguindo-se aos contatos e à devida autorização por parte dos responsáveis pelo condomínio (síndico e conselho), os instrumentos foram aplicados³ conforme sequência estabelecida no Quadro 1. Durante a aplicação dos instrumentos por meio digital, registros foram feitos pelos entrevistadores no sentido de identificar possíveis problemas e aspectos positivos em relação à: (i) funcionamento do equipamento e do sistema; (ii) nível de interação homem-máquina – interface; (iii) compreensão dos termos e informações coletadas; (iv) otimização do tempo. Estas impressões coletadas foram compatibilizadas com cada grupo de amostra (perfil familiar, faixa etária e tipologia) a fim de potencializar as reflexões sobre o método de avaliação testado.

A partir da tabulação dos resultados da aplicação dos instrumentos do Quadro 1, análises foram realizadas no sentido de verificar a eficiência dos instrumentos elaborados em meio digital, notadamente do questionário + análise de uso. Verificou-se que os resultados, em sua maioria condiziam com as impressões gerais elencadas pelos moradores no Grupo Focal e pelos pesquisadores no *Walkthrough*. Questões como a insatisfação em relação à unidade (apartamento) nos quesitos área útil e nível de acabamento se confirmaram em todos os instrumentos aplicados, assim como os melhores níveis de satisfação dados a gestão do condomínio, no quesito limpeza e conservação (Figura 5). Após o cruzamento dos resultados da aplicação dos instrumentos, foram feitas reflexões no sentido de aprimorar o conjunto de softwares desenvolvidos e alimentar o delineamento da continuidade desta pesquisa.

6 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de trabalho futuro, pretende-se o aperfeiçoamento da interface digital através da modelagem em 3D dos elementos gráficos definidos no *Documento de Design* e a sua posterior implementação em ambiente multiplataforma, utilizando-se o motor Unity3D. A modelagem 3D tem a vantagem de proporcionar ao usuário uma experiência mais próxima da realidade, pois os objetos possuem não apenas altura e largura, mas também profundidade, e o usuário pode se movimentar para qualquer lugar. Neste contexto, a interface digital em 3D pode ser ainda mais amigável, intuitiva e inovadora, além da possibilidade de se explorar melhor o aspecto educativo da APO em ambiente com maior possibilidade de imersão.

³ A equipe de aplicação da APO foi composta por 12 alunos integrantes do Núcleo de Pesquisa em Habitação, composto por alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo e do curso de Design da Universidade Federal de Uberlândia. Anteriormente à aplicação da APO a equipe foi treinada e preparada para o uso da interface *APOTablet*.



Com a criação da *base de dados sobre o morar*, pode-se considerar o tema da descoberta de conhecimento em base de dados, com o objetivo de identificar as tecnologias existentes nesta área que possam ser aplicadas ao contexto da APO, no intuito de fornecer um tratamento especial às informações da *base de dados sobre o morar* e produzir conhecimentos a partir dos dados brutos ali contidos. A aplicação de técnicas de descoberta de conhecimento em bases de dados permite a construção de informações estatísticas e científicas que poderão gerar resultados úteis para ampliar a qualidade dos projetos de moradia e nortear o estabelecimento de políticas públicas, normas e legislações para a área. Os padrões extraídos devem ser confiáveis, compreensíveis e úteis, de forma a serem utilizados como conhecimento na melhoria da qualidade de moradias. A descoberta de conhecimento em bases de dados tem sido utilizada com sucesso em diferentes tipos de dados, tais como consumo de energia e conforto térmico (GAO; TUMWESIGYE; CAHILL; MENZEL, 2010).

