



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

CAROLINA HELENA DE ALMEIDA COSTA

**INCORPORAÇÃO DE PARÂMETROS DE
DESEMPENHO EM COMPONENTES BIM PARA
SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS**

CAMPINAS

2015

CAROLINA HELENA DE ALMEIDA COSTA

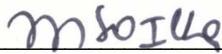
**INCORPORAÇÃO DE PARÂMETROS DE
DESEMPENHO EM COMPONENTES BIM PARA
SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestra em Engenharia Civil, na área de Arquitetura e Construção.

Orientadora: Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA CAROLINA HELENA DE ALMEIDA COSTA E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. MARINA SANGOI DE OLIVEIRA ILHA.

ASSINATURA DA ORIENTADORA



CAMPINAS

2015

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Elizangela Aparecida dos Santos Souza - CRB 8/8098

C823i Costa, Carolina Helena de Almeida, 1983-
Incorporação de parâmetros de desempenho em componentes BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários / Carolina Helena de Almeida Costa. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Marina Sangoi de Oliveira Ilha.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Instalações hidráulicas e sanitárias. 2. Construção - Desempenho. 3. Modelagem de informação da construção. I. Ilha, Marina Sangoi de Oliveira, 1963-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Incorporating performance parameters in BIM components for plumbing systems

Palavras-chave em inglês:

Plumbing Systems

Buildings - Performance

Building information modeling

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestra em Engenharia Civil

Banca examinadora:

Marina Sangoi de Oliveira Ilha [Orientador]

Ariovaldo Denis Granja

José de Paula Barros Neto

Data de defesa: 28-08-2015

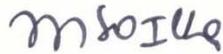
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

INCORPORAÇÃO DE PARAMETROS DE DESEMPENHO EM
COMPONENTES BIM PARA SISTEMAS PREDIAIS HIDRAULICOS E
SANITARIOS

Carolina Helena de Almeida Costa

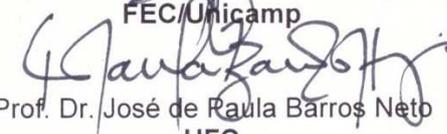
Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Presidente e Orientador(a)/FEC/Unicamp



Prof. Dr. Ariovardo Denis Granja
FEC/Unicamp



Prof. Dr. José de Paula Barros Neto
UFC

Campinas, 28 de agosto de 2015

Para minha querida mãe,
quando crescer quero ser como você.

AGRADECIMENTOS

À querida professora Marina Sangoi de Oliveira Ilha que em 2002, lá no início da graduação, me levou por este caminho. Trabalhar com você é um privilégio e me trouxe ensinamentos para toda a vida.

Aos membros da banca de qualificação, professores Regina Ruschel e Ariovaldo Denis Granja, pela leitura atenciosa e importantes contribuições em uma área do conhecimento que estamos tentando desbravar.

Aos colegas da pós-graduação, de perto e de longe, pelas dicas e pelo convívio.

À Coordenadoria de Projetos da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, pela amizade, motivação e apoio no desenvolvimento desse trabalho.

A Deus, que me abençoa todos os dias com alegria, saúde, amigos e uma família linda.

Aos meus avós, bisavós e aqueles que os precederam, agradeço por tanto trabalho. O fruto do meu trabalho também é seu, nunca me esqueço disso.

Ao meu pai, por ter me instigado a curiosidade científica desde meus primeiros passos, por ter me sensibilizado pelo tema de minha pesquisa e meu trabalho, por ter me aberto tantas portas e me mostrado um mundo com tanto por fazer.

À minha mãe, pela inspiração, exemplo e apoio técnico. Não teria conseguido sem você.

Ao meu irmão, grande companheiro, sempre perto do coração, onde quer que esteja.

Aos familiares e amigos do coração, pela compreensão e pela torcida.

Ao meu marido, pelo apoio incondicional em cada projeto, inclusive neste.

À minha filha, principal razão do meu desejo de um mundo melhor. O brilho dos seus olhos me trouxe até aqui.

“Ao que vai chegar”, que já nos completa de força e magia, sonho e fantasia, e alegria de viver.

RESUMO

A atividade de projetar pressupõe a análise de inúmeras variáveis no sentido de prever o comportamento em uso dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. O presente trabalho tem como objetivo propor componentes BIM (*Building Information Modeling*) que permitam a avaliação do desempenho dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários na fase de projeto. Trata-se de uma pesquisa construtiva (*Design Science Research*) em que, a partir de um levantamento da literatura, foram desenvolvidas as seguintes etapas: (a) seleção de componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários para este estudo; (b) proposta de informações técnicas desses componentes, tendo em vista o atendimento aos requisitos previstos nas normas brasileiras consultadas; (c) validação da proposta por meio de *survey*; (d) proposta de componentes BIM e (e) validação dos componentes por meio de testes. A expansão da ferramenta desenvolvida nesse trabalho, contemplando outros componentes, permite que a avaliação de desempenho seja uma variável decisiva para a seleção dos componentes a serem empregados, contribuindo para a melhoria da qualidade do projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Palavras-chave: Sistemas prediais hidráulicos e sanitários, modelagem da informação da construção, BIM, desempenho

ABSTRACT

Building design includes the analysis of several information in order to predict the behavior of plumbing systems during its use. This research aims to propose BIM (Building Information Modeling) components for performance evaluation of plumbing systems in the design phase. It is a Design Science Research which, based on literature review, carried out the following steps: (a) selection of components of building systems for this study; (b) proposal of component's attributes, expecting the requirements of the brazilian standard; (c) validation of the proposal by a survey; (d) proposal of BIM components and (e) validation of BIM components by means of tests. The expansion of the tool developed in this work, contemplating other components, enables the performance evaluation, a crucial variable for selecting the components, contributing to improve the quality of the design of building systems.

