



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

BIM NO SUPORTE A AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO

SALES, Adriano de Alencar (1); RUSCHEL, Regina C.(2)

(1) PPGEC-UNICAMP, e-mail: adriarchi@hotmail.com

(2) FEC-UNICAMP, e-mail: ruschel@fec.unicamp.br

RESUMO

Esta pesquisa avalia como tornar mais eficiente a reutilização dos dados coletados em APO para viabilizar o processo de retro-alimentação fazendo uso da Tecnologia da Informação na Construção (TIC). Sugere-se que o modelo de informação da edificação incorpore os dados coletados em APO e que por meio da interoperabilidade este seja compartilhado entre projetistas e assim utilizado em novos empreendimentos. Mas de que forma? E o quanto o modelo de informação é capaz de absorver o tipo de informação coletado nestes estudos? Uma vez inseridos no modelo de informação como podem ser utilizados? A pesquisa foi exploratória e classificada como um estudo de campo. O estudo de campo desenvolveu-se a partir das seguintes etapas: domínio do problema, formulação, desenvolvimento e pré- testes, aplicação e análise. O domínio do problema abrangeu os três temas focais estudados, sendo estes: Avaliação Pós- Ocupação, Modelo Paramétrico BIM (Building Information Modeling) e processos de projeto. O estudo foi validado num conjunto habitacional específico. Foram analisados APOs anteriormente realizadas para subsidiar exemplos concretos de dados coletados. O modelo de informação do conjunto habitacional foi testado em plataformas distintas, sendo avaliada como base de interoperabilidade o formato aberto IFC. Observou-se que o componente da categoria zona no modelo de informação é o mais apropriado para a introdução e manuseio de propriedades como: identificação e satisfação. Foi possível replicar a tabulação dos dados coletados na APO pela extração dos dados inserido no modelo BIM.

Palavras-chave: BIM, Avaliação Pós-Ocupação, Tecnologia da Informação na Construção.

ABSTRACT

This research examines how to optimize the reuse of data collected in a Post-Occupancy Evaluation (POE) to enable the design feedback making use of Information Technology in Construction. It is suggested to incorporate to the Building Information Model the data collected in such evaluations and that through interoperability shared information between designers and in new developments. But how? How should the information model absorb the type of information collected in these studies? Once entered into the model as information how can it be used? The research was exploratory and classified as a field study. The field study was developed from the following steps: understanding the problem domain, formulation of a solution, development and pre-testing, implementation and analysis. The problem domain involved three focal themes: Post-Occupancy Evaluation, Building Information Modeling and design processes. The study was validated in for a specific housing development. POEs previously undertaken where considered subsidizing specific examples of data collected. The information model of the housing development was tested on different platforms considering best performance in terms of interoperability by IFC format . It was observed that the component category Zone was the most suitable for the introduction and handling data such as identification and satisfaction. It was possible to replicate the tabulation of data collected in the POE with the extraction of data inserted into the BIM model.

Keywords: BIM, Post-Occupancy Evaluation, Information technology in construction.

1 INTRODUÇÃO

A arquitetura pública relativa a hospitais, escolas e moradias, costuma ser encomendada por clientes que não serão os usuários diretos. Desta forma, a comunicação entre projetista e usuário final é indireta. Nesse contexto, a Avaliação Pós-Ocupação (APO) aparece como eficaz ferramenta de avaliação sistemática do ambiente construído, emulando uma comunicação entre projetista e usuário. APO é conceituada como sendo uma “metodologia” que pretende diagnosticar os aspectos positivos e negativos do ambiente em uso a partir da avaliação de fatores técnicos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais, tendo em vista tanto a opinião dos técnicos, projetistas e clientes, como também dos usuários (ORNSTEIN; ROMÉRIO, 1992).

Para Preiser, Rabinowitz e White (1988) existem três níveis de APO: indicativa, investigativa e de diagnóstico; implicando em três temporalidades de curto, médio e longo prazos das implicações de aplicação das recomendações resultantes no ambiente avaliado. O diagnóstico resultante da APO também é insumo na fase de planejamento estratégico para novos empreendimentos similares ao avaliado devido ao ciclo de retroalimentação no processo de projeto (SILVA; SOUZA, 2003).

A questão abordada neste artigo é como tornar mais eficiente a reutilização dos dados coletados para viabilizar a retroalimentação em processo de projeto utilizando BIM. Pretende-se contribuir para o desenvolvimento de soluções inovadoras em tecnologia da informação e comunicação aplicadas à construção no contexto da operação e planejamento de edificações. Desta forma, o objetivo do estudo apresentado é propor diretrizes para integração de Building Information Modeling (BIM) e Avaliação Pós-Ocupação (APO), tornando mais eficiente a coleta dos dados de APO, registro e reutilização em processo de projeto de Habitação de Interesse Social (HIS).

2 AVALIAÇÃO PÓS- OCUPAÇÃO

Estudos de Avaliação Pós-Ocupação deveriam informar como um edifício está se desempenhando na prática (LEAMAN; STEVENSON; BORDASS, 2010). Este desempenho pode ser avaliado por três perspectivas: do ocupante, do ambiente e econômica. O objetivo final de uma APO é o aprendizado. Este aprendizado pode beneficiar um projeto específico ou contribuir para a construção de um conhecimento mais geral (PREISER; RABINOWITZ; WHITE, 1988). Segundo Zimring (2002, p. 310) a APO se diversificou com o tempo e inclui uma prática variada, envolvendo “debates sobre o desenvolvimento de conhecimentos e métodos das ciências sociais e humanas”.