No tema das bases de dados avançadas, pode-se também pensar na criação de uma ontologia para representar o conhecimento da área de pós-ocupação como um mecanismo mais flexível de disponibilização, na Web, das respostas aos questionários a partir do uso do padrão RDF (*Resource Description Framework*) e das tecnologias da Web Semântica (BREITMAN, 2005). A definição de uma ontologia para APOs pode gerar uma terminologia a ser compartilhada com outros grupos de pesquisa, permitindo unificar conceitos do mesmo domínio. Assim, o uso de uma ontologia pode permitir que dados sobre APOs pudessem ser identificados na Web e possivelmente integrados. Corry (2014) apresenta o uso de técnicas de web semântica para a integração de conceitos nos setores de arquitetura, engenharia e construção visando melhorar o gerenciamento do desempenho dos edifícios na área de eficiência energética através do uso de dados capturados a partir de fontes heterogêneas, porém enriquecidos semanticamente.

7 CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa visam contribuir para os avanços metodológicos na APO em edifícios de apartamentos através do desenvolvimento de interface digitais. Os recursos em meio digital visam minimizar, senão sanar, alguns problemas decorrentes de APOs tradicionais, na medida em que pretendem aumentar a eficiência dos resultados da avaliação dispondo de recursos gráficos mais objetivos e interativos, despertando maior interesse por parte dos respondentes e consequentemente garantindo resultados mais fiéis à realidade.

Além das especificidades de uma pesquisa em pós-ocupação, cabe ressaltar o caráter interdisciplinar dessa empreitada. A coordenação de estratégias que promovessem a criação colaborativa do protótipo entre áreas diversas (arquitetura, computação e design) foi um aprendizado em si. Embora tenha se tentado antecipar no projeto indicações de como se daria essa colaboração, foi durante o processo de execução do projeto que foi possível ter-se mais claramente colocados os desafios de uma convergência entre áreas. Em uma parte considerável do projeto as tarefas a serem executadas foram estabelecidas em conjunto, por todas as áreas. Assim, passou-se de uma multidisciplinaridade inicial para uma interdisciplinaridade, estabelecendo um campo comum no qual questões foram identificadas e eventuais soluções foram desenvolvidas.

A relevância deste projeto reside na produção de um canal digital sobre o morar, próprio para dispositivos móveis, explorando recursos interativos e interfaces digitais mais amigáveis e intuitivas para a comunidade. Mediante as informações coletadas pela aplicação em dispositivos móveis, o sistema objetiva construir e disponibilizar dados estatísticos e científicos que poderão ampliar a qualidade dos projetos na área da construção de moradias.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 471718/2014-9, pelo recurso concedido, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), processo nº TEC-APQ-02216-13, pelo auxílio financeiro e bolsa de iniciação científica e à Pró-Reitoria de Graduação da Universidade Federal de Uberlândia, processo nº 2014PBG000969, pelas bolsas de graduação concedidas dentro do programa Aprimoramento Discente.

REFERÊNCIAS

- ADAMS. E. **Fundamentals of Game Design**. Indianapolis:IN, New Riders, 2013. 576 p.
- BORDASS, W.; LEAMAN, A.; ELEY, J. A guide to feedback and post-occupancy evaluation, (Usable Buildings Trust: 2006). Disponível em: <<http://goodhomes.org.uk/downloads/members/AGuideToFeedbackAndPostOccupancyEvaluation.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2015.
- BECHTEL, R. **Environment & Behavior: An introduction**. Thousand Oaks,CA: Sage, 1997. 679 p.
- BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. (Ed.) **Handbook of Environmental Psychology**. New York: John Wiley & Sons, 2003. 736 p.
- BREITMAN, K. K. **Web Semântica: a internet do futuro**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- COLE, R. J. Building environmental assessment methods: Redefining intentions and roles. **Building Research & Information**, v. 33, n. 5, p. 455–467, 2005.
- CORONA LABS. SDK API Reference. Corona Labs Incorporation. Disponível em <<https://docs.coronalabs.com/api/>>. Acesso em 18 mai. 2015.
- CORRY, E. **A Semantic Web approach to enable the holistic environmental and energy management of buildings**. 2014. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – National University of Ireland, Galway, 2014.
- ELALI, G.A, VELOSO, M. Avaliação Pós-Ocupação e processo de concepção projetual em arquitetura: Uma relação a ser melhor compreendida. In: VI SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA USP, 2006. São Paulo: **Anais** São Paulo, 2006. 1 CD-ROM.
- GAO, Y.; TUMWESIGYE, E.; CAHILL, B.; MENZEL, K., Using data mining in optimisation of building energy consumption and thermal comfort management. In: SOFTWARE ENGINEERING AND DATA MINING (SEDM), 2010 2nd International Conference. **Anais** Chengdu (China), 2010. p.434,439.
- IERUSALIMSKY, R. **Programming in Lua**, Second Edition. Rio de Janeiro: Lua.Org, 2006.
- LAY, M. C. D.; REIS, A. T. L. Privacidade na habitação: atitudes, conexões visuais e funcionais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 3, n. 4, p. 21-33, 2003.
- LAY, M. C. D.; REIS, A. T. L. Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. **Ambiente Construído**, Porto Alegre: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 5, n. 2, p. 21-36, 2005.



LAY, M. C. D.; REIS, A. T. L. Avaliação da qualidade de projetos – uma abordagem perceptiva e cognitiva. – **Ambiente Construído**, Porto Alegre: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 6, n. 3, p. 21-34, 2006.

MALLORY-HILL, S.; PREISER, W.; WATSON, C. **Enhancing Building Performance**. London: Wiley-Blackwell Press, 2012.

MANOVICH, L. **The language of new media**. Cambridge MIT Press, 2001.

ORNSTEIN, S; BRUNA, G; ROMÉRO, M. **Ambiente Construído & Comportamento: A Avaliação Pós-Ocupação e a Qualidade Ambiental**. São Paulo: Studio Nobel, FAU-USP, FUPAM, 1995. 216 p.

ORNSTEIN, S. W. Arquitetura, Urbanismo e Psicologia Ambiental: uma reflexão sobre dilemas e possibilidades da atuação integrada. São Paulo: **Revista Psicologia USP**: Editora da Universidade de São Paulo, v. 16 (1/2), p. 155-165, 2005.

ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; ONO, R. Residential high-rise buildings in São Paulo: aspects related to the adequacy to the occupant s needs. **Journal of Housing and the Built Environment JCR**, v. 26, p. 73-84, 2010.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PREISER, W. F.E.; RABINOWITZ, H. Z.; WHITE, E. T. **Post-Occupancy Evaluation**. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1998.

RHEINGANTZ, P. De corpo presente: sobre o papel do observador e a circularidade de suas interações com o ambiente construído. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA USP, 2004, São Paulo. **Anais ...**, São Paulo, 2004. 1 CD-ROM.

SALEN, K., ZIMMERMAN E. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos**. Vol. 4. São Paulo: Editora Blucher, 2012.

SALES, A. A.; RUSCHEL, R. BIM no suporte a Avaliação Pós-Ocupação. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. **Anais ...**, Maceió: ENTAC, 2014, p.1773-1783.

SANOFF, H. **Visual Research Methods in Design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

SOMMER, B; SOMMER, R. **A practical guide to behavioral research. Tools and Techniques**. New York: Oxford University Press, 1997.

UNITY. UNITY 3D Engine. Disponível em <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Acesso em 15 mai. 2015.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. Projetar apartamentos com vistas à qualidade arquitetônica a partir dos resultados da avaliação pós-ocupação. **Gestão & Tecnologia de Projetos JCR**, v. 5, nº2, p. 35-60, 2010.

VISCHER, J. Post-Occupancy Evaluation: a multifaceted tool for building improvement. In: FEDERAL FACILITIES COUNCIL. Learning From Our Buildings. A State-of-Practice Summary of Post-Occupancy Evaluation. Washington: National Academy Press, 2001.