

# Componentes BIM de sistemas prediais hidráulicos e sanitários baseados em critérios de desempenho

*BIM components of plumbing systems based on performance criteria*

Carolina Helena de Almeida Costa  
Marina Sangoi de Oliveira Ilha

## Resumo

**O**s sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) são constituídos por inúmeros componentes e são várias as informações a serem consideradas para sua adequada seleção. Este trabalho tem como objetivo principal identificar características técnicas relativas ao desempenho desses sistemas com base nos critérios contemplados na normalização vigente e propor componentes BIM genéricos com essas informações. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa construtiva que contemplou, para uma amostra de componentes: consulta aos documentos técnicos disponibilizados pelos fabricantes; levantamento das informações técnicas necessárias para a avaliação do desempenho a partir da normalização; validação das informações técnicas selecionadas por um grupo focal composto de projetistas desses sistemas; proposta de um modelo contemplando essas informações, e proposta e validação de componentes BIM genéricos. Destacam-se como contribuições teóricas desse trabalho a metodologia utilizada para a seleção das informações técnicas para a avaliação do desempenho, o modelo genérico para caracterização dos componentes e a proposta de incorporação de informações de desempenho na norma brasileira de BIM. O desenvolvimento de modelos aplicando essa metodologia a outros componentes dos SPHS possibilitará que o desempenho seja uma variável decisiva para a seleção das soluções e dos componentes a serem empregados, de forma a contribuir para a melhoria da qualidade do projeto desses sistemas.

**Palavras-chaves:** Desempenho. Sistemas prediais hidráulicos sanitários. Pesquisa construtiva. BIM.

## Abstract

*Plumbing systems have numerous components and, in order to make an appropriate choice, several pieces of information must be considered. This research study aims to identify performance-related information based on current technical standards and, using this data, to propose generic BIM components. Constructive research was conducted which included, for a sample of components: an examination of technical documents provided by manufacturers; a survey of the technical information necessary for a performance evaluation based on standards; validation of the technical information selected by a focus group formed by plumbing system designers; the proposition of a model considering this information and proposal and validation of generic BIM components. The main theoretical contributions of this study are the methodology applied to collect technical data for the performance evaluation, the generic model used to characterise the components; and suggestions to incorporate performance-related information into the Brazilian BIM standard. The development of models through the application of this methodology to other plumbing system components will make performance evaluation a decisive variable for selecting solutions and components, thus contributing to the improvement of the design quality of these systems.*

Carolina Helena de Almeida  
Costa  
Universidade Estadual de Campinas  
Campinas - SP - Brasil

Marina Sangoi de Oliveira Ilha  
Universidade Estadual de Campinas  
Campinas - SP - Brasil

Recebido em 05/12/15  
Aceito em 24/08/16

**Keywords:** Performance. Building systems. Constructive research. BIM.

## Introdução

Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), que contemplam os subsistemas de suprimento de água fria e quente, água pluvial, esgoto sanitário e aparelhos sanitários, são compostos de inúmeros itens, o que dificulta a adequada especificação na fase de projeto.

A inter-relação desses subsistemas, somada a sua complexidade funcional, reforça a importância da consideração de aspectos ligados ao desempenho na especificação dos componentes, de forma a minimizar a ocorrência de patologias futuras. Conhecer o resultado final alcançado por combinações de componentes de diferentes características pode apoiar tomadas de decisão, sendo, para tanto, fundamental que as informações técnicas de cada um deles sejam disponibilizadas de forma acessível e organizada.

Além da normalização específica dos SPHS, os projetistas devem atender também aos critérios constantes na norma brasileira de desempenho NBR 15575-1 (ABNT, 2013a).

O atendimento aos critérios de desempenho apresentados nessa norma tem grande impacto em toda a cadeia produtiva, envolvendo construtoras, projetistas e fornecedores de materiais (OKAMOTO; MELHADO, 2014).

A fase de projeto, por exemplo, deve conter um detalhamento maior das soluções adotadas e antecipar decisões que tradicionalmente eram tomadas em fases posteriores (SILVA *et al.*, 2014; OLIVEIRA; MITIDIERI FILHO, 2012). Disso decorre, entre outras necessidades, que informações técnicas mais detalhadas dos componentes sejam fornecidas pelos fabricantes (MARCELLINI; OLIVEIRA, 2008).

Nesse sentido, o uso da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) se apresenta como uma importante medida, pois possibilita o desenvolvimento de projetos com maior nível de detalhe, com redução de retrabalho e comparação de diferentes cenários na escolha da solução mais adequada a cada situação de projeto.

Outros benefícios do uso de BIM merecem destaque, tais como a verificação de interferências, a possibilidade de realização de simulação de desempenho, a elaboração automática de quantitativos de materiais, a atualização automática de plantas e cortes a partir da mudança do modelo, a visualização tridimensional (3D) e de cronograma

(4D), e as consequentes reduções de conflitos, retrabalhos, prazos, riscos e despesas (ANDRADE; RUSCHEL, 2009; CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIN, 2013; CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Um mapeamento sistemático dos artigos de periódicos e de anais de eventos em língua inglesa indexados em quatro bases de dados internacionais (Scopus, Web of Science; Engineering Village – Compendex e ProQuest), efetuado pelos autores deste trabalho em junho de 2015, com a expressão de busca [*BIM OR "Building Information Model\*" AND (design\* OR project\*) AND (mep OR plumb\* OR "Water Supply" OR "Building System\*" OR building OR construction)*] indicou que os principais temas dos estudos relacionados com o uso de BIM têm sido os processos de projeto (análise das principais mudanças que o BIM trouxe para a dinâmica do projeto e da equipe) e de implementação (práticas para mudança para o BIM).

Poucos foram os estudos que abordam o uso de BIM no projeto dos sistemas prediais, sendo a maioria deles voltada para simulações de desempenho energético, térmico e acústico (Quadro 1). Não foi encontrado nenhum artigo relacionado aos SPHS.

Uma pesquisa complementar, efetuada no mesmo período pelos autores deste trabalho em três fontes nacionais (base de dados Infohab, e nos periódicos Ambiente Construído e Gestão e Tecnologia de Projetos) com o uso da palavra-chave [BIM], resultou em apenas três artigos relacionados aos SPHS: Ywashima e Ilha (2010), que analisaram a mudança do processo de projeto com o uso de BIM; Costa, Staut e Ilha (2014), que apresentam o estado da arte sobre o tema, a partir de um mapeamento sistemático da literatura; e Kater e Ruschel (2014), que avaliaram o uso do modelo BIM para verificação do atendimento a códigos de combate a incêndio vigentes.

Verifica-se que outras disciplinas dispõem de programas de computador que permitem o apoio a tomadas de decisão a partir de análises e simulações. Para que possam ser desenvolvidos programas similares voltados aos SPHS, tendo em vista a possibilidade de interface com o modelo, é indispensável que os componentes BIM utilizados disponibilizem os dados de forma estruturada e padronizada.