Keywords: Plumbing systems, Building Information Modeling, BIM, performance

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases _____	25
Figura 2.2: Etapas do mapeamento sistemático da literatura (SMS) _____	29
Figura 2.3: Modelo proposto para fase de concepção de projeto arquitetônico _____	38
Figura 2.4: Modelo proposto para fase de desenvolvimento de projeto arquitetônico _____	39
Figura 2.5: Modelo proposto para fase de conclusão de projeto arquitetônico _____	39
Figura 3.1: Delineamento da pesquisa _____	51
Figura 4.1: Informações relativas aos componentes selecionados, fornecidas pelos fabricantes consultados. _____	60
Figura 4.2: Informações relativas à geometria, disponibilizadas pelos fabricantes dos componentes selecionados _____	63
Figura 4.3: Questionário referente às informações ligadas à bacia sanitária com caixa acoplada _____	68
Figura 4.4: Fontes de informações técnicas consultadas pelos respondentes e satisfação com as mesmas _____	71
Figura 4.5: Avaliação geral da importância das informações pelo grupo focal – todos os componentes selecionados. _____	75
Figura 4.6: Validação do componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada _____	87
Figura I.1: Validação do componente BIM do hidrômetro _____	176
Figura I.2: Validação do componente BIM do chuveiro elétrico _____	177
Figura I.3: Validação do componente BIM da torneira de lavatório _____	178
Figura I.4: Validação do componente BIM da caixa sifonada _____	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Subsistemas do edifício _____	21
Quadro 2.2: Requisitos de desempenho dos SPHS _____	22
Quadro 2.3: Exigências de desempenho dos SPHS _____	23
Quadro 2.4: Responsabilidades dos agentes da cadeia da construção _____	27
Quadro 2.5: Categorias para classificação dos artigos das bases internacionais _____	32
Quadro 2.6: Categorias para classificação dos artigos de sistemas prediais _____	33
Quadro 2.7: Categorias para classificação dos artigos das fontes nacionais _____	34
Quadro 3.1: Componentes selecionados para o desenvolvimento do estudo _____	52
Quadro 3.2: Normalização consultada para o levantamento das informações técnicas relacionadas aos componentes selecionados _____	54
Quadro 3.3: Bibliotecas BIM consultadas _____	56
Quadro 4.1: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de bacia sanitária com caixa acoplada selecionados _____	59
Quadro 4.2: Informações adicionais disponibilizadas nas páginas da internet dos fabricantes de bacia sanitária com caixa acoplada _____	62
Quadro 4.3: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de bacia sanitária com caixa acoplada _____	65
Quadro 4.4: Avaliação da importância dos dados para avaliação de desempenho dos componentes pelo grupo focal. _____	72
Quadro 4.5: Lista final de informações para a avaliação do desempenho da bacia sanitária com caixa acoplada _____	76
Quadro 4.6: Modelos BIM dos componentes selecionados para este estudo, contemplados nas bases consultadas _____	78
Quadro 4.7: Atributos contidos nos componentes BIM de bacia sanitária consultados	79
Quadro 4.8: Componentes BIM de referência para o desenvolvimento dos componentes selecionados _____	81
Quadro 4.9: Principais unidades de medida empregadas no estudo _____	82

Quadro 4.10: Atributos propostos para o componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada. _____	85
Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 _____	116
Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (ToiletPan) conforme productguide _	124
Quadro B.2: Especificação da Caixa Acoplada (Cistern) conforme productguide____	130
Quadro C.1: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de hidrômetro selecionados _____	135
Quadro C.2: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de chuveiro elétrico selecionados _____	136
Quadro C.3: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de torneira de lavatório selecionados _____	137
Quadro C.4: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de caixa sifonada selecionados _____	138
Quadro C.5: Informações gráficas disponibilizadas pelos fabricantes consultados _	139
Quadro D.1: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de hidrômetro _____	141
Quadro D.2: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de chuveiro elétrico _____	143
Quadro D.3: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de torneira de lavatório _____	145
Quadro D.4: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de caixa sifonada _____	147
Quadro F.1: Lista final de informações para a avaliação de desempenho de hidrômetro _____	161
Quadro F.2: Lista final de informações para a avaliação de desempenho de chuveiro elétrico _____	163
Quadro F.3: Lista final de informações para a avaliação de desempenho de torneira de lavatório _____	165
Quadro F.4: Lista final de informações para a avaliação de desempenho de caixa sifonada _____	167
Quadro G.1: Atributos contidos nos componentes BIM de hidrômetro consultados _	168

Quadro G.2: Atributos contidos nos componentes BIM de chuveiro elétrico consultados _____	168
Quadro G.3: Atributos contidos nos componentes BIM de torneira de lavatório consultados _____	169
Quadro G.4: Atributos contidos nos componentes BIM de caixa sifonada consultados _____	169
Quadro H.1: Atributos propostos para o componente BIM de hidrômetro _____	171
Quadro H.2: Atributos propostos para o componente BIM de chuveiro elétrico _____	172
Quadro H.3: Atributos propostos para o componente BIM de lavatório _____	173
Quadro H.4: Atributos propostos para o componente BIM de caixa sifonada _____	174
Quadro J.1: Proposta de atributos a serem contemplados na NBR 15965-2 _____	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Número de artigos encontrados em cada base de dados internacional	31
Tabela 2.2: Resultado da busca nas bases de dados internacionais	31
Tabela 2.3: Número de artigos encontrados nas fontes nacionais	33
Tabela 2.4: Resultado da busca nas fontes nacionais	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	19
1.2 Estrutura do trabalho	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 Desempenho dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	22
2.2 Uso de BIM na indústria da construção	28
2.3 Padrões para desenvolvimento da tecnologia BIM	45
3 METODOLOGIA	50
3.1 Pesquisa entre fornecedores de componentes	52
3.2 Levantamento da literatura	53
3.3 Desenvolvimento do modelo	54
3.4 Validação do modelo	54
3.5 Desenvolvimento dos componentes BIM	55
3.6 Validação dos componentes BIM	57
3.7 Reflexões sobre a contribuição teórica	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1 Pesquisa entre fornecedores de componentes	58
4.2 Levantamento dos requisitos de desempenho para avaliação dos componentes selecionados	64
4.3 Validação da proposta de atributos	67
4.4 Atributos contemplados em modelos BIM	78
4.5 Implementação dos componentes BIM e validação	80
4.6 Validação dos componentes BIM	86
4.7 Reflexão da contribuição teórica	88
5 CONCLUSÕES	90

REFERÊNCIAS	92
APÊNDICE A. TERMOS DEFINIDOS NA NBR 15965-2	116
APÊNDICE B. DEFINIÇÃO DOS ATRIBUTOS DE <i>TEMPLATE</i> PELO PRODUCTGUIDE™	123
APÊNDICE C. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DISPONIBILIZADAS POR FABRICANTES DE COMPONENTES	134
APÊNDICE D. REQUISITOS DE DESEMPENHO DAS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	140
APÊNDICE E. SURVEY PARA VALIDAÇÃO DOS DADOS E RESULTADOS	148
APÊNDICE F. INFORMAÇÕES TÉCNICAS NECESSÁRIAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS COMPONENTES	160
APÊNDICE G. ATRIBUTOS CONTIDOS NOS COMPONENTES BIM EXISTENTES	168
APÊNDICE H. ATRIBUTOS PROPOSTOS PARA OS COMPONENTES BIM	170
APÊNDICE I. VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES BIM	175
APÊNDICE J. SUGESTÃO DE NOMENCLATURA A INCORPORAR NA NBR 15965-2	180

1 INTRODUÇÃO

O projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) pressupõe a análise de inúmeras variáveis visando prever seu comportamento em uso.