Não existe um modelo de APO que se destaca. Entretanto, o modelo proposto por Preiser, Rabinowitz e White (1988) foi selecionado para este estudo pela sua característica sistêmica. Os autores propõem um modelo de processo para APO que inclui três fases: de planejamento, condução e aplicação (Figura 1). No planejamento realiza-se reconhecimento do caso de estudo, verifica-se a viabilidade do estudo, definem-se recursos e instrumentos da pesquisa. Na fase de condução, executa-se o pré-teste dos recursos e instrumentos da pesquisa, a coleta efetiva dos dados e a análise dos mesmos. Na fase de aplicação reportam-se os resultados, recomendam-se ações e monitoram-se os impactos da aplicação destas ações.

Figura 1 – Etapas tradicionais da Avaliação Pós-Ocupação



Fonte: O autor

3 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

BIM é visto como um sistema para representar e comunicar informação gerada durante o ciclo de vida de uma edificação consistindo em uma tecnologia emergente e uma mudança processual para os setores de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações – AECO SUCCAR (2009). Outros autores EASTMAN et al. (2008) também ressaltam que BIM é uma tecnologia de modelagem e requer processos associados usados na produção, comunicação e análise de modelos de edifícios. Trata-se de um paradigma que apresenta duas características principais que o diferenciam da tecnologia CAD comumente em uso por profissionais de AEC. Estas características são a modelagem orientada a objetos e a interoperabilidade. Por meio da modelagem paramétrica os objetos são representados por parâmetros e regras associados à geometria que, por sua vez, são integradas com o propósito de evitar inconsistências, independentemente de como são apresentadas (2D ou 3D). São consideradas ferramentas de autoria BIM as ferramentas que permitem aos usuários elaborarem modelos que sejam objetos paramétricos.

Outra característica do paradigma BIM é a interoperabilidade que consiste na propriedade de intercambiar modelos de informação por meio da importação (para criação e edição de projeto) e exportação de dados entre aplicativos, o que garante uma prática integrada entre um time de trabalho. Para que isso ocorra, é necessária a implementação de um protocolo de troca de dados nos aplicativos e nos processos do projeto, onde se enquadram os formatos de troca de dados de domínio público, entre outros existentes, cujos principais para construção civil são: Industry Foundation Classes (IFC) e CIMSteel Integration Standards, release 2 (CIS/2) (EASTMAN et al. (2008).

4 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa proposta foi exploratória e classificada como um estudo de campo, já que os procedimentos adotados visam o aprofundamento das questões propostas. Integraram-se os resultados de APO nos modelos de informações associados e criaram-se mecanismos para sua visualização, consulta, validação de regras e uso no processo de projeto. O estudo de campo desenvolveu-se seguindo as etapas de pesquisa: domínio do problema, formulação, desenvolvimento e pré-testes, aplicação e análise (GIL, 2002, p. 129-135).

A etapa de domínio do problema desenvolveu-se por meio da revisão bibliográfica e fundamentação teórica. Avaliou-se: (i) como se desenvolvem APOs e como são

apresentados os seus resultados; (ii) qual é a estruturação e composição de um modelo de informação em BIM e (iii) quais as possibilidades de integração, manuseio, troca e reutilização dos dados de APO em ambiente colaborativo tendo como base o modelo paramétrico, e quais as questões em processo de projeto que são respondidas por este procedimento. Uma síntese desta etapa foi apresentada na seção 2 deste artigo.

Na etapa de formulação avaliou-se a estrutura do modelo da edificação quanto ao seu comportamento diante das possibilidades de introdução e manuseio de propriedades, quais os componentes do modelo são mais apropriados para estas possíveis ações e qual a melhor escala a ser trabalhada (apenas um apartamento tipo, um pavimento, um bloco inteiro ou uma quadra). A partir de uma APO realizada nos moldes de Preiser, Rabinowitz e White (1988) avaliou-se conjuntamente, a estrutura do formulário considerando a composição de suas questões (perguntas e respostas), qual o foco de cada questão e objetivo (se é a satisfação e percepção do usuário, se é a detecção de patologias, etc.) para que a partir desta decomposição da estrutura do formulário fosse possível identificar no modelo BIM da edificação uma correspondência para integração de questões e componentes.

Na etapa de desenvolvimento identificou-se e implementou-se na ferramenta de autoria BIM Archicad as propriedades a serem acrescidas ao modelo de informação da edificação para incorporar a dados coletados na APO (numeração, perguntas e respostas).

Na etapa de pré-teste foi utilizado o software *Solibri Model Checker* para validar e avaliar a integridade do modelo em formato de arquivo IFC. Nesta etapa, foram realizadas exportações em arquivos IFC para verificar a integridade e manuseio do modelo de informação, preservando as propriedades inseridas na etapa anterior no modelo da edificação (mapeamento e introdução das questões no modelo paramétrico).

Na fase de análise buscou-se replicar a tabulação dos dados coletados na APO pela extração dos dados inserido no modelo BIM.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 APO realizada de modo tradicional

Realizou-se uma APO num conjunto habitacional específico para subsidiar a aplicação da proposta de integração de APO e BIM. Este exercício também foi considerado como uma ação para o domínio do problema. Segundo o modelo de processo para APO proposto por Preiser, Rabinowitz e White (1988) desenvolveu-se uma avaliação indicativa (nível 1) fazendo uso dos métodos de coleta de dados com formulários e observação.

A fase de planejamento foi desenvolvida em conjunto os grupos de pesquisa GMIC e HABITARES¹. A partir do reconhecimento do local, por meio de estudos ali realizados anteriormente (KOWALTOWSKI et al., 2005; GRANJA et al., 2009) e considerando as demandas de avaliação de desempenhos ambientais, de acessibilidade, de durabilidade de materiais e componentes e reformas no conjunto habitacional em estudo pelos grupos de pesquisa GMIC e HABITARES desenvolveu-se os instrumentos de coleta de dados: formulários e roteiros para observação.

¹ GMIG – Grupo de Pesquisa em Modelagem da Informação e Colaboração Digital & HABITARES – Grupo de Pesquisa Habitar Cidades Vivas e + Sustentáveis. Ambos da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

Os formulários registram níveis de satisfação dos moradores quanto aos apartamentos por meio de questões, com alternativas pré-estabelecidas, referentes a conforto térmico, acústico, patologias, locomoção e acessibilidade, modificações realizadas e priorização de desejos quanto as questões avaliadas (quadro 1). Ao final da entrevista com o morador, tomando o formulário como roteiro, pedia-se permissão para visitação ao apartamento com o objetivo de registrar manifestações patológicas em cada um dos cômodos. Buscava-se levantar nos componentes de piso, parede, teto, porta, janela problemas do tipo: rachadura, descascamento, desgaste, umidade, infiltração, ferrugem e falta ou quebra de partes. Os entrevistados eram caracterizados por: nome, sexo e escolaridade. Registrava-se também quantas pessoas moravam no apartamento e se havia entre os moradores portador de deficiência.

Quadro 1 – Questões de satisfação da APO realizada no conjunto habitacional

QUESTÃO	RESPOSTA – ALTERNATIVAS
1.Qual a sua satisfação quanto ao barulho no seu quarto?	Muito satisfeito; Satisfeito; Indiferente; Insatisfeito; Muito insatisfeito
2. Como você se sente no seu quarto quanto ao barulho?:	Muito barulhento; Barulhento; Indiferente; Silencioso; Muito silencioso
3.Qual barulho que mais te incomoda no quarto durante o dia?	Vizinho de cima; Vizinho do lado; Vizinho de baixo; Do estacionamento; Da rua; Do campinho; Da rodovia; Nenhum
4.Qual barulho que mais te incomoda no quarto durante a noite?	Vizinho de cima; Vizinho do lado; Vizinho de baixo; Do estacionamento; Da rua; Do campinho; Da rodovia; Nenhum
5.Qual a sua satisfação quanto a temperatura no seu quarto?	Muito satisfeito; Satisfeito; Indiferente; Insatisfeito; Muito insatisfeito
6.Como você se sente quanto a temperatura de seu quarto?	Muito Quente; Quente;Agradável;Frio;Muito frio
7.Qual a sua satisfação para se locomover até a cidade?	Muito satisfeito; Satisfeito; Indiferente; Insatisfeito; Muito insatisfeito
8.Como você vai para o seu trabalho?	A pé; Bicicleta; Ônibus; Carro; Moto; Fretado; Van; Outro:

Fonte: O autor

A tabulação dos dados coletados na fase de condução foi desenvolvida numa Iniciação Científica (FUGIMORI, 2012) gerando planilhas .XLS, Microsoft Excel (Figura 2) e análise dos mesmos (Figura 3). Na planilha da Figura 2, as questões são dispostas nas colunas identificadas por palavras-chave e uma linha representa um formulário respondido.

5.2 Modelo Paramétrico

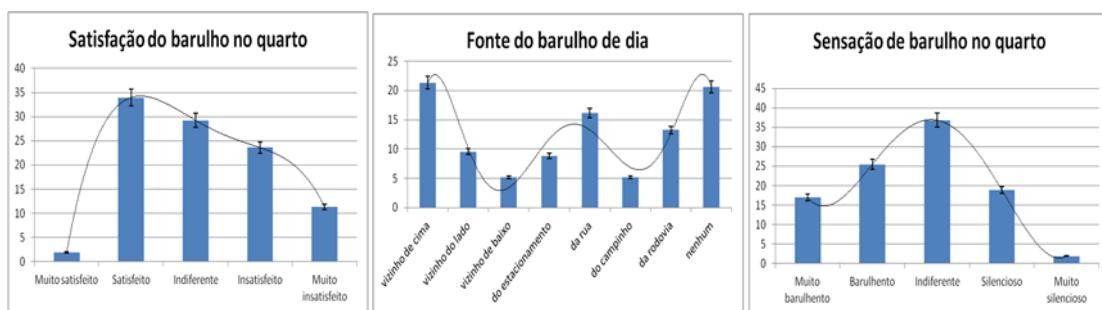
Os modelos de informação paramétricos BIM se distinguem dos modelos CAD basicamente por não representarem objetos com geometria e propriedades fixas, mas por representarem objetos através de parâmetros e regras, que são expressões que relacionam os objetos, permitindo que sejam atualizados automaticamente de acordo com o controle ou mudança de contexto.

Figura 2 - Planilha resultante da tabulação dos dados coletados na APO no conjunto habitacional CAMPINAS F

Conjunto Reservatório GRANIT 1000 L	
Início, resultado_02-03-fatal - Microsoft Excel	
Coluna	Valor
1	Anal
2	Recortar
3	Ler/Outra
4	Formato de Página
5	Fórmulas
6	Dados
7	Revisão
8	Exibições
9	Quais Telas Automatizadas
10	Normal
11	Bom
12	Incorreto
13	Não é
14	Cálculo
15	Automação
16	Resposta:
17	Unir:
18	Desfazer:
19	Localizar & Selecionar:
20	Edição:
21	Formatar Páginas
22	Formatar Celulas
23	Formatar Condições
24	Formatar Colunas
25	Formatar Linhas
26	Formatar Tabelas
27	Formatar Imagens
28	Formatar Gráficos
29	Formatar Formas
30	Formatar Arquivos
31	Formatar Colunas
32	Formatar Linhas
33	Formatar Tabelas
34	Formatar Imagens
35	Formatar Formas
36	Formatar Arquivos
37	Formatar Colunas
38	Formatar Linhas
39	Formatar Tabelas
40	Formatar Imagens
41	Formatar Formas
42	Formatar Arquivos
43	Formatar Colunas
44	Formatar Linhas
45	Formatar Tabelas
46	Formatar Imagens
47	Formatar Formas
48	Formatar Arquivos
49	Formatar Colunas
50	Formatar Linhas
51	Formatar Tabelas
52	Formatar Imagens
53	Formatar Formas
54	Formatar Arquivos
55	Formatar Colunas
56	Formatar Linhas
57	Formatar Tabelas
58	Formatar Imagens
59	Formatar Formas
60	Formatar Arquivos
61	Formatar Colunas
62	Formatar Linhas
63	Formatar Tabelas
64	Formatar Imagens
65	Formatar Formas
66	Formatar Arquivos
67	Formatar Colunas
68	Formatar Linhas
69	Formatar Tabelas
70	Formatar Imagens
71	Formatar Formas
72	Formatar Arquivos
73	Formatar Colunas
74	Formatar Linhas
75	Formatar Tabelas
76	Formatar Imagens
77	Formatar Formas
78	Formatar Arquivos
79	Formatar Colunas
80	Formatar Linhas
81	Formatar Tabelas
82	Formatar Imagens
83	Formatar Formas
84	Formatar Arquivos
85	Formatar Colunas
86	Formatar Linhas
87	Formatar Tabelas
88	Formatar Imagens
89	Formatar Formas
90	Formatar Arquivos
91	Formatar Colunas
92	Formatar Linhas
93	Formatar Tabelas
94	Formatar Imagens
95	Formatar Formas
96	Formatar Arquivos
97	Formatar Colunas
98	Formatar Linhas
99	Formatar Tabelas
100	Formatar Imagens
101	Formatar Formas
102	Formatar Arquivos
103	Formatar Colunas
104	Formatar Linhas
105	Formatar Tabelas
106	Formatar Imagens
107	Formatar Formas
108	Formatar Arquivos
109	Formatar Colunas
110	Formatar Linhas
111	Formatar Tabelas
112	Formatar Imagens
113	Formatar Formas
114	Formatar Arquivos
115	Formatar Colunas
116	Formatar Linhas
117	Formatar Tabelas
118	Formatar Imagens
119	Formatar Formas
120	Formatar Arquivos
121	Formatar Colunas
122	Formatar Linhas
123	Formatar Tabelas
124	Formatar Imagens
125	Formatar Formas
126	Formatar Arquivos
127	Formatar Colunas
128	Formatar Linhas
129	Formatar Tabelas
130	Formatar Imagens
131	Formatar Formas
132	Formatar Arquivos
133	Formatar Colunas
134	Formatar Linhas
135	Formatar Tabelas
136	Formatar Imagens
137	Formatar Formas
138	Formatar Arquivos
139	Formatar Colunas
140	Formatar Linhas
141	Formatar Tabelas
142	Formatar Imagens
143	Formatar Formas
144	Formatar Arquivos
145	Formatar Colunas
146	Formatar Linhas
147	Formatar Tabelas
148	Formatar Imagens
149	Formatar Formas
150	Formatar Arquivos
151	Formatar Colunas
152	Formatar Linhas
153	Formatar Tabelas
154	Formatar Imagens
155	Formatar Formas
156	Formatar Arquivos
157	Formatar Colunas
158	Formatar Linhas
159	Formatar Tabelas
160	Formatar Imagens
161	Formatar Formas
162	Formatar Arquivos
163	Formatar Colunas
164	Formatar Linhas
165	Formatar Tabelas
166	Formatar Imagens
167	Formatar Formas
168	Formatar Arquivos
169	Formatar Colunas
170	Formatar Linhas
171	Formatar Tabelas
172	Formatar Imagens
173	Formatar Formas
174	Formatar Arquivos
175	Formatar Colunas
176	Formatar Linhas
177	Formatar Tabelas
178	Formatar Imagens
179	Formatar Formas
180	Formatar Arquivos
181	Formatar Colunas
182	Formatar Linhas
183	Formatar Tabelas
184	Formatar Imagens
185	Formatar Formas
186	Formatar Arquivos
187	Formatar Colunas
188	Formatar Linhas
189	Formatar Tabelas
190	Formatar Imagens
191	Formatar Formas
192	Formatar Arquivos
193	Formatar Colunas
194	Formatar Linhas
195	Formatar Tabelas
196	Formatar Imagens
197	Formatar Formas
198	Formatar Arquivos
199	Formatar Colunas
200	Formatar Linhas
201	Formatar Tabelas
202	Formatar Imagens
203	Formatar Formas
204	Formatar Arquivos
205	Formatar Colunas
206	Formatar Linhas
207	Formatar Tabelas
208	Formatar Imagens
209	Formatar Formas
210	Formatar Arquivos
211	Formatar Colunas
212	Formatar Linhas
213	Formatar Tabelas
214	Formatar Imagens
215	Formatar Formas
216	Formatar Arquivos
217	Formatar Colunas
218	Formatar Linhas
219	Formatar Tabelas
220	Formatar Imagens
221	Formatar Formas
222	Formatar Arquivos
223	Formatar Colunas
224	Formatar Linhas
225	Formatar Tabelas
226	Formatar Imagens
227	Formatar Formas
228	Formatar Arquivos
229	Formatar Colunas
230	Formatar Linhas
231	Formatar Tabelas
232	Formatar Imagens
233	Formatar Formas
234	Formatar Arquivos
235	Formatar Colunas
236	Formatar Linhas
237	Formatar Tabelas
238	Formatar Imagens
239	Formatar Formas
240	Formatar Arquivos
241	Formatar Colunas
242	Formatar Linhas
243	Formatar Tabelas
244	Formatar Imagens
245	Formatar Formas
246	Formatar Arquivos
247	Formatar Colunas
248	Formatar Linhas
249	Formatar Tabelas
250	Formatar Imagens
251	Formatar Formas
252	Formatar Arquivos
253	Formatar Colunas
254	Formatar Linhas
255	Formatar Tabelas
256	Formatar Imagens
257	Formatar Formas
258	Formatar Arquivos
259	Formatar Colunas
260	Formatar Linhas
261	Formatar Tabelas
262	Formatar Imagens
263	Formatar Formas
264	Formatar Arquivos
265	Formatar Colunas
266	Formatar Linhas
267	Formatar Tabelas
268	Formatar Imagens
269	Formatar Formas
270	Formatar Arquivos
271	Formatar Colunas
272	Formatar Linhas
273	Formatar Tabelas
274	Formatar Imagens
275	Formatar Formas
276	Formatar Arquivos
277	Formatar Colunas
278	Formatar Linhas
279	Formatar Tabelas
280	Formatar Imagens
281	Formatar Formas
282	Formatar Arquivos
283	Formatar Colunas
284	Formatar Linhas
285	Formatar Tabelas
286	Formatar Imagens
287	Formatar Formas
288	Formatar Arquivos
289	Formatar Colunas
290	Formatar Linhas
291	Formatar Tabelas
292	Formatar Imagens
293	Formatar Formas
294	Formatar Arquivos
295	Formatar Colunas
296	Formatar Linhas
297	Formatar Tabelas
298	Formatar Imagens
299	Formatar Formas
300	Formatar Arquivos
301	Formatar Colunas
302	Formatar Linhas
303	Formatar Tabelas
304	Formatar Imagens
305	Formatar Formas
306	Formatar Arquivos
307	Formatar Colunas
308	Formatar Linhas
309	Formatar Tabelas
310	Formatar Imagens
311	Formatar Formas
312	Formatar Arquivos
313	Formatar Colunas
314	Formatar Linhas
315	Formatar Tabelas
316	Formatar Imagens
317	Formatar Formas
318	Formatar Arquivos
319	Formatar Colunas
320	Formatar Linhas
321	Formatar Tabelas
322	Formatar Imagens
323	Formatar Formas
324	Formatar Arquivos
325	Formatar Colunas
326	Formatar Linhas
327	Formatar Tabelas
328	Formatar Imagens
329	Formatar Formas
330	Formatar Arquivos
331	Formatar Colunas
332	Formatar Linhas
333	Formatar Tabelas
334	Formatar Imagens
335	Formatar Formas
336	Formatar Arquivos
337	Formatar Colunas
338	Formatar Linhas
339	Formatar Tabelas
340	Formatar Imagens
341	Formatar Formas
342	Formatar Arquivos
343	Formatar Colunas
344	Formatar Linhas
345	Formatar Tabelas
346	Formatar Imagens
347	Formatar Formas
348	Formatar Arquivos
349	Formatar Colunas
350	Formatar Linhas
351	Formatar Tabelas
352	Formatar Imagens
353	Formatar Formas
354	Formatar Arquivos
355	Formatar Colunas
356	Formatar Linhas
357	Formatar Tabelas
358	Formatar Imagens
359	Formatar Formas
360	Formatar Arquivos
361	Formatar Colunas
362	Formatar Linhas
363	Formatar Tabelas
364	Formatar Imagens
365	Formatar Formas
366	Formatar Arquivos
367	Formatar Colunas
368	Formatar Linhas
369	Formatar Tabelas
370	Formatar Imagens
371	Formatar Formas
372	Formatar Arquivos
373	Formatar Colunas
374	Formatar Linhas
375	Formatar Tabelas
376	Formatar Imagens
377	Formatar Formas
378	Formatar Arquivos
379	Formatar Colunas
380	Formatar Linhas
381	Formatar Tabelas
382	Formatar Imagens
383	Formatar Formas
384	Formatar Arquivos
385	Formatar Colunas
386	Formatar Linhas
387	Formatar Tabelas
388	Formatar Imagens
389	Formatar Formas
390	Formatar Arquivos
391	Formatar Colunas
392	Formatar Linhas
393	Formatar Tabelas
394	Formatar Imagens
395	Formatar Formas
396	Formatar Arquivos
397	Formatar Colunas
398	Formatar Linhas
399	Formatar Tabelas
400	Formatar Imagens
401	Formatar Formas
402	Formatar Arquivos
403	Formatar Colunas
404	Formatar Linhas
405	Formatar Tabelas
406	Formatar Imagens
407	Formatar Formas
408	Formatar Arquivos
409	Formatar Colunas
410	Formatar Linhas
411	Formatar Tabelas
412	Formatar Imagens
413	Formatar Formas
414	Formatar Arquivos
415	Formatar Colunas
416	Formatar Linhas
417	Formatar Tabelas
418	Formatar Imagens
419	Formatar Formas
420	Formatar Arquivos
421	Formatar Colunas
422	Formatar Linhas
423	Formatar Tabelas
424	Formatar Imagens
425	Formatar Formas
426	Formatar Arquivos
427	Formatar Colunas
428	Formatar Linhas
429	Formatar Tabelas
430	Formatar Imagens
431	Formatar Formas
432	Formatar Arquivos
433	Formatar Colunas
434	Formatar Linhas
435	Formatar Tabelas
436	Formatar Imagens
437	Formatar Formas
438	Formatar Arquivos
439	Formatar Colunas
440	Formatar Linhas
441	Formatar Tabelas
442	Formatar Imagens
443	Formatar Formas
444	Formatar Arquivos
445	Formatar Colunas
446	Formatar Linhas
447	Formatar Tabelas
448	Formatar Imagens
449	Formatar Formas
450	Formatar Arquivos
451	Formatar Colunas
452	Formatar Linhas
453	Formatar Tabelas
454	Formatar Imagens
455	Formatar Formas
456	Formatar Arquivos
457	Formatar Colunas
458	Formatar Linhas
459	Formatar Tabelas
460	Formatar Imagens
461	Formatar Formas
462	Formatar Arquivos
463	Formatar Colunas
464	Formatar Linhas
465	Formatar Tabelas
466	Formatar Imagens
467	Formatar Formas
468	Formatar Arquivos
469	Formatar Colunas
470	Formatar Linhas
471	Formatar Tabelas
472	Formatar Imagens
473	Formatar Formas
474	Formatar Arquivos
475	Formatar Colunas
476	Formatar Linhas
477	Formatar Tabelas
478	Formatar Imagens
479	Formatar Formas
480	Formatar Arquivos
481	Formatar Colunas
482	Formatar Linhas
483	Formatar Tabelas
484	Formatar Imagens
485	Formatar Formas
486	Formatar Arquivos
487	Formatar Colunas
488	Formatar Linhas
489	Formatar Tabelas
490	Formatar Imagens
491	Formatar Formas
492	Formatar Arquivos
493	Formatar Colunas
494	Formatar Linhas
495	Formatar Tabelas
496	Formatar Imagens
497	Formatar Formas
498	Formatar Arquivos
499	Formatar Colunas
500	Formatar Linhas
501	Formatar Tabelas
502	Formatar Imagens
503	Formatar Formas
504	Formatar Arquivos
505	Formatar Colunas
506	Formatar Linhas
507	Formatar Tabelas
508	Formatar Imagens
509	Formatar Formas
510	Formatar Arquivos
511	Formatar Colunas
512	Formatar Linhas
513	Formatar Tabelas
514	Formatar Imagens
515	Formatar Formas
516	Formatar Arquivos
517	Formatar Colunas
518	Formatar Linhas
519	Formatar Tabelas
520	Formatar Imagens
521	Formatar Formas
522	Formatar Arquivos
523	Formatar Colunas
524	Formatar Linhas
525	Formatar Tabelas
526	Formatar Imagens
527	Formatar Formas
528	Formatar Arquivos
529	Formatar Colunas
530	Formatar Linhas
531	Formatar Tabelas
532	Formatar Imagens
533	Formatar Formas
534	Formatar Arquivos
535	Formatar Colunas
536	Formatar Linhas
537	Formatar Tabelas
538	Formatar Imagens
539	Formatar Formas
540	Formatar Arquivos
541	Formatar Colunas
542	Formatar Linhas
543	Formatar Tabelas
544	Formatar Imagens
545	Formatar Formas
546	Formatar Arquivos
547	Formatar Colunas
548	Formatar Linhas
549	Formatar Tabelas
550	Formatar Imagens
551	Formatar Formas
552	Formatar Arquivos
553	Formatar Colunas
554	Formatar Linhas
555	Formatar Tabelas
556	Formatar Imagens
557	Formatar Formas
558	Formatar Arquivos
559	Formatar Colunas
560	Formatar Linhas
561	Formatar Tabelas
562	Formatar Imagens
563	Formatar Formas
564	Formatar Arquivos
565	Formatar Colunas
566	Formatar Linhas
567	Formatar Tabelas
568	Formatar Imagens
569	Formatar Formas
570	Formatar Arquivos
571	Formatar Colunas
572	Formatar Linhas
573	Formatar Tabelas
574	Formatar Imagens
575	Formatar Formas

Fonte: Fujimore (2012)

Figura 3 - Exemplo da análise dos dados coletados quanto ao conforto acústico nos quartos: satisfação e fonte dos ruídos



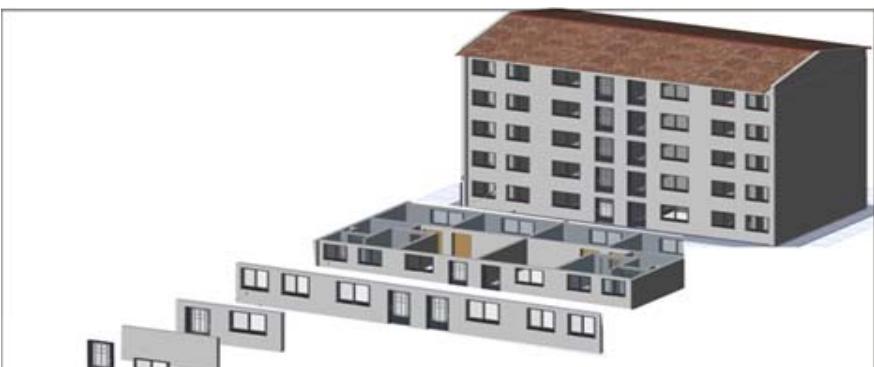
Fonte: Fujimore (2012)

Objetos paramétricos personalizados permitem a modelagem de geometrias complexas, que anteriormente não seriam possíveis ou simplesmente impraticáveis. Em outras indústrias, as empresas utilizam modelagem paramétrica para desenvolver suas próprias representações de objetos e refletir sobre conhecimento corporativo e melhores práticas (EASTMAN, 1999). O mesmo ocorre na indústria da arquitetura e construção, onde empresas de softwares BIM, desenvolveram um conjunto base, construindo classes de objetos para os usuários como portas, janelas, lajes, paredes, pilares, vigas, coberturas metálicas, etc (Figura 5). Atualmente, no Brasil, as maiores empresas de softwares que geram modelos BIM são a Autodesk e a Graphisoft, oferecendo respectivamente os softwares Revit e Archicad.

Para definir a plataforma utilizada nesta etapa do estudo, um modelo base simplificado (edificação simples), foi analisado nas duas plataformas mais utilizadas no mercado brasileiro, o Revit e o Archicad. Nesta avaliação comparativa foram levados em consideração alguns critérios, tais como o tamanho do arquivo nativo, o tamanho e

consistência dos arquivos IFC gerados, e a comunicabilidade com plataforma Microsoft Excel (base de dados da compilação dos formulários da APO).

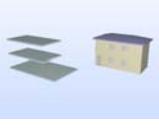
Figura 4 - Exemplos de famílias de objetos e modelo paramétrico (Campinas F)

Famílias/Objetos	Modelo paramétrico (Campinas F)
	

Fonte: O autor.

Dos resultados obtidos nesta análise comparativa, observou-se que o arquivo nativo gerado pelo Archicad (.PLN) é mais compacto. Levando-se em consideração o tamanho dos arquivos integrais do Conjunto Habitacional em estudo (87.860 Kb), o arquivo mais compacto, para esta fase é o ideal para manuseio, simulações, etc. Os arquivos IFC gerados a partir dos modelos base (Archicad, PLN e Revit.RVT), se comportaram de maneira distintas ao serem avaliados pelo Software Solibri. E arquivos ..XLS são fundamentais para maior facilidade de tocas de arquivos bases da APO (formulários XLS) e o modelo paramétrico (Quadro 2).

Quadro 2 – Categorias das questões

Software Arquivo nativo	Tamanho arquivo base (Kb)	Tamanho arquivo Conjunto Habitacional em estudo	Consistêrcia do Arquivo IFC gerados Visualizados no Solibri	Exporta Lista .XLS
Archicad .PLN	1.615Kb	87.860Kb	Sim Conssistente	
Revit .RVT	2.848Kb	154.938Kb	Não (Deslocamento de Elementos na conversão)	

Fonte: O autor

5.3 Mapeamento APO x BIM

Nesta etapa do estudo de Campo, realizaou-se o mapeamento das informações resultantes da APO (formulários) e BIM (modelo de informação) onde, para esta etapa inicial da pesquisa, optou-se por utilizar somente o formulário destinado as unidades habitacionais,

composto por um total de 68 questões (não sendo utilizado o formulário referente às áreas comuns e equipamentos externos).

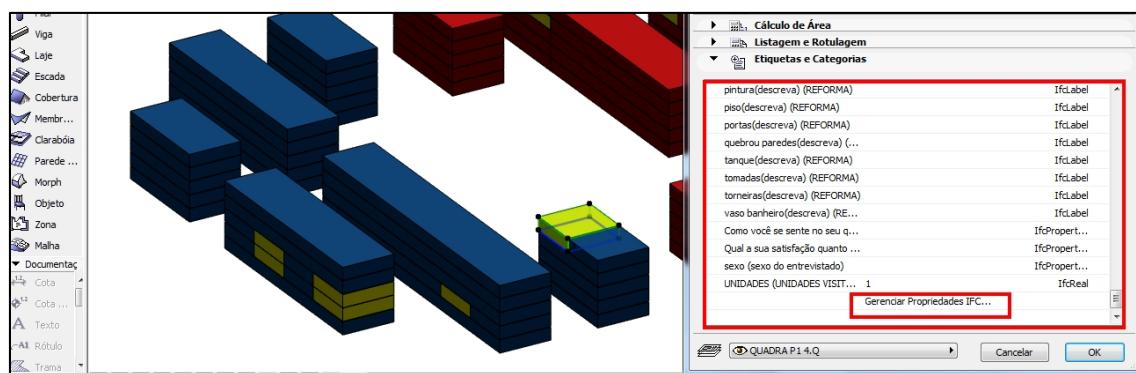
A partir da classificação destas 68 questões em três categorias de acordo com a natureza das questões e seus objetivos observou-se 3 classificações, a saber: Identificação (identificação dos avaliadores, da unidade habitacional, identificação dos entrevistados,), Satisfação (percepção e satisfação do ambiente construído, conforto, mobilidade, uso e manutenção) e Patologias (manifestações patológicas).

As **Zonas** são unidades espaciais do modelo, representando visualmente este espaço, (plano bidimensional e tridimensional) sendo possível avaliar propriedades físicas deste espaço (metragens, informações de ocupação e uso, etc.), como também avaliações energéticas (conforto térmico, insolação, iluminação, etc.). Uma capacidade única de reconhecer as portas e janelas que estejam dentro dela é uma característica única da ferramenta zona, desta forma, permitindo não somente a introdução das questões referentes a identificação e satisfação, como também introduzir as questões relacionadas a patologias da edificação.

Outra observação importante é a facilidade oferecida pela ferramenta zona para se criar propriedades IFC diretamente em sua caixa de configuração através do Gestor de Propriedades IFC. Através deste procedimento as 68 questões da APO serão inseridas como se fossem propriedades IFC dos objetos ZONA.

Inicialmente, as 68 questões serão inseridas uma a uma, em apenas um objeto Zona, que depois será copiado e distribuídos para cada uma das unidades do conjunto habitacional (Figura 5).

Figura 5 - Quadra do Campinas F com Zonas em 3D e caixa de setagem do Gestor de propriedades IFC



Fonte: O autor

Com cada uma das unidades abastecidas com o objeto zona com as questões inseridas, o modelo se encontra pronto para ser levado a campo e receber diretamente na lista gerada as respostas dos entrevistados na fase de condução da APO.

A partir do preenchimento dos campos destinados as respostas na lista gerada pelo modelo .PLN, é possível gerar imediatamente um arquivo .XLS (Microsoft Excel), eliminando desta forma, no processo de entrega de dados, o procedimento de compilação manual das informações coletadas a campo (digitalização das respostas em planilha Excel), simplificando o processo e aumentando o grau de confiabilidade e segurança das informações coletadas a campo (entrevistas) (Figura 6). Mantém se a organização da tabulação anterior, onde a linha do cabeçalho refere-se a cada questão do formulário da APO, e cada linha subsequente corresponde as respostas de cada entrevistado, podendo ser alteradas diretamente na interface e exportada automaticamente em .xls.

Figura 6 - Interface lista de modelo.PLN e planilha .xls gerada

Fonte: O autor

5.4 Prova de conceito

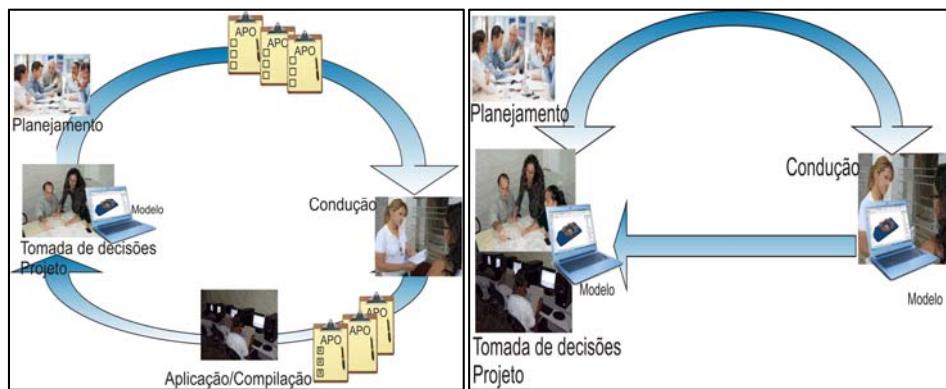
Neste experimento um conjunto de informações objetivas e subjetivas (questões da APO) foi inserido e distribuído como propriedades de objetos Zona, no modelo paramétrico do conjunto habitacional Campinas – F. Este conjunto de informações pode agora ser organizado, manuseado de forma objetiva, gerando listas (planilhas) específicas, de acordo com a conveniência, necessidade de consulta, para contribuir nas tomadas de decisões projetuais em qualquer momento ou fase do processo de projeto. Em um segundo momento foram gerados arquivos. XLS para testar a estabilidade de comunicação e troca de arquivos da plataforma Archicad e Microsoft Excel,. Não é possível a importação de arquivo. xls, mas os arquivos exportados, se apresentam íntegros e consistentes. Também foram gerados e exportados arquivos. IFC que o foram analisados no software *Solibri* e demonstraram estabilidade, consistência onde as propriedades criadas se mantiveram íntegras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos até o momento são satisfatórios, respondendo as questões iniciais da pesquisa. Até agora a pesquisa responde satisfatoriamente sobre como introduzir as questões da APO em modelo de informação, o quanto destas questões o modelo é capaz de absorver e quais os produtos nesta fase. Comparando a elaboração de APO convencional com a elaboração de APO suportada por BIM, pode-se observar que o fluxo da informação passa por significativa alteração (Figura 7), oferecendo um fluxo mais enxuto e direto entre a fonte destas informações (usuários) e projetistas (responsável pelas tomadas de decisões projetuais). Também foram avaliados os produtos possíveis de serem gerados e integrados ao ciclo da APO (planilhas Excel, arquivos IFC), constatando a manutenção de integridade dos formulários introduzidos e convertidos em propriedades do objeto zona.

Estes resultados, a primeira vista parecem simples, mas avaliando a inexistência de ferramenta BIM específica para APO, podem ser estes procedimentos aqui demonstrados e sugeridos, a base de desenvolvimento de plugins ou ferramentas específicas para essa aproximação do BIM com a APO.

Figura 7 - Fluxo de informação: APO tradicional (esquerda) e APO com BIM (direita)



Fonte: O autor

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 381052/2012-5, pela bolsa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2014/16362-1, pelo apoio na divulgação da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- FUJIMORI, M. I. B. **Resultados da avaliação pós-ocupação no conjunto habitacional Campinas - F.** Campinas, 2012. 84f. Monografia (Iniciação Científica) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- EASTMAN, C. **Building Product Models:** computer environments supporting design and construction. Boca Raton: CRC Press, 1999.
- EASTMAN, C. et al. **Bim Handbook:** A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken (NJ) : John Wiley & Sons, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRANJA et al. A natureza do valor desejado na habitação social. **Revista AmbienteConstruído.** Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 87-103, abr./jun. 2009. Disponível em: <http://www.antac.org.br/AmbienteConstruido/pdf/revista/artigos/Doc183262.pdf>. Acesso:15/05/2010.
- KOWALTOWSKI, C.C.D, et. al. Análise de parâmetros de Implantação de conjuntos habitacionais de interesse social: ênfase nos aspectos de sustentabilidade ambiental e qualidadede vida. In FINACIADORA DE ESTUDOS DE PROJETOS. **Construção e Meio Ambiente.** Brasília: FINEP, 2006. v. 7, Cap. 5, p.128-167. (coletânea Habitare).

LEAMAN, A.; STEVENSON, F.; BORDASS, B. Building evaluation: practice and principles. **Building Research & Information**, London, v. 38, n. 5, p. 564-577, Aug. 2010

ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRIO, M. D. A. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído.** São Paulo: Studio Nobel, 1992.

PREISER, W. F. E.; RABINOWITZ, H. Z.; WHITE, E. T. **Post-occupancy evaluation.** [S.l.]: Van Nostrand Reinhold, 1988.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. D. **Gestão do processo de Projeto de Edificações.** 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, 2009.

WEBSTER, A. E. A. Augmented Reality in Architectural Construction, Inspection, and Renovation. CONGRESS ON COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, Anaheim, jun 1996. 1-7.

ZIMRING, G. Postoccupancy Evaluation: Issues and Implementations. In: BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. **Handbook of Environmental Psychology.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002, 306-319