Quadro 1 - Estudos que contemplam o uso de BIM no projeto dos sistemas prediais

Assunto	Estudo desenvolvido	Referência
Simulação de desempenho energético	Automatização de interface entre o modelo BIM e um software de simulação energética	Ahn <i>et al.</i> (2014)
	Configurações genéricas para o início do projeto de um edifício, para avaliação preliminar de seu desempenho	Hiyama <i>et al.</i> (2014)
	Automatização de interface entre o modelo BIM e um software de simulação energética	Jeong <i>et al.</i> (2014)
	Desenvolvimento de biblioteca BIM para interface com software de simulação energética	Kim <i>et al.</i> (2015)
	Análise da interoperabilidade e usabilidade de soluções que fazem a interface do BIM com softwares de simulação energética	Nasyrov <i>et al.</i> (2015)
	Avaliação energética de edifício em estágio preliminar de projeto	Sanguinetti, Eastman e Augenbroe (2009)
	Avaliação energética de edifício em processo integrado de projeto	Somboonwit (2011)
Simulação de desempenho térmico	Uso de BIM na gestão do desempenho térmico ao longo do ciclo de vida do edifício	Laine, Hänninen e Karola (2007)
Simulação de desempenho acústico	Interoperabilidade entre BIM e softwares de análise acústica	Kim, Coffeen e Sanguinetti (2013)
Simulação de desempenho ambiental	Uso de ferramentas de análise ambiental no projeto de edifícios de alto desempenho	REEVES; OLBINA; ISSA, 2012
	Avaliação ambiental no projeto de habitação unifamiliar	Raheem, Issa e Olbina (2011)

**Nota:** artigos de periódicos e anais de evento em língua inglesa disponíveis nas bases de dados Scopus, Web of Science; Engineering Village - Compendex e ProQuest, levantados a partir da expressão de busca [BIM OR "Building Information Model\*") AND (design\* OR project\*) AND (mep OR plumb\* OR "Water Supply" OR "Building System\*" OR building OR construction].

A partir disso, três questões principais motivaram o desenvolvimento do presente trabalho, o qual consistiu em uma dissertação de mestrado:

- (a) quais informações devem ser fornecidas para a adequada especificação de componentes dos SPHS tendo em vista os critérios de desempenho?;
- (b) as informações necessárias para a especificação de componentes desses sistemas, considerando-se os critérios de desempenho previstos na normalização correspondente, estão sendo disponibilizadas pelos fornecedores de componentes?; e
- (c) como devem ser os componentes BIM genéricos para viabilizar a realização de análises comparativas de desempenho tendo em vista a quantidade de informações e a diversidade de componentes dos SPHS?

Para tanto, foram consideradas as normas técnicas que vêm sendo desenvolvidas pelo Grupo de Trabalho de Componentes BIM da Comissão Especial de Estudos sobre BIM (CEE 134) da ABNT desde 2010, destacando-se a NBR 15965 – Sistema de classificação da informação da construção, composta de sete partes, tendo sido publicadas apenas quatro até o momento:

- (a) parte 1: terminologia e estrutura (ABNT, 2011b): apresenta o sistema de classificação desenvolvido com base na NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2010c);
- (b) parte 2: características dos objetos da construção (ABNT, 2012a): contempla a hierarquia de propriedades apresentada no OmniClass (2012), com a adequação ao idioma e à realidade brasileira;
- (c) parte 3: processos da construção (ABNT, 2014b): define estágios e fases do ciclo de vida, serviços e disciplinas envolvidas;
- (d) parte 4: recursos da construção;
- (e) parte 5: resultados da construção;
- (f) parte 6: unidades da construção; e
- (g) parte 7: informação da construção (ABNT, 2015): apresenta a estrutura de classificação das características dos objetos da construção.

## Método

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi adotada a estratégia da pesquisa construtiva, que consiste na proposição de artefatos inovadores para a resolução de problemas encontrados no mundo

real, de forma a contribuir para o desenvolvimento teórico das disciplinas nas quais é aplicada (SIMON, 1996; LUKKA, 2003).

Tendo em vista o grande número de componentes dos SPHS, foram selecionados para o presente estudo componentes que representam cada sistema predial, conforme classificação apresentada em Ilha e Gonçalves (1994) e reproduzida no Quadro 2.

A pesquisa de fornecedores de componentes foi efetuada a partir dos seguintes critérios:

- (a) para a bacia sanitária, torneira de lavatório e caixa sifonada: apenas fabricantes que participam de programas setoriais da qualidade (PSQ), dentro do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (BRASIL, 2014), ainda que os PSQ não sejam dos referidos componentes;
- (b) para o chuveiro elétrico: fabricantes presentes nas páginas da internet de três lojas de materiais de construção nacionais de grande porte; e
- (c) para o hidrômetro: resultado de pesquisa no Google<sup>®</sup> por meio da palavra-chave “fabricante de hidrômetros”.

Entre os vários modelos disponibilizados pelos fabricantes foi selecionado sempre o mais econômico de cada um. Adotou-se como premissa que as informações técnicas deveriam ser de fácil acesso a qualquer pessoa, projetista ou consumidor, de modo que, para o levantamento das informações, foram consideradas exclusivamente aquelas disponibilizadas nas respectivas páginas da internet, tendo em vista que esta é uma importante fonte de pesquisa pelos projetistas. Foi também estabelecido que nenhum fabricante seria contatado para fornecimento de informações adicionais.

As informações levantadas foram agrupadas em:

- (a) Img – Imagem: fotografia do componente;

- (b) Geo – Geometria: dimensões do equipamento (largura, altura, diâmetro, etc.);
- (c) Gar – Prazo e condições de garantia oferecidos pelo fabricante;
- (d) Proj – Parâmetros de projeto para o dimensionamento hidráulico (pressão, vazão, perda de carga, temperatura, etc.);
- (e) Car – Caracterização: informações que podem influenciar na escolha de um componente em detrimento de outro (material, precisão, mecanismo de funcionamento, consumo de água, durabilidade, etc.);
- (f) Des – Desempenho em ensaios determinados nas normas técnicas; e
- (g) Nor – Normas atendidas pelo componente.

A pesquisa resultou em dois produtos principais: proposição de modelos e desenvolvimento das respectivas instâncias.

Para o desenvolvimento do modelo, a pesquisa documental consistiu na consulta às normas técnicas relacionadas no Quadro 3 para a identificação dos critérios de desempenho dos componentes em estudo e das informações necessárias para sua avaliação. Para os critérios relacionados com o desempenho acústico, considerado de caráter opcional na NBR 15575-6 (ABNT, 2013b), foram adotados os dados apresentados por Querido (1998).

Com o objetivo de validar o modelo proposto a partir das normas e documentos técnicos, foi consultado um grupo focal composto de três engenheiros civis que atuam na cidade de São Paulo, todos projetistas de SPHS com experiência de pelo menos 10 anos na área, para que tenham acompanhado publicações da norma de desempenho (publicada inicialmente em 2008 e revisada em 2010, 2012 e 2013).

Quadro 2 - Componentes selecionados para o desenvolvimento do presente estudo

Componente	Sistema
Hidrômetro	Suprimento de água
Bacia sanitária com caixa acoplada Chuveiro elétrico Torneira de lavatório	Aparelhos/equipamentos sanitários
Caixa sifonada	Coleta e transporte de esgoto sanitário

Quadro 3 - Normas técnicas que foram objeto da pesquisa documental para o levantamento dos atributos para a avaliação do desempenho dos cinco componentes selecionados

Norma	Título	Fonte
NBR 5626	Instalação predial de água fria	ABNT (1998)
NBR 5688	Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos	ABNT (2010a)
NBR 8160	Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução	ABNT (1999)
NBR 10281	Torneira de pressão – Requisitos e métodos de ensaio	ABNT (2003)
NBR 12090	Chuveiros elétricos – Determinação da corrente de fuga – Método de ensaio	ABNT (1991)
NBR 12483	Chuveiros elétricos – Padronização	ABNT (1992)
NBR 15097-1	Aparelhos sanitários de material cerâmico Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios	ABNT (2011a)
NBR 15206	Instalações hidráulicas prediais – Chuveiros ou duchas – Requisitos e métodos de ensaio	ABNT (2005)
NBR 15491	Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias – Requisitos e métodos de ensaio	ABNT (2010b)
NBR 15538	Medidores de água potável – Ensaio para avaliação de eficiência	ABNT (2014a)
NBR 15575-1	Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais	ABNT (2013a)
NBR 15575-6	Edificações habitacionais – Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários	ABNT (2013b)
NBR 16043-1	Medição da vazão de água em condutos fechados em carga – Medidores para água potável fria e quente Parte 1: Especificações	ABNT (2012b)

Para tanto foi elaborado um formulário de avaliação com apoio da ferramenta eletrônica SurveyMonkey (SURVEYMONKEY, 2015), estruturado em três partes:

- (a) informações gerais (principais fontes utilizadas para o levantamento de informações técnicas para o desenvolvimento do projeto e suficiência dos dados disponibilizados);
- (b) classificação da importância das informações constantes na lista apresentada, cujo critério de avaliação se baseou na proposta constante em NIBS (NATIONAL..., 2014), qual seja:
- “este dado é importante”;
  - “esse dado é importante, mas nem sempre tenho acesso”;
  - “esse dado não é importante”; e
  - “não sei”.
- (c) pergunta: “além das informações apresentadas, quais você considera importantes para a escolha do modelo de <componente>?”.

Para a modelagem foram consultadas as bibliotecas de componentes BIM nacionais e

internacionais constantes no Quadro 4, bem como as páginas da internet dos fabricantes, verificando-se possíveis contribuições às informações identificadas a partir da análise das normas técnicas.

A partir disso foram criados componentes BIM com apoio do Autodesk Revit® 2015, versão de estudante em português, tendo como base os *templates* “conexão hidráulica métrica” para hidrômetro, “conexão hidráulica métrica com base na parede” para bacia sanitária e chuveiro, e “modelo genérico métrico com base na face” para torneira e caixa sifonada, incorporando-se como atributos os dados identificados nas etapas anteriores.

Para a definição da geometria dos componentes foram analisados os modelos encontrados nas bases de dados consultadas, optando-se pelo mais adequado à realidade nacional.

A nomenclatura dos atributos foi efetuada a partir da NBR 15965-2 (ABNT, 2012a), e para os termos não contemplados nesta norma, foram utilizados aqueles definidos nas demais normas técnicas consultadas.

Quadro 4 - Bases de bibliotecas BIM consultadas

	Nome	Descrição
Nacional	<b>CONTIER</b>	Biblioteca BIM para aplicação no Programa Minha Casa, Minha Vida. Criada com o apoio do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (CONTIER, 2015).
	<b>INPREDIAIS</b>	Iniciativa nacional apoiada por projetistas para elaboração de componentes BIM genéricos dos componentes dos sistemas prediais elétricos, de telecomunicações e hidráulicos (INPREDIAIS, 2015).
	<b>MY BOX FREE</b>	Biblioteca nacional com componentes BIM de produtos do mercado (MY BOX FREE, 2015).
	<b>OFCDESK</b>	Portal brasileiro que oferece componentes de fabricantes nacionais (OFCDESK, 2015).
Internacional	<b>ARCAT</b>	Base internacional com componentes BIM genéricos e de mercado, além de vídeos e catálogos para download gratuito (ARCAT, 2015).
	<b>AUTODESK SEEK</b>	Página da própria Autodesk com componentes para uso em Autodesk Revit® e outros programas com download gratuito (AUTODESK..., 2015).
	<b>BIM OBJECT</b>	Biblioteca internacional com componentes BIM de produtos do mercado (BIM OBJECT, 2015).
	<b>BIM STORE</b>	Biblioteca britânica com componentes BIM de produtos do mercado (BIM STORE, 2015).
	<b>CADFORUM</b>	Fórum e biblioteca tcheca com componentes BIM de produtos do mercado (CADFORUM, 2015).
	<b>MEP CONTENT</b>	Base europeia de componentes Autodesk Revit® e Autocad voltada a projetistas de sistemas prediais, com qualidade European MEPcontent Standard (MEP CONTENT, 2015).
	<b>MODLAR</b>	Base internacional com componentes BIM de mercado, com a finalidade de apoiar a especificação no projeto (MODLAR, 2015).
	<b>NATIONAL BIM LIBRARY</b>	Biblioteca britânica com componentes BIM de produtos do mercado (NATIONAL BIM LIBRARY, 2015).
	<b>REVITCITY</b>	Base internacional com componentes BIM de qualidade diversificada, disponibilizada pelos profissionais (REVIT CITY, 2015).
	<b>SMART BIM LIBRARY</b>	Biblioteca internacional com componentes BIM de mercado com download gratuito (SMART BIM LIBRARY, 2015).

A validação dos componentes BIM propostos neste trabalho foi feita por meio da inserção de dados hipotéticos nos atributos, tendo em vista os valores apresentados nas normas. Além disso, os componentes BIM foram inseridos em um projeto de SPHS, também hipotético.

A pesquisa foi concluída com a análise da contribuição teórica propiciada pelo trabalho desenvolvido, tendo como referência a revisão da literatura.

## Resultados e discussões

### Levantamento das informações nas páginas de internet dos fabricantes

O levantamento efetuado nas páginas da internet dos fornecedores dos cinco componentes dos SPHS selecionados indicou que as imagens, a geometria e a caracterização são as informações mais frequentemente

disponibilizadas. As informações técnicas de projeto, o desempenho nos ensaios das normas e o atendimento à normalização, por sua vez, não são disponibilizados pela maioria dos fornecedores (Figura 1).

Entre os componentes investigados merece destaque o hidrômetro, cujos fornecedores, em geral, são os que mais apresentam informações relevantes para o projetista. Acredita-se que isso seja devido a dois fatores principais: primeiro, por se tratar de um equipamento que precisa operar com precisão em condições mais específicas que os demais itens; e, segundo, pelo fato de que os hidrômetros, antes do advento da medição individualizada, eram adquiridos quase que essencialmente por concessionárias ou órgãos públicos, usualmente por processo licitatório, em que há exigências de informações técnicas em maior detalhe.

Nesse cenário, verifica-se que boa parte das informações necessárias à avaliação do desempenho dos equipamentos não é

disponibilizada nas páginas de internet dos fabricantes, restando ao consumidor muitas vezes fazer a escolha dos componentes com base em seu custo ou aparência, e para que a seleção de componentes baseada em desempenho, ainda em fase de projeto, se torne uma realidade, fornecedores precisarão conhecer e disponibilizar mais informações de seus produtos.

### Respostas ao questionário

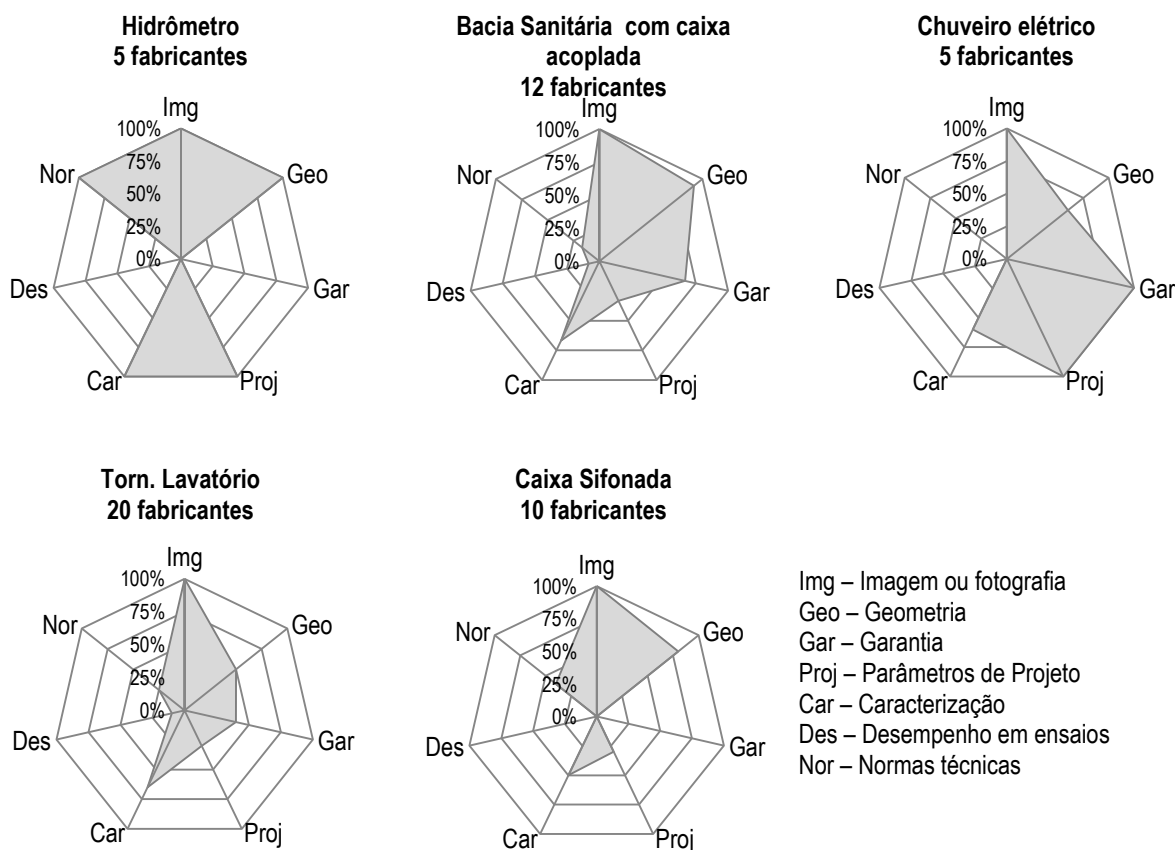
O levantamento das normas e dos documentos técnicos resultou em uma lista com 136 itens que deveriam ser disponibilizados pelos fornecedores para viabilizar a avaliação do desempenho dos cinco componentes selecionados neste trabalho. O Quadro 5 apresenta a avaliação desses 136 itens pelo grupo focal de três projetistas, totalizando 408

respostas.

Entre os itens apresentados 28% foram classificados por todos como “É importante, mas nem sempre tenho acesso”, o que demonstra a dificuldade na obtenção de informações técnicas. Dezoito por cento dos itens foram classificados como “Não sei” por um ou mais respondentes, o que pode indicar desconhecimento da utilidade ou da importância daquela informação no projeto.

Segundo os projetistas consultados, a busca por informações técnicas é feita em várias fontes: catálogos impressos e digitais, página da internet do fabricante e bibliotecas BIM, mas nenhuma delas satisfaz integralmente suas necessidades. Isso confirma a percepção dos autores deste trabalho relativa à falta de informações técnicas que deem suporte ao desenvolvimento projeto.

Figura 1 - Porcentagem das páginas da internet que contemplam cada informação levantada - cinco componentes dos SPHS



Quadro 5 - Avaliação da importância e disponibilidade dos dados para avaliação de desempenho dos componentes pelo grupo focal (Continua...)

	Informação	HI	BS	CH	TL	CS
Caracterização	Acabamento			X	X	X
	Classe CEM do contador	X <sup>2</sup>				
	Consumo mensal (kWh) máximo			X		
	Consumo mensal (kWh) mínimo			X		
	Corrente de fuga			X		
	Equipamento é acompanhado de manual de uso	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X
	Erro Máximo admissível, EMA	X <sup>2</sup>				
	Esforço/Torque de acionamento		X			
	Existência de limitador de vazão			X		
	Existência de arejador				X	
	Índice de desempenho da medição, IDM	X <sup>2</sup>				
	Material do corpo do equipamento	X		X	X	X
	Nível de segurança ambiental, climática e mecânica	X				
	Periodicidade de manutenção	X	X	X	X	X
	Prazo de substituição	X	X	X	X	X
	Prazo Garantia	X	X	X	X	X
	Resistência ao uso		X <sup>2</sup>		X	
	Situação de uso	X	X	X	X	X
	Temperatura de amolecimento					X <sup>2</sup>
	Tipo de ciclo		X			
Tipo de dispositivo indicador	X <sup>1</sup>					
Tipo do medidor	X					
Vida útil de Projeto	X	X	X	X	X	
Volume nominal da descarga		X				
Desempenho em ensaios	Diluição por troca de água		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de limpeza de parede - Média dos comprimentos		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de limpeza de parede - Maior comprimento		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de Remoção de esferas		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de remoção de grânulos		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de remoção de mídia composta		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de respingos de água		X <sup>2</sup>			
	Ensaio de Transporte de esferas		X <sup>2</sup>			
	Fator de dispersão, FD				X <sup>2</sup>	
	Resistência da cúpula à compressão	X <sup>12</sup>				
	Resistência da cúpula ao impacto	X <sup>12</sup>				
	Resistência do hidrômetro à torção	X <sup>12</sup>				
	Resistência mecânica à tração vertical			X		
	Resistência mecânica ao torque de instalação			X	X	
	Resistência mecânica ao torque de uso				X	
	Resistência mecânica da bacia		X <sup>2</sup>			
	Resistência mecânica da caixa acoplada		X <sup>2</sup>			
	Ruído do aparelho hidráulico	X <sup>2</sup>			X	
	Ruído do choque da água com o piso			X		
	Ruído do enchimento da caixa acoplada		X			
	Ruído do escoamento da água pela bacia		X			
	Ruído do funcionamento da resistência			X		
	Ruído do impacto do jato com a louça				X	
	Ruído do choque da água com a superfície da bacia		X			
	Tempo de enchimento		X			
	Torque de acionamento				X	



Quadro 5 - Avaliação da importância e disponibilidade dos dados para avaliação de desempenho dos componentes pelo grupo focal (continuação)

	Informação	HI	BS	CH	TL	CS
Geometria	Altura da bica				X	
	Altura do fecho hídrico inicial		X			X
	Altura, A	X				
	Circunferência do volante				X	
	Comprimento, C	X				
	Diâmetro nominal da caixa					X
	Diâmetro nominal da entrada					X
	Diâmetro nominal da saída					X
	Diâmetro nominal, DN	X		X	X	
	Distância da torneira				X	
	Esfera máxima no sifão		X			
	Largura, L	X				
	Plano de transbordamento		X			
	Posição de operação	X				
	Profundidade nominal da caixa					X
	Projeto	Classe de perda de pressão	X			
Classe de pressão		X				
Classe de sensibilidade a irregularidades		X				
Classe de temperatura		X				
Coefficiente de evaporação do desconector			X			X <sup>1</sup>
Condições nominais de operação, CNO		X				
Condições-limite, CL		X				
Corrente nominal do dispositivo de proteção				X		
Elemento resistivo				X		
Fiação mínima exigida				X		
Número de unidades Hunter de contribuição			X	X	X	
Potência elétrica nominal				X		
Pressão máxima		X	X	X	X	
Pressão mínima			X	X	X	
Q2/Q1		X				
Q3/Q1		X				
Relação entre os volumes das câmaras			X			X <sup>2</sup>
Tensão elétrica nominal do equipamento				X		
Vazão comportada pelo equipamento						X
Vazão de projeto			X	X	X	
Vazão permanente, Q3		X				
Vazão unitária			X	X	X	
Volume efetivo da descarga			X			
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>17</b>

Nota: Legenda:

X	Todos indicaram que é importante
X	Todos indicaram que é importante mas nem sempre têm acesso
1	Alguém respondeu que não é importante
2	Alguém respondeu que não sabe
	Não se aplica

### Levantamento de componentes BIM

Quando analisados os componentes BIM disponibilizados nas 14 bases nacionais e internacionais relacionadas no Quadro 5, não foram encontrados componentes de chuveiro elétrico e de caixa sifonada, apenas ducha com misturador (12

modelos) e ralo seco (8 modelos). Assim, verifica-se a necessidade de desenvolvimento de componentes BIM para a efetiva utilização dessa ferramenta nos projetos desenvolvidos no país.

Para os hidrômetros foram encontrados 3 modelos, 12 para a bacia sanitária (uma convencional e as

demais com caixa acoplada) e 8 para torneiras de lavatório.

As informações disponibilizadas em cada um dos componentes analisados são estruturadas e nomeadas de diversas formas, e os dados são apresentados em diferentes formatos (número adimensional, texto, *link*), o que dificulta a análise e a comparação dos componentes e impossibilita o uso de ferramentas computacionais que apoiem esse processo. Assim, a padronização da estrutura dos componentes mostra-se fundamental para viabilizar o desenvolvimento de programas de computador que apoiem o processo de projeto.

### Desenvolvimento e validação de componentes BIM genéricos

Com a análise dos componentes encontrados foram identificadas algumas informações relevantes que poderiam ser agregadas aos modelos desenvolvidos no presente trabalho, além daquelas contidas nas normas e documentos técnicos consultados, tais como código, descrição, custo (de aquisição ou instalação) e custo de manutenção, totalizando 199 itens.

O formato da unidade de medida empregada para cada campo seguiu, sempre que possível, aquele definido nas respectivas normas técnicas. Uma limitação identificada no programa computacional escolhido foi a necessidade de padronizar as unidades de medida para o componente como um todo, de modo que, por exemplo, todos os atributos do tipo “linear” tivessem o mesmo formato – metro, centímetro, milímetro, etc. –, não sendo aceitas unidades de medidas diferentes para atributos do mesmo tipo no componente BIM. Assim, optou-se por utilizar a unidade milímetro para todas as dimensões lineares; Newtons em todos os atributos de força; e quilopascal em todos os atributos de pressão, uma vez que todos os três apresentam transformação de unidades simples pela multiplicação de potências de 10.

No entanto, para o desenvolvimento dos componentes BIM a partir dos *templates* disponibilizados pelo Autodesk Revit® foram necessárias ainda algumas adaptações nas unidades de medida, quais sejam:

(a) tempo: nos atributos de pequena duração, tais como o tempo de enchimento da caixa de descarga,

foi adotado parâmetro do tipo “período”, da disciplina Estrutural, o qual foi padronizado em segundos. Nos atributos de maior duração, como período de garantia, foi usado parâmetro do tipo “número adimensional”, indicando-se a unidade de medida no identificador do campo, como período de garantia (meses);

(b) moeda: existem alguns tipos no *template* brasileiro, tais como €, £, ¥, HK\$, mas não há R\$; nesse caso, foi empregado apenas o símbolo \$;

(c) porcentagem: nos campos desse tipo, como fator de dispersão da torneira de lavatório, foi empregado parâmetro do tipo “fator”, da disciplina de Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado;

(d) ruído: foi usado parâmetro do tipo “número adimensional”, indicando-se a unidade de medida no identificador do campo, como nível de pressão sonora do funcionamento (dBA);

(e) coeficiente de evaporação: apesar de ser um atributo do tipo “vazão”, as unidades de medida definidas na norma técnica (mm.m<sup>2</sup>/n° semana) são diferentes das disponíveis no *template* (l/s, m<sup>3</sup>/h). Assim, foi usado parâmetro do tipo “número adimensional”, indicando-se a unidade de medida no identificador do campo, como coeficiente de evaporação do desconector (mm.m<sup>2</sup>/n° semana); e

(f) unidade Hunter de contribuição: foi usado parâmetro do tipo “número adimensional”, indicando-se a unidade de medida como identificador do campo.

Outra dificuldade encontrada foram algumas nomenclaturas existentes no Autodesk Revit®, que não seguem o padrão empregado pelos projetistas nacionais e poderiam ser adequadas em futuras versões do software, com o objetivo de melhoria de interface, tais como watts (potência), potencial elétrico (tensão) e fluxo (vazão).

Apenas 26% dos 199 atributos possuíam terminologia definida na NBR 15965-2 (ABNT, 2012a); para 10% foi adotada a terminologia do *template* empregado, e para os demais foram empregados termos baseados nas demais normas consultadas, conforme indicado no Quadro 6, que resume os produtos desta pesquisa. Ressalta-se que essas informações estão organizadas de acordo com a estrutura do Autodesk Revit®.

Quadro 6 - Atributos incorporados nos componentes BIM propostos (Continua...)

Grupo	Nome do Atributo	Tipo	Un.	HI	BS	CH	TL	CS
Cotas	Altura de instalação <sup>3</sup>	Linear	mm			x		
	Altura de topo <sup>2</sup>	Linear	mm		x			
	Altura do fecho hídrico inicial <sup>3</sup>	Linear	mm		x			x
	Altura <sup>2</sup>	Linear	mm	x				x
	Circunferência <sup>2</sup>	Linear	mm				x	
	Comprimento <sup>2</sup>	Linear	mm	x			x	
	Diâmetro do espalhador <sup>3</sup>	Linear	mm			x		
	Diâmetro nominal <sup>3</sup>	Tamanho tubo	mm	x		x	x	
	Diâmetro nominal da caixa <sup>3</sup>	Tamanho tubo	mm					x
	Diâmetro nominal da saída <sup>3</sup>	Tamanho tubo	mm					x
	Diâmetro nominal das entradas <sup>3</sup>	Tamanho tubo	mm					x
	Distância da saída de água à bancada <sup>3</sup>	Linear	mm				x	
	Largura <sup>2</sup>	Linear	mm	x				
	Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída <sup>3</sup>	Número	-		x			
Dados de identidade	Código <sup>3</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Custo <sup>1</sup>	Moeda	\$	x	x	x	x	x
	Descrição <sup>1</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Fabricante <sup>1</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Manual de uso <sup>3</sup>	URL	-	x	x	x	x	x
	Modelo <sup>1</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
Elétrico	Compatível com dispositivo residual (DR) <sup>3</sup>	S/N	-			x		
	Corrente de fuga <sup>3</sup>	Corrente	mA			x		
	Tensão elétrica <sup>2</sup>	Pot. Elétrico	V			x		
Elétrico-cargas	Potência elétrica <sup>3</sup>	Potência	W			x		
Estrutural	Resistência à fadiga <sup>2</sup> (ciclos)	Número	-		x		x	
	Resistência a torção <sup>3</sup>	Momento	N.m	x				
	Resistência à tração vertical <sup>3</sup>	Força	N			x		
	Resistência ao torque de instalação <sup>3</sup>	Momento	N.m			x	x	
	Resistência ao torque de uso <sup>3</sup>	Momento	N.m				x	
	Resistência da bacia a compressão <sup>3</sup>	Força	N		x			
	Resistência da caixa a compressão <sup>3</sup>	Força	N		x			
	Resistência ao impacto <sup>2</sup>	Lógico	S/N	x				
Resistência compressiva <sup>2</sup>	Lógico	S/N	x					
Geral	Arejador <sup>3</sup>	S/N	-				x	
	Características do produto <sup>2</sup>	Texto	-				x	
	Classe de CEM <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Classe de perda de pressão <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Classe de pressão <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Classe de sensibilidade <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Classe de temperatura <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Coefficiente de evaporação do desconector <sup>3</sup> (mm.m <sup>2</sup> /n. semanas)	Número	-		x			x
	Condições de operação <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Condições-limite <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Cronograma de manutenção <sup>2</sup> (meses)	Número	-	x	x	x	x	x
	Elemento resistivo <sup>3</sup>	Texto	-			x		
	Erro Máximo admissível <sup>3</sup>	Fator	%	x				
Esforço de acionamento <sup>3</sup>	Força	N		x				

Quadro 6 - Atributos incorporados nos componentes BIM propostos (continuação)

Grupo	Nome do Atributo	Tipo	Un.	HI	BS	CH	TL	CS
	Grau <sup>2</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Índice de desempenho da medição <sup>3</sup>	Fator	%	x				
	Limitador de vazão <sup>3</sup>	S/N	-			x		
	Nível de segurança ambiental climática e mecânica <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Período de garantia <sup>2</sup> (meses)	Número	-	x	x	x	x	x
	Prazo de substituição <sup>3</sup> (meses)	Número	-	x	x	x	x	x
	Preço manutenção <sup>3</sup>	Moeda	\$	x	x	x	x	x
	Preço substituição <sup>3</sup>	Moeda	\$	x				
	Tempo de enchimento <sup>3</sup>	Período	s		x			
	Tempo de vida estimado <sup>2</sup> (meses)	Número	-	x	x	x	x	x
	Termos de garantia do fabricante <sup>2</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Tipo de equipamento <sup>2</sup>	Texto	-	x	x			
	Tipo de mostrador <sup>2</sup>	Texto	-	x				
	Torque de acionamento <sup>3</sup>	Momento	N.m			x		x
Hidráulica	Peso relativo <sup>3</sup>	Número	-		x	x	x	
	Posição de operação <sup>3</sup>	Texto	-	x				
	Pressão máxima <sup>3</sup>	Pressão	kPa	x	x	x	x	
	Pressão mínima <sup>3</sup>	Pressão	kPa	x	x	x	x	
	Q2/Q1 <sup>3</sup>	Número	-	x				
	Q3/Q1 <sup>3</sup>	Número	-	x				
	Temperatura máxima <sup>2</sup>	Temperatura	°C			x		x
	UHC <sup>3</sup>	Número	-			x	x	x
	Vazão de esgoto <sup>3</sup>	Fluxo	L/s			x	x	x
	Vazão de transição <sup>3</sup>	Fluxo	m <sup>3</sup> /s	x				
	Vazão mínima <sup>3</sup>	Fluxo	m <sup>3</sup> /s	x				
	Vazão permanente <sup>3</sup>	Fluxo	m <sup>3</sup> /s	x				
	Vazão projetada <sup>2</sup>	Fluxo	L/s			x	x	x
	Volume efetivo <sup>3</sup>	Volume	L			x		
Volume nominal <sup>3</sup>	Volume	L			x			
Materiais e acabamentos	Acabamento <sup>2</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Material <sup>3</sup>	Material	-	x	x	x	x	x

Quadro 6 - Atributos incorporados nos componentes BIM propostos (continuação)

Grupo	Nome do Atributo	Tipo	Un.	HI	BS	CH	TL	CS
Resultados da análise	Diluição por troca de água <sup>3</sup>	Número	-		x			
	Distância de transporte de esferas <sup>3</sup>	Linear	mm		x			
	Esfera máxima no sifão <sup>3</sup>	Linear	mm		x			
	Fator de dispersão <sup>3</sup>	Fator	%				x	
	Lavagem de parede - maior segmento remanescente <sup>3</sup>	Linear	mm		x			
	Lavagem de parede - média de segmentos remanescentes <sup>3</sup>	Linear	mm		x			
	Nível de pressão sonora de referência do choque da água com a superfície <sup>3</sup> (dBA)	Número	-		x	x	x	
	Nível de pressão sonora de referência do enchimento da caixa acoplada <sup>3</sup> (dBA)	Número	-		x			
	Nível de pressão sonora de referência do escoamento da água pela bacia <sup>3</sup> (dBA)	Número	-		x			
	Nível de pressão sonora de referência do funcionamento da resistência <sup>3</sup> (dBA)	Número	-			x		
	Nível de pressão sonora de referência do gotejamento <sup>3</sup> (dBA)	Número	-					x
	Nível de pressão sonora do funcionamento <sup>3</sup> (dBA)	Número	-	x			x	
	Normas <sup>3</sup>	Texto	-	x	x	x	x	x
	Pressão de referência <sup>3</sup>	Pressão	kPa	x	x	x	x	x
	Remoção de esferas <sup>3</sup>	Número	-		x			
	Remoção de grânulos <sup>3</sup>	Fator	%		x			
	Remoção de mídia composta <sup>3</sup>	Número	-		x			
Respingos de água <sup>3</sup>	Número	-		x				
Vazão de referência <sup>3</sup>	Fluxo	L/s	x	x	x	x	x	

**Nota: Legenda:**

Un.: Unidade de medida;

HI: Hidrômetro;

BS: Bacia sanitária com caixa acoplada;

CH: Chuveiro elétrico;

TL: Torneira de lavatório;

CS: Caixa sifonada;

<sup>1</sup> Atributos existentes nos *templates*;<sup>2</sup> Atributos definidos na NBR 15965-2 (ABNT, 2012a); e<sup>3</sup> Atributos propostos a partir das normas técnicas.

A Figura 2 apresenta a geometria adotada nos componentes BIM desenvolvidos, e a Figura 3 apresenta, a título de exemplo, a interface do Autodesk Revit® para inserção de dados no componente bacia sanitária com caixa acoplada.

Como os itens selecionados para modelagem são produtos de mercado com características bem definidas, seus dados técnicos são constantes, independentemente do projeto em que estejam inseridos. Dessa forma, os componentes BIM foram desenvolvidos de modo que os valores dos atributos sejam inseridos no tipo da família, e não na instanciamento no projeto.

Para a bacia sanitária com caixa acoplada, para o chuveiro elétrico e para a torneira de lavatório, não foi considerada na modelagem a possibilidade de

ajuste parametrizado das dimensões dos componentes, pela complexidade de sua geometria. A caixa sifonada e o hidrômetro, por sua vez, foram elaborados de modo a permitir esse ajuste a partir dos parâmetros, o que foi resolvido criando-se atributos adicionais e fórmulas internas ao componente.

A inserção de dados nos objetos a partir dos valores de referência das normas foi possível após o ajuste da unidade de medida apresentada na norma para aquela empregada no componente BIM, tendo em vista as limitações já mencionadas. Apesar de serem cálculos simples, o uso de unidades de medida diferentes da prática de projeto pode gerar equívocos em várias etapas do processo, cabendo aqui melhorias na ferramenta para contornar essa dificuldade.

Ao inserir os componentes BIM em um projeto hipotético, verificou-se que alguns deles não contemplavam os pontos hidráulicos necessários à conexão com o sistema, tendo sido então incorporada essa possibilidade nos componentes

desenvolvidos. Seu uso deu-se conforme o esperado no projeto, permitindo, além da visualização tridimensional proporcionada pelo componente BIM original, fácil acesso aos dados inseridos.

Figura 2 - Geometria dos componentes BIM desenvolvidos

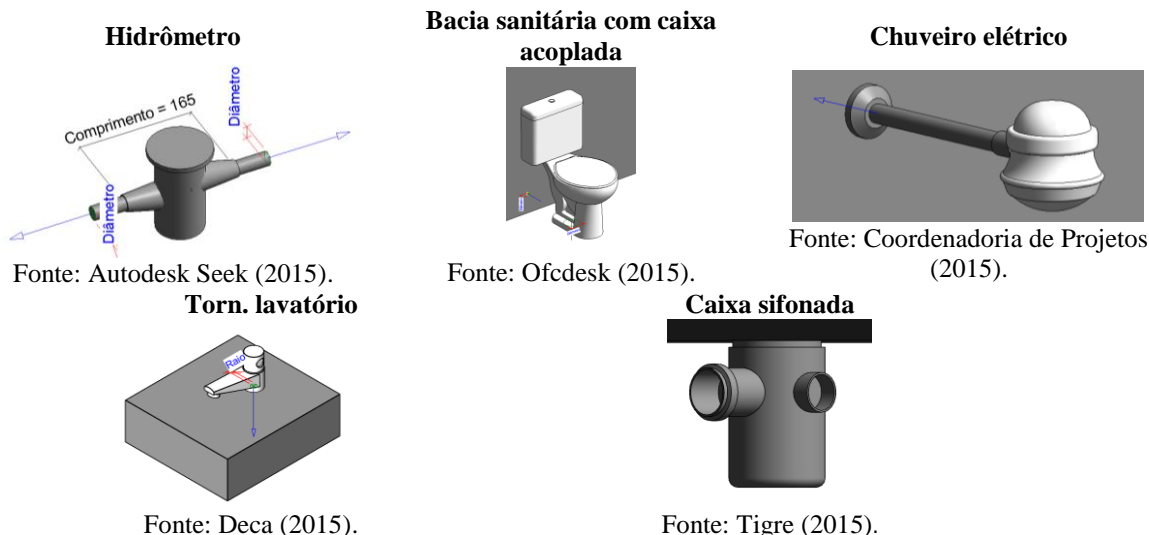


Figura 3 - Inserção de dados no componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquea
<b>Materiais e acabamentos</b>			
Acabamento	Branco	=	
Material	Louça_Branca	=	
<b>Hidráulica</b>			
Conexão de ventilação	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão de resíduos	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão CW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão HW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Peso relativo	0,300000	=	
Pressão Máxima	400,00000 kPa	=	
Pressão mínima	5,00000 kPa	=	
Raio Ponto de Esgoto	50,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Raio Ponto de Água	10,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
UHC	6,000000	=	
Vazão de esgoto	0,96 L/s	=	
Vazão projetada	0,15 L/s	=	
Volume efetivo	6,8 L	=	
<b>Mecânico</b>			
WFU	0,000000	=	
HWFU	0,000000	=	
CWFU	0,000000	=	
<b>Estrutural</b>			
Resistência da Bacia a compressão	2200,00 N	=	
Resistência da Caixa a compressão	100,00 N	=	
Resistência à Fadiga (ciclos)	15000,000000	=	

## Conclusões

A análise de informações de forma fácil, ainda na fase de projeto, tal como a proposta neste trabalho, permite que soluções, componentes e materiais possam ser selecionados de forma mais assertiva, em substituição à prática corrente da especificação genérica de um componente “que atende à norma”.

O levantamento das normas e outros documentos técnicos indica que é grande o número de informações a serem analisadas em conjunto para a avaliação do desempenho de componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários ainda na fase de projeto: para a amostra selecionada neste trabalho foram levantadas 136 informações, com

uma média de 27 para cada componente em estudo.

A metodologia utilizada neste trabalho para o desenvolvimento de componentes BIM genéricos para a amostra pode ser replicada para outros componentes dos SPHS e também de outros sistemas, ampliando o uso de componentes BIM pelos projetistas.

As informações apresentadas permitem que sejam implementadas bibliotecas em quaisquer programas de modelagem e são subsídio para o futuro desenvolvimento de programas de computador que utilizem essas informações para diversas análises do ponto de vista do desempenho desses equipamentos.

O Autodesk Revit®, selecionado para a implementação dos componentes neste estudo, não apresenta alguns tipos de parâmetros necessários, além de adotar unidades de medida e nomenclaturas diferentes das usualmente utilizadas no Brasil. Acredita-se que as informações listadas neste trabalho possam contribuir para a adequação desse programa às necessidades dos projetistas dos SPHS.

Para que os modelos de avaliação do desempenho sejam efetivamente utilizados, as informações necessárias devem ser fornecidas de maneira fácil. Contudo, o levantamento pontual de cinco componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, efetuado em páginas da internet de 52 fornecedores, revela que dados referentes ao desempenho, na maioria dos casos, não são disponibilizados. Além disso, segundo o grupo focal consultado, nenhuma mídia disponibiliza a totalidade das informações necessárias ao projeto, sendo apontada a existência de dificuldades na obtenção de informações em geral.

Finalmente, a adequação das normas técnicas nacionais de modelagem da informação, padronizando a estrutura e a nomenclatura dos componentes BIM conforme sugerido neste trabalho, se mostra essencial para viabilizar a padronização dos componentes que serão desenvolvidos no futuro.

## Referências

AHN, K.-U. *et al.* BIM Interface for Full vs. Semi-Automated Building Energy Simulation. **Energy and Buildings**, v. 68, part B, p. 671-678, jan. 2014.

ANDRADE, M. L. V.; RUSCHEL, R. C. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO; WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9., São Carlos, 2009. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2009.

ARCAT. **Bim Files**. Disponível em: <<http://www.arcat.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10281**: torneira de pressão: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12090**: chuveiros elétricos: determinação da corrente de fuga: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12483**: chuveiros elétricos: padronização. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15097-1**: aparelhos sanitários de material cerâmico: parte 1: requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2011a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15206**: instalações hidráulicas prediais: chuveiros ou duchas: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15491**: caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15538**: medidores de água portátil: ensaios para avaliação de eficiência. Rio de Janeiro, 2014a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: edificações habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-6**: edificações habitacionais: desempenho: parte 6: requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-1**: sistema de classificação da informação da construção: parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011b.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-2**: sistema de classificação da informação da construção: parte 2: características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2012a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-3**: sistema de classificação da informação da construção: parte 3: Processos da construção. Rio de Janeiro, 2014b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-7**: sistema de classificação da informação da construção: parte 7: informação da construção. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16043-1**: medição da vazão de água em condutos fechados em carga: medidores para água potável fria e quente: parte 1: especificações. Rio de Janeiro, 2012b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5688**: tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação: requisitos. Rio de Janeiro, 2010a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2**: construção de edificação: organização de informação da construção: parte 2: estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2010c.
- AUTODESK SEEK. **Bim Files**. Disponível em: <<http://seek.autodesk.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- BIM OBJECT. **Bim Objects**. Disponível em: <<http://bimobject.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- BIM STORE. **Bim Objects**. Disponível em: <<https://www.bimstore.co.uk/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**. Disponível em: <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>>. Acesso em: 7 dez. 2014.
- CADFORUM. **CAD/BIM Blocks**. Disponível em: <<http://www.cadforum.cz/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIN, A. L. Uma Visão da Difusão e Apropriação do Paradigma BIM no Brasil – TIC 2011. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan./jun. 2013.
- CONTIER. **Famílias MCMV**. Disponível em: <<http://contier.com.br/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- COSTA, C. H. A.; STAUT, S. L. S.; ILHA, M. S. O. Projeto de Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários Com BIM: mapeamento da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., Maceió, 2014. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014.
- COORDENADORIA DE PROJETOS. **Biblioteca BIM**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp, Campinas, 2015.
- CRESPO, C.; RUSCHEL, R. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., Porto Alegre, 2007. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007.
- DECA. **Biblioteca de Componentes BIM**. Disponível em: <<http://www.deca.com.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- INPREDIAIS. **GETBIM**. Disponível em: <<http://www.getbim.com.br/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- HIYAMA, K. *et al.* A New Method For Reusing Building Information Models of Past Projects to Optimize the Default Configuration For Performance Simulations. **Energy and Buildings**, v. 73, p. 83-91, 2014.
- ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. São Paulo: EPUSP, 1994.
- JEONG, W. *et al.* Translating Building Information Modeling to Building Energy Modeling Using Model View Definition. **The Scientific World Journal**, v. 2014, art. 638276, 2014.
- KATER, M.; RUSCHEL, R. C. Avaliando a Aplicabilidade de BIM Para a Verificação da Norma de Segurança Contra Incêndio em Projeto de Habitação Multifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., Maceió, 2014. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014.
- KIM, J. B. *et al.* Developing a Physical BIM Library For Building Thermal Energy Simulation. **Automation in Construction**, v. 50, p. 16-28, 2015.



- KIM, S.; COFFEEN, R.C.; SANGUINETTI, P. Interoperability Building Information Modeling and Acoustical Analysis Software: a demonstration of a performing arts hall design process. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS, 21., Montreal, 2013. **Proceedings...** Montreal: Acoustical Society of America, 2013.
- LAINE, T.; HÄNNINEN, R.; KAROLA, A. Benefits of BIM in the Thermal Performance Management. In: BUILDING SIMULATION, Finland, 2007. **Proceedings...** Finland: 2007.
- LUKKA, K. **The Constructive Research Approach**: case study research in logistics. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003. Series B, v. 1.
- MARCELLINI, L.; OLIVEIRA, L. H. Avaliação dos Requisitos de Desempenho de Sistemas Hidrossanitários do Projeto de Norma Para Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Fortaleza, 2008. **Anais...** ANTAC: 2008.
- MEP CONTENT. **BIM Files**. Disponível em: <<https://www.mepcontent.eu/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- MODLAR. **BIM/CAD**. Disponível em: <<http://www.modlar.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- MY BOX FREE. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.myboxfree.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- NASYROV, V. *et al.* Building Information Models as Input For Building Energy Performance Simulation: the current state of industrial implementations. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRODUCT AND PROCESS MODELLING, 10., Vienna, 2014. **Proceedings...** Vienna, 2015.
- NATIONAL BIM LIBRARY. **BIM Objects**. Disponível em: <<http://www.nationalbimlibrary.com/>>. Acesso: 19 maio 2015.
- NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **Specifiers' Properties Information Exchange (SPiE)**. Disponível em: <<http://www.nibs.org/>>. Acesso em: 20 jul. 2014.
- OFCDESK. **Bibliotecas para Revit®**. Disponível em: <<http://www.ofcdesk.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- OKAMOTO, P. S.; MELHADO, S. B. A Norma Brasileira de Desempenho e o Processo de Projeto de Empreendimentos Residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., Maceió, 2014. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014.
- OLIVEIRA, L. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. O Projeto de Edifícios Habitacionais Considerando a Norma Brasileira de Desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 7, n. 1, p. 90-100, maio 2012.
- OMNICLASS. **Table 49 – Properties**. 2012. Disponível em: <<http://www.omniclass.org/>>. Acesso em: 19 dez. 2014.
- QUERIDO, J. G. Ruído de Descarga de Bacia Sanitária Com Válvula. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998.
- RAHEEM, A. A.; ISSA, R. R. A; OLBINA S. Environmental Performance Analysis of a Single Family House Using BIM. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, Miami, 2011. **Proceedings...** Miami: ASCE, 2011.
- REEVES, T.; OLBINA, S.; ISSA, R. Guidelines for Using Building Information Modeling (BIM) for Environmental Analysis of High-Performance Buildings. **Computing in Civil Engineering**, p. 277-284, 2012.
- REVIT CITY. **Downloads**. Disponível em: <<http://www.revitcity.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- SANGUINETTI, P.; EASTMAN, C.; AUGENBROE, G. Courthouse Energy Evaluation: BIM and Simulation Model Interoperability in Concept Design. In: INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE, 11., Glasgow, 2009. **Proceedings...** Glasgow, 2009.
- SILVA, A. T. *et al.* Novas Exigências Decorrentes de Programas de Certificação Ambiental de Prédios e de Normas de Desempenho na Construção. **Arquiteturarevista**, v. 10, n. 2, p. 105-114, jul./dez. 2014.
- SIMON, H. **The Sciences of the Artificial**. Cambridge: MIT Press, 1996.
- SMART BIM. **Library**: categorias. Disponível em: <<http://library.smartbim.com/>>. Acesso em: 19 maio 2015.

SOMBOONWIT, N. Modeling for Building Energy Performance Improvement in Accordance With the Local Climatic Settings: a case of a generalizable building design of intermediate health care facilities in Thailand. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION, 12., Sydney, 2011. **Proceedings...** Sydney, 2011.

SURVEYMONKEY. **Pesquisas Sofisticadas fáceis de fazer.** Disponível em: <<https://www.surveymonkey.com/>>. Acesso em: 15 maio 2015.

TIGRE. **Biblioteca de Componentes BIM.**

Disponível em: <<http://www.tigre.com.br>>.

Acesso em: 10 abr. 2015.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS.

YWASHIMA, L.; ILHA, M. S. O. Concepção de Projeto dos Sistemas Hidráulicos Sanitários Prediais: mudanças no processo de projeto com a utilização de building information modeling (BIM). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., Canela, 2010. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010.

**Carolina Helena de Almeida Costa**

Coordenadoria de Projetos, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo | Universidade Estadual de Campinas | Rua Albert Einstein, 951, Cidade Universitária | Caixa Postal 6021 | Campinas - SP - Brasil | CEP 13083-852 | Tel.: (19) 3521-2995 | E-mail: carolina@fec.unicamp.br

**Marina Sangoi de Oliveira Ilha**

Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo | Universidade Estadual de Campinas | Tel.: (19) 3521-2306 | E-mail: milha@fec.unicamp.br

**Revista Ambiente Construído**

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

Fax: +55 (51) 3308-4054

[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido)

E-mail: [ambienteconstruido@ufrgs.br](mailto:ambienteconstruido@ufrgs.br)