Para tanto, é necessário que os projetistas tenham fácil acesso a informações técnicas, possibilitando a avaliação do desempenho dos SPHS tanto no projeto quanto na seleção dos seus materiais e equipamentos.

Contudo, os SPHS agregam inúmeros componentes, e a avaliação do desempenho de cada um deles, e do edifício como um todo, pode ser extensa e exaustiva. Essas análises poderiam ser facilitadas com o apoio de ferramentas computacionais por meio da sistematização de informações relativas ao desempenho desses componentes.

Nesse contexto, o BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção) demonstra potencial para apoiar as referidas análises, dada a riqueza de informações que podem ser incorporadas ao projeto.

Diferente do processo de projeto tradicional, baseado em diversos desenhos bidimensionais de cada uma das disciplinas, o BIM se utiliza de um modelo tridimensional, que é uma representação virtual de objetos do mundo real, podendo apoiar decisões de projeto por meio de testes, visualizações e simulações.

O modelo de um edifício é composto por inúmeros componentes BIM, que assumem proporções desde um simples parafuso a um equipamento complexo com cada um de seus subcomponentes. Esses componentes BIM são caracterizados pela visualização tridimensional, e agregam informações geométricas e não geométricas, denominadas atributos.

Apesar do conceito remontar a década de 70, o uso de BIM só tem se viabilizado nos últimos anos graças ao aumento na capacidade de processamento dos computadores, ganhando, assim, espaço em todo o mundo e também no Brasil.

Uma das atividades mais críticas ligadas ao projeto dos sistemas prediais é a compatibilização. A análise automática de interferências a partir do modelo do

edifício tem se mostrado a principal razão da migração dos profissionais para o BIM, trazendo ganhos financeiros e evitando atrasos na obra, mostrando-se mais eficiente do que a metodologia empregada anteriormente, baseada na sobreposição sequencial de desenhos bidimensionais que, além de demorada, é sujeita a falhas.

No entanto, seu maior potencial está ligado à informação agregada aos componentes BIM, o que abre várias possibilidades, como a geração automática de listas de materiais, simulações ou análises de comportamento do sistema, como o desempenho energético, térmico e acústico.

Além disso, o uso do modelo gerado não se restringe à fase de projeto, como é o caso dos desenhos bidimensionais, podendo contribuir com todo o ciclo de vida do edifício: concepção, projeto, execução, operação, manutenção, até a demolição e reciclagem de seus materiais, desde que seja alimentado com informações precisas e mantido atualizado.

Todavia, apesar das vantagens do uso de BIM, existem ainda muitas barreiras para seu uso efetivo no Brasil, dentre as quais se destaca a carência de componentes BIM adequados aos materiais e técnicas construtivas empregadas neste país.

Essa realidade tem resultado em iniciativas isoladas de projetistas, construtoras e fabricantes no desenvolvimento de componentes BIM, visando a atender as necessidades pontuais identificadas, em sua maioria voltadas ao projeto arquitetônico.

Assim, os poucos componentes BIM disponíveis no mercado nacional não seguem qualquer padrão em sua estrutura, organização de dados, nomenclatura ou especificação de atributos (numérico, texto), inviabilizando qualquer iniciativa de análise sistemática de informações com origens diferentes, identificando-se a necessidade de explicitar diretrizes para que esses componentes sejam produzidos de modo uniforme.

Além disso, é fundamental que se identifique quais usos os modelos dos edifícios poderão ter ao longo do seu ciclo de vida, e quais informações poderão ser demandadas desses modelos, para que se determine quais informações devem ser

contempladas nos componentes BIM de cada material ou equipamento que compõe o edifício.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver componentes BIM dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários que possibilitem a avaliação do desempenho na fase inicial do projeto desses sistemas.

Como objetivos secundários, pretende-se:

- propor uma lista de características técnicas dos componentes dos SPS a serem fornecidas pelos fabricantes para permitir a análise de desempenho com base nas normas técnicas brasileiras;
- propor diretrizes para que essas informações sejam incorporadas a componentes BIM desenvolvidos em quaisquer programas computacionais que empregam o conceito de modelagem da informação;
- propor novos termos àqueles relacionados na NBR 15965-2: Sistema de classificação da informação da construção - Parte 2: Características dos objetos da construção (ABNT, 2012a), tendo em vista a análise de desempenho dos SPS.

1.2 Estrutura do trabalho

Esse documento está organizado em cinco capítulos. O primeiro contextualiza o tema, justificando a pesquisa a ser desenvolvida e seus objetivos.

O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura, com estudos sobre o projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, o conceito de desempenho aplicado aos edifícios e a implementação de BIM.

O terceiro capítulo detalha a metodologia adotada para o desenvolvimento do presente trabalho e o quarto capítulo apresenta os resultados obtidos e as discussões.

Finalmente, o quinto capítulo apresenta as conclusões do trabalho, seguido das referências e apêndices.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O edifício pode ser entendido como um sistema composto de vários subsistemas, conforme apresentado no Quadro 2.1 (ILHA; GONÇALVES, 1994). Assim, ao projetar cada subsistema, devem-se analisar as interações com os demais, buscando-se o desempenho funcional esperado pelo usuário.

Quadro 2.1: Subsistemas do edifício

Estrutura	Fundações Superestrutura
Envoltória	Sob o nível do solo Sobre o nível do solo
Divisores de espaços externos	Verticais Horizontais Escadas
Divisores de espaços internos	Verticais Horizontais Escadas
Serviços	Suprimento e disposição de água Controle térmico e ventilação Suprimento de gás Suprimentos de energia elétrica Telecomunicações Transporte mecânico Transporte pneumático e por gravidade Segurança e Proteção

Fonte: Ilha e Gonçalves (1994)

Dentro dos serviços, os referidos autores destacam os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), os quais são compostos por:

- sistema de suprimento;
 - água fria;
 - água quente;
- sistema de equipamento/aparelho sanitário; e,
- sistema de esgotos sanitários.

A diversificação das atividades desenvolvidas pelos usuários aumenta a complexidade e grau de interação dos serviços (ou simplesmente sistemas prediais), que envolvem disciplinas como hidráulica, termodinâmica, eletricidade, telecomunicação e eletrônica (FARINA; GONÇALVES, 2002).

Assim, ao conceber o edifício, é fundamental ter em mente qual será seu uso e as exigências dos usuários finais, que variam com a tipologia do edifício, fatores regionais, climáticos, culturais, sociais e econômicos; são normalmente de natureza qualitativa e subsidiam a formulação dos requisitos de desempenho dos sistemas que compõem os edifícios. A partir dos requisitos, podem ser estabelecidos critérios de desempenho, normalmente de natureza quantitativa, e critérios para verificação do grau de atendimento (ILHA, 1993; MARCELLINI; OLIVEIRA, 2008).

2.1 Desempenho dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários

O desempenho representa o comportamento durante o uso ou operação de um determinado componente ou sistema ao longo de sua vida útil (ABNT, 2013a).

Rosrud (1979) definiu 37 requisitos de desempenho que os SPHS devem atender em função das exigências dos usuários (Quadro 2.2).

Quadro 2.2: Requisitos de desempenho dos SPHS

Requisitos de desempenho referentes ao uso da instalação	Requisitos de desempenho referentes à resistência aos desgastes e ao equilíbrio com o meio-ambiente
Qualidade da água	Ruído
Vazão da água	Vibração e golpe de aríete
Manutenção do suprimento	Odor
Abastecimento de água adequado	Transferência de calor e mudança de temperatura
Vazão de água ajustável	Resistência e Rigidez
Temperatura	Adequabilidade ao edifício
Espaço e quantidade de aparelhos sanitários	Nível Estável de água
Flexibilidade para mudanças	Atrito, desgaste e corrosão.
Volume de água no equipamento	Danos causados pelo uso
Altura dos aparelhos	Umidade
Forma e cor	Congelamento
Espaço para armazenamento ao redor dos aparelhos sanitários	Iluminação
Apoios	Ataque biológico
Acesso para higienização após uso da bacia	Fogo e explosão
Lavagem de roupas	Conservação da Natureza
Lavagem de louças	Manutenção da aparência
Coleta e disposição de água	Limpeza
Disposição de águas subterrâneas e de chuva	Tubos de condução do esgoto
	Manutenção e reposição

Fonte: Adaptado de Rosrud (1979)

A NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho, parte 6 (ABNT, 2013a), apresenta as exigências de desempenho para os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (Quadro 2.3).

Quadro 2.3: Exigências de desempenho dos SPHS

Segurança estrutural
Resistência mecânica dos sistemas hidrossanitários e das instalações
Tubulações suspensas
Tubulações Enterradas
Tubulações Embutidas
Solicitação dinâmica dos sistemas hidrossanitários
Sobrepessão máxima no fechamento de válvulas de descarga
Pressão estática máxima
Sobrepessão máxima quando da parada de bombas de recalque
Resistência a impactos de tubulações aparentes
Segurança contra incêndio
Combate a incêndio com água
Reserva de água para combate a incêndio
Combate a incêndio com extintores
Tipo e posicionamento de extintores
Evitar propagação de chamas entre pavimentos
Evitar propagação de chamas entre pavimentos
Segurança no uso e operação
Risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e em eletrodomésticos ou eletroeletrônicos
Aterramento das instalações, dos aparelhos aquecedores, dos eletrodomésticos e dos eletroeletrônicos
Corrente de fuga em equipamentos
Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação
Risco de explosão, queimaduras ou intoxicação por gás
Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação de gás
Instalação de equipamentos de gás combustível
Permitir a utilização segura aos usuários
Prevenção de ferimentos
Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários
Temperatura de utilização da água
Temperatura de aquecimento
Estanqueidade
Estanqueidade das inst. dos sistemas hidrossanitários de água fria e água quente
Estanqueidade à água do sistema de água
Estanqueidade à água de peças de utilização
Estanqueidade das instalações dos sistemas de esgoto e de águas pluviais
Estanqueidade das instalações de esgoto e de águas pluviais
Estanqueidade à água das calhas
Desempenho térmico
Desempenho acústico
Desempenho lumínico
Durabilidade de manutenibilidade
Vida útil de projeto das instalações hidrossanitárias
Demonstrar atendimento à ABNT NBR 15575-1/2013 Tab. 7
Projeto e execução das instalações hidrossanitárias
Durabilidade dos sistemas, elementos, componentes e instalação

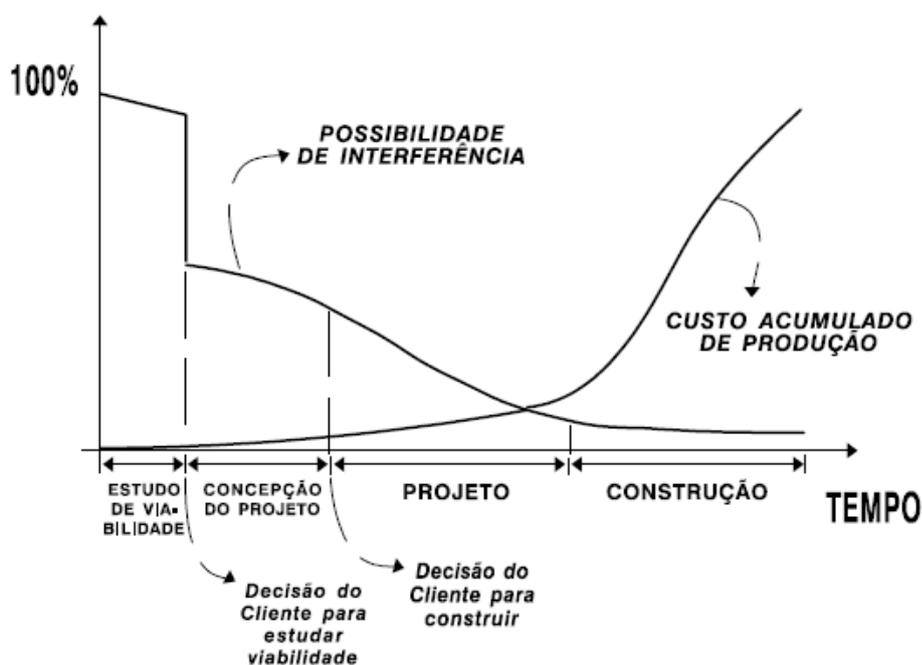
Quadro 2.3: Exigências de desempenho dos SPS (continuação)	
Manutenibilidade das instalações hidráulicas, de esgotos e de águas pluviais	
	Inspeção em tubulações de esgoto e de águas pluviais
	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias
Saúde, higiene e qualidade do ar	
	Contaminação da água a partir dos componentes das instalações
	Independência do sistema de água
	Contaminação biológica da água no sistema de água potável
	Risco de contaminação biológica das tubulações
	Risco de estagnação da água
	Contaminação de água potável do sistema predial
	Tubulações e componentes de água potável enterrados
	Contaminação por refluxo de água
	Separação atmosférica
	Ausência de odores provenientes da instalação de esgoto
	Estanqueidade aos gases
	Contaminação do ar ambiente pelos equipamentos
	Teor de poluentes
Funcionalidade e acessibilidade	
	Funcionamento das instalações de água
	Dimensionamento da instalação de água fria e quente
	Funcionamento de dispositivos de descarga
	Funcionamento das instalações de esgoto
	Dimensionamento das instalações de esgoto
	Funcionamento das instalações de águas pluviais
	Dimensionamento de calhas e condutores
Conforto tátil e antropodinâmico	
	Conforto na operação dos sistemas prediais
	Adaptação ergonômica dos equipamentos
Adequação ambiental	
	Uso racional da água
	Consumo de água em bacias sanitárias
	Fluxo de água em peças de utilização
	Contaminação do solo e do lençol freático
	Tratamento e disposição de efluentes

Fonte: Adaptado de NBR 15575-6 (ABNT, 2013b).

Para que os SPHS tenham o desempenho previsto na fase de projeto, é imprescindível que os executores recebam projetos mais detalhados e, para isso, é fundamental que os projetistas disponham de informações técnicas dos componentes que serão especificados, mudando assim práticas de mercado e responsabilidades dos agentes envolvidos no projeto desses sistemas (MARCELLINI; OLIVEIRA, 2008).

O desenvolvimento tecnológico e a crescente exigência dos clientes finais tornam a etapa de projeto dos edifícios uma fase cada vez mais importante, já que é nela que se tomam as decisões que trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos. A Figura 2.1 representa esquematicamente o impacto financeiro das decisões feitas em fase de projeto.

Figura 2.1: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases



Fonte: Fabrício (2002)

Estudos de avaliação pós-ocupação verificaram que uma parcela representativa das patologias apresentadas nas edificações tem como origem a etapa de projeto (CARNEIRO, 2013; GNIPPER, 2010), e, portanto, melhorias nesse processo beneficiam todas as etapas que se sucedem.

Grande parte dessas anomalias tem como origem: falha de dimensionamento ou comunicação entre projetistas; falta de especificação técnica,

coordenação, compatibilização ou detalhamento, ou seja, poderiam ser evitadas com a melhoria da qualidade dos projetos (AMORIM, 1997; GNIPPER, 2010).

No sentido de melhorar a compatibilização entre os projetos do edifício, o conceito de projeto simultâneo enfatiza a gestão do processo de projeto, a busca pela colaboração e paralelismo na atuação dos agentes, e a concepção integrada do empreendimento, visando a soluções globalmente boas, mesmo que não sejam ótimas isoladamente (FABRÍCIO; MELHADO, 2003).

As bases para o Projeto Simultâneo são as interfaces (FABRÍCIO, 2002):

- com o cliente: onde são definidas as necessidades e condições de projeto;
- com coordenação de projetos: onde são integradas as disciplinas desde o início do projeto; e,
- com projeto para produção: onde as características da obra são integradas na especificação das soluções.

No entanto, apesar dos ganhos dessa abordagem, existem evidências de que projetistas em geral e construtores ainda não têm familiaridade com os conceitos de engenharia simultânea (LEITE; BARROS NETO, 2014).

No caso dos projetos dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, verifica-se que a situação é similar, com a realização de etapas sequenciais, conforme já descrito há mais de uma década por Farina e Gonçalves (2002).

Contudo, com a publicação da norma brasileira de desempenho têm-se verificado a necessidade de mudanças nas antigas dinâmicas (SILVA *et al.*, 2014, MARCELLINI; OLIVEIRA, 2008, OLIVEIRA; MITIDIÉRI FILHO, 2012, OKAMOTO; MELHADO, 2014):

- a fase de projeto norteia todo o processo, sendo conduzida pelo desempenho e vida útil esperada do edifício;
- a dinâmica de projeto deve promover o trabalho multidisciplinar e colaborativo entre os diversos agentes da cadeia produtiva, desde as fases mais preliminares até a orientação dos usuários finais quanto à manutenção;

- projetistas deverão ter conhecimento aprofundado das normas técnicas e requisitos de desempenho;
- projetos deverão ser melhor detalhados, fornecendo mais especificações técnicas, memoriais descritivos mais complexos;
- fornecedores de materiais e componentes devem adequar seus produtos para atenderem às normas;
- fornecedores devem promover a divulgação formal do desempenho das suas soluções, bem como suas limitações e interfaces.

Desse modo, várias práticas construtivas precisarão ser ajustadas para atender a esses critérios. Como exemplo, Silveira (2014) analisou o desempenho térmico e acústico de painéis de alvenaria, *steel framing* e *wood framing* a partir dos critérios da NBR 15575 (ABNT, 2013a), e, apesar da *wood framing* ter desempenho superior às demais, verificou que nenhum desses sistemas construtivos atendia a todos os critérios mínimos exigidos pela referida norma, havendo necessidade de ajustes nas técnicas construtivas.

A NBR 15575 (ABNT, 2013a) apresenta as responsabilidades dos agentes da cadeia da construção (Quadro 2.4), as quais foram inicialmente definidas na NBR 5671 (ABNT, 1990).

Quadro 2.4: Responsabilidades dos agentes da cadeia da construção

Interveniente	Responsabilidades
Fornecedor de insumo, material, componente e/ou sistema	Caracterizar o desempenho de acordo com a NBR 15575/2013
Projetista	Estabelecer a Vida Útil de Projeto (VUP) de cada sistema. Especificar materiais, produtos e processos que atendam ao desempenho mínimo estabelecido na NBR 15575, com base nas normas prescritivas e no desempenho declarado pelos fabricantes dos produtos
Construtor e incorporador	Identificar riscos previsíveis na época do projeto, providenciando estudos técnicos requeridos e provendo os projetistas com informações. Elaborar manual de uso e manutenção ou documento similar e entregá-lo ao proprietário.
Usuário	Realizar manutenção de acordo com o estabelecido na NBR 5674 e no manual de uso, operação e manutenção ou documento similar.

Fonte: Adaptado de ABNT (2013a)

Assim, os fornecedores da indústria que até então desconheciam ou raramente disponibilizavam informações referentes ao desempenho dos sistemas, devem não apenas divulgar suas informações técnicas, mas certificar-se de que seus componentes atendem aos critérios estabelecidos.

A escolha de componentes baseada no menor preço tem sido prática comum na indústria da construção civil, que busca o menor custo possível para o imóvel, sem levar em conta a vida útil e os custos de manutenção de seus componentes no longo prazo, quando estes itens, na verdade, deveriam atender aos requisitos do consumidor final e das autoridades, a um custo razoável para sua vida útil (JERNBERG, 2005).

No entanto, pesquisas têm definido critérios técnicos para apoiarem a seleção de componentes, pensando não apenas em seu momento de aquisição e instalação, mas em todo seu ciclo de vida.

Para possibilitar a especificação de componentes que atendam aos requisitos de desempenho apresentados na normalização, os projetistas necessitam de ferramentas que facilitem a realização dessa tarefa, tendo em vista a multiplicidade de itens que compõem os sistemas do edifício. O desenvolvimento de ferramentas baseadas na modelagem da informação da construção (BIM) vem em encontro a essa necessidade, conforme apresentado no item a seguir.

2.2 Uso de BIM na indústria da construção

O *Building Information Modeling* (BIM) ou, em português, a Modelagem da Informação da Construção, cujo conceito remonta da década de 70 (EASTMAN *et al.*, 2011), tem ganhado cada vez mais adeptos, que exploram seus recursos e adequam seus processos conforme se apropriam dessa ferramenta.

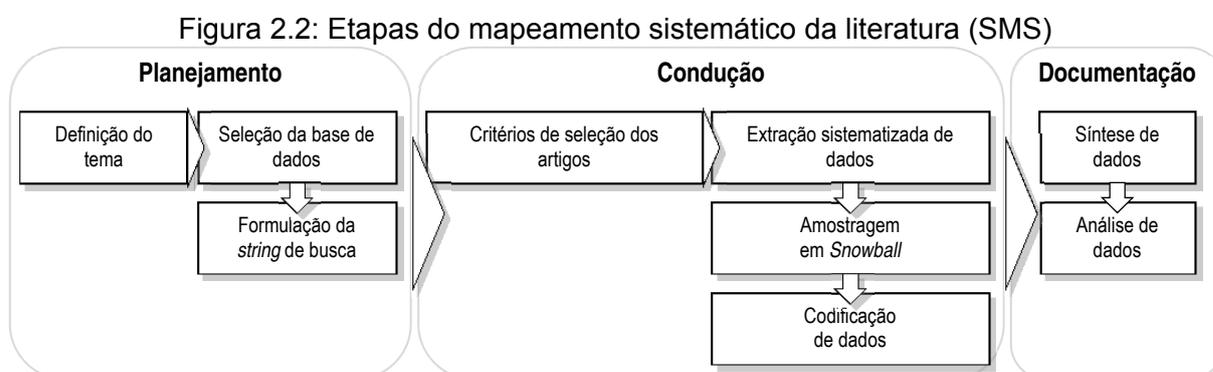
Pode-se dizer que o projeto dos edifícios encontra-se atualmente em uma fase de transição de tecnologia do *Computer Aided Design* (CAD) para o BIM, em que é possível utilizar uma infinidade de informações, geométricas ou não, durante todo o ciclo de vida do edifício, com um apelo mais visual.

No sentido de caracterizar o estado da arte do uso de BIM no processo de projeto e, mais especificamente, no projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, foi desenvolvido inicialmente um mapeamento sistemático da literatura, tendo por base o método proposto por Kitchenham *et al.* (2010).

As questões que nortearam o desenvolvimento do SMS foram:

- Qual o estágio do desenvolvimento das pesquisas relacionadas ao uso de BIM nas diferentes disciplinas de projeto, com destaque aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários?
- Quais os principais enfoques e lacunas das pesquisas desenvolvidas com o uso de BIM nas diferentes disciplinas de projeto, com destaque aos sistemas prediais.

As etapas envolvidas no mapeamento sistemático da literatura são apresentadas na Figura 2.2.



Fonte: Elaborado a partir de Kitchenham *et al.* (2010), Ruiz e Granja (2013) e Melo *et al.* (2013)

As bases de dados consultadas foram: Scopus (2015), Web of Science (2015), Engineering Village (Compendex) (2015), ProQuest (2015) e Scielo (2015), sendo que todas elas possibilitam o uso de *strings* de busca complexas, com o emprego de operadores booleanos.

Tendo em vista as questões apresentadas, a *string* de busca foi definida como:

(BIM OR "Building Information Model*") AND (design* OR project*) AND (mep OR plumb* OR "Water Supply" OR "Building System*" OR building OR construction).

Para a seleção inicial dos artigos, foram considerados os seguintes critérios:

- *string* constante no título, resumo ou palavras-chave;
- somente artigos de periódicos e de anais de eventos; e,
- somente artigos publicados em inglês ou português.

A análise comparativa dos dados obtidos nas quatro bases resultou na exclusão dos dados repetidos e também dos artigos de outras áreas, tais como medicina e artes. Na sequência, foram criados filtros com palavras-chave no título e resumo, para a identificação dos artigos mais relevantes à pesquisa, conforme segue: (A) no título: *MEP, hydr, pipe, wate, net, libr, office, project, plumb, issue, diff, problem, implement, challeng*; (B) no resumo: *MEP, hydr, pip, water, library, plumb*.

De posse dos artigos selecionados nessa fase, foi efetuada a análise detalhada dos títulos e resumos, resultando em um novo conjunto de artigos, os quais foram lidos em sua totalidade, levando à exclusão de mais alguns textos não aderentes ao tema. A partir disso, obteve-se o número final de artigos a ser considerado nas demais etapas da pesquisa. Destaca-se que nessa fase foram considerados somente os artigos com texto completo e com acesso gratuito via biblioteca virtual da universidade.

Tendo em vista que os autores muitas vezes utilizam sinônimos dos termos empregados na *string* formulada, o que faz com que seus artigos não sejam selecionados na busca efetuada, foi desenvolvida uma pesquisa adicional, denominada “bola de neve” (*snowball sampling*). Assim, a partir da análise da lista de referências de cada artigo selecionado, foram selecionados artigos (apenas de periódicos) com conteúdo aderente ao tema e que não constavam no conjunto de artigos já selecionados, conforme Melo *et al.* (2013).

A Tabela 2.1 e a Tabela 2.2 apresentam os resultados da busca efetuada.

Tabela 2.1: Número de artigos encontrados em cada base de dados internacional

Base de dados	Número de artigos
Scopus	2225
Web of Science	824
Engineering Village	1991
ProQuest	5739
Scielo	30
Total de artigos em todas as bases	10809

Tabela 2.2: Resultado da busca nas bases de dados internacionais

Número de artigos...	
encontrados em todas as bases (descontados os artigos repetidos e de outras áreas)	3345
selecionados após o uso do filtro no título e resumo	633
selecionados após a leitura do título e do resumo	141
selecionados após a leitura do título e do resumo e que se teve acesso ao texto completo	116
selecionados após a leitura do texto completo	74
final selecionado após a <i>snowball sampling</i>	79

Na sequência, os artigos foram classificados conforme sua principal contribuição (categoria) (Quadro 2.5).

Quadro 2.5: Categorias para classificação dos artigos das bases internacionais

Categoria	Artigos que contemplam...	Referências
Análise econômica	a análise de custos com base nos modelos	LAN, 2014; LIU <i>et al.</i> , 2014; MA; LIU, 2014; PUCKO <i>et al.</i> , 2014; SATTINENI; MACDONALD, 2014; STANLEY; THURNELL, 2014; YI <i>et al.</i> , 2014
Conceitos	a apresentação do conceito do BIM de forma abrangente,	AZHAR <i>et al.</i> , 2014; FRANCE; RUMPE, 2013; LI <i>et al.</i> , 2014; LU <i>et al.</i> , 2014; LU <i>et al.</i> , 2014b; SHEN; LIN, 2014; SOLNOSKY, 2013; WATSON, 2011
Coordenação	o novo papel do profissional da coordenação e o processo de compatibilização.	ABUELMAATTI; AHMED, 2014; DOSSICK; NEFF, 2010; ISMAIL <i>et al.</i> , 2014; KORMAN <i>et al.</i> , 2008; LEE; KIM, 2014; WANG; LEITE, 2014; YUNG <i>et al.</i> , 2014
Implementação	práticas para mudança para o BIM	BLANCO; CHEN, 2014; CHIEN <i>et al.</i> , 2014; DOWSETT; HARTY, 2014; EADIE <i>et al.</i> , 2013; GARDEZI <i>et al.</i> , 2014; GLEDSON; GREENWOOD, 2014; LOVE <i>et al.</i> , 2011; MAAS, 2014; MATHEWS <i>et al.</i> , 2014; MEMON <i>et al.</i> , 2014; MIETTINEN; PAAVOLA, 2014; NAVENDREN <i>et al.</i> , 2014; OLUWOLE, 2011; SACEY <i>et al.</i> , 2015; SIMONIAN; KORMAN, 2011; SMITH, 2014; TOMEK; MATĚJKA, 2014; USSING; LARSEN, 2014; WU; ISSA, 2014; ZHOU, 2014
Papel do Governo	padronizações e contrapartidas oferecidas por governos	MARADZA <i>et al.</i> , 2013; MCAULEY <i>et al.</i> , 2014; SUPRUN; STEWART, 2015; TRAVAGLINI <i>et al.</i> , 2014; WONG <i>et al.</i> , 2011
Processo de Projeto	a análise das principais mudanças que o BIM trouxe para a dinâmica do projeto e da equipe.	ABOUSHADY; ELBARKOUKY, 2015; AHN <i>et al.</i> , 2014; AHUJA <i>et al.</i> , 2014; ARAYICI <i>et al.</i> , 2011; AZHAR <i>et al.</i> , 2011; DOSSICK; NEFF, 2011; ELMUALIM; GILDER, 2014; GARCIA <i>et al.</i> , 2014; GUO <i>et al.</i> , 2014; HANNA <i>et al.</i> , 2014; HATTAB; HAMZEH, 2015; HOU <i>et al.</i> , 2015; JEONG <i>et al.</i> , 2014; JONES, 2014; JUNG; JOO, 2010; KÄHKÖNEN; RANNISTO, 2015; KALAY, 2001; KIM <i>et al.</i> , 2015; KORMAN; LU, 2011; LV; LIANG, 2014; MERSCHBROCK; MUNKVOLD, 2014; MIGILINSKAS <i>et al.</i> , 2013; NASYROV <i>et al.</i> , 2014; NAWI <i>et al.</i> , 2014; OPITZ <i>et al.</i> , 2014; ROWLINSON <i>et al.</i> , 2010; SOLNOSKY <i>et al.</i> , 2014; TSAI <i>et al.</i> , 2014; WU; ISSA, 2015; WU; ZHOU <i>et al.</i> , 2015; XIAO; NOBLE, 2014; ZHANG; LI, 2014

Dentre os artigos apresentados, apenas alguns trataram dos sistemas prediais, sendo que nenhum é voltado ao projeto dos SPHS. Eles foram analisados conforme as contribuições (categorias) apresentadas no Quadro 2.6:

Quadro 2.6: Categorias para classificação dos artigos de sistemas prediais

Categoria	Artigos que contemplam...	Referências
Ciclo de vida	Aplicações, necessidades e expectativas para as fases posteriores ao projeto	HOU <i>et al.</i> , 2015; ZHOU <i>et al.</i> , 2015
Coordenação	o processo de coordenação e compatibilização dos sistemas prediais com BIM	DOSSICK; NEFF, 2010; KORMAN <i>et al.</i> , 2008; LEE; KIM, 2014; LV; LIANG, 2014; WANG; LEITE, 2014
Implementação	orientações para o processo de implantação de BIM em escritórios	GUO <i>et al.</i> , 2014; HANNA <i>et al.</i> , 2014; HOLMSTROM <i>et al.</i> , 2015; SIMONIAN; KORMAN, 2011; YUNG <i>et al.</i> , 2014
Pré-fabricação	o uso de BIM para gerar elementos para a obra, melhorando a produtividade	KORMAN; LU, 2011
Simulação	a apresentação das vantagens de usar ferramentas de simulação para a concepção do edifício	AHN <i>et al.</i> , 2014; JEONG <i>et al.</i> , 2014; KIM <i>et al.</i> , 2015; NASYROV <i>et al.</i> , 2014

Na sequência, foi efetuado um levantamento da literatura nacional acerca do tema, na base de dados do Centro de Referência e Informação em Habitação – InfoHab (2015) e em dois periódicos indexados que publicam artigos relacionados ao tema: Ambiente Construído (2015) e Gestão e Tecnologia de Projetos (2015).

Nesses casos, como não existe a possibilidade de emprego de *strings*, o procedimento para a busca e seleção dos artigos baseou-se apenas no uso da palavra-chave “BIM”. O resultado dessa pesquisa é apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Número de artigos encontrados nas fontes nacionais

Fonte	Número de Artigos
Base de dados InfoHab	39
Periódico Ambiente Construído	9
Periódico Gestão e Tecnologia de Projeto	12
Total de artigos	60

De posse de todos os artigos nacionais selecionados, foi efetuada a leitura do título e do resumo, e posteriormente do texto completo, identificando-se os textos com aderência às questões de pesquisa, resultando no número final de artigos constantes na base e nos periódicos nacionais para as demais etapas da pesquisa (Tabela 2.4). Destaca-se que, a exemplo das bases internacionais, foram considerados somente os artigos com texto completo e com acesso gratuito via biblioteca virtual da universidade.

Tabela 2.4: Resultado da busca nas fontes nacionais

Número de artigos...	
encontrados em todas as fontes (descontados os artigos repetidos e de outras áreas)	52
selecionados após a leitura do título e do resumo	35
selecionados após a leitura do título e do resumo e que se teve acesso ao texto completo	29
selecionados após a leitura do texto completo	21
final selecionado após a <i>snowball sampling</i>	25

Em seguida, os artigos foram classificados conforme sua principal contribuição (categoria) (Quadro 2.7).

Quadro 2.7: Categorias para classificação dos artigos das fontes nacionais

Categoria	Artigos que contemplam...	Referências
Ferramentas	desenvolvimento de ferramentas de apoio ao projeto	CORRÉA; SANTOS, 2014; DEBS; FERREIRA, 2014; KATER; RUSCHEL, 2014; MONTEIRO <i>et al.</i> , 2009a, 2009b; ROMCY <i>et al.</i> , 2014
Conceitos	a apresentação do conceito do BIM de forma abrangente,	ANDRADE; RUSCHEL, 2009; CHECCUCCI <i>et al.</i> , 2013; CRESPO; RUSCHEL, 2007
Coordenação	o novo papel do profissional da coordenação e o processo de compatibilização.	ADDOR; SANTOS, 2014
Implementação	práticas para mudança para o BIM	BIOTTO <i>et al.</i> , 2015; CHAVES <i>et al.</i> , 2014; COSTA; SERRA, 2014; DELATORRE; SANTOS, 2014; LIMA <i>et al.</i> , 2014; MACIEL <i>et al.</i> , 2014; MENDES JUNIOR <i>et al.</i> , 2014
Processo de Projeto	a análise das principais mudanças que o BIM trouxe para a dinâmica do projeto e da equipe.	COELHO; NOVAES, 2008; GARBINI, 2012; GARBINI; BRANDÃO, 2014; HILGENBERG <i>et al.</i> , 2012; NASCIMENTO; SANTOS, 2003; PAULA <i>et al.</i> , 2013; SOUZA <i>et al.</i> , 2009; YWASHIMA; ILHA, 2010

Os benefícios da aplicação de BIM são diversos, merecendo destaque a verificação de interferências, simulação de desempenho, elaboração automática de quantitativos de materiais, atualização automática de plantas e cortes a partir da mudança do modelo, visualização tridimensional (3D) e de cronograma (4D); e as consequentes reduções de conflitos, retrabalhos, prazos, riscos e despesas (AHUJA *et al.*, 2014; ANDRADE; RUSCHEL, 2009; AZHAR, 2011; CHECCUCCI *et al.*, 2013; COSTA; SERRA, 2014; CRESPO; RUSCHEL, 2007; LIU *et al.*, 2014; MIETTINEN; PAAVOLA, 2014; NAVENDREN *et al.*, 2014; SHEN; LIN, 2014; SOLNOSKY, 2013; STANLEY; THURNELL, 2014; TOMEK; MATĚJKA, 2014; XIAO; NOBLE, 2014; YWASHIMA; ILHA, 2010; ZHOU, 2014).

O ganho de precisão e detalhamento no controle dos custos (5D) também tem posição de destaque, permitindo tomadas de decisão com base em cronogramas físico-financeiros, que terão impacto direto no fluxo de caixa do empreendimento e em sua viabilidade (LAN, 2014; LIU *et al.*, 2014; MA; LIU, 2014;

PUCKO *et al.*, 2014; SATTINENI; MACDONALD, 2014; STANLEY; THURNELL, 2014; YI *et al.*, 2014).

Tendo em vista essas vantagens, diversos países têm desenvolvido políticas para estimular o emprego dessa tecnologia, tais como a exigência de projetos em BIM para os edifícios públicos e especificação de padrões para o desenvolvimento de ferramentas de apoio, como bibliotecas de componentes BIM (MARADZA *et al.*, 2013; MCAULEY *et al.*, 2012; SUPRUN; STEWART, 2015; TRAVAGLINI *et al.*, 2014; WONG *et al.*, 2011), tendo destaque as iniciativas dos Estados Unidos, Reino Unido e Escandinávia (SMITH, 2014).

Assim, como essa transição de tecnologia pode ser bastante complexa, indicam-se alguns fatores necessários para que o país como um todo incorpore este processo: apoio de entidades governamentais, da indústria regional e de órgãos de classe; padronização de ferramentas em escala nacional e internacional; disponibilização de bases de dados e bibliotecas de componentes BIM; formalização de questões legais e contratuais; *Integrated Project Delivery* (IPD); modelagem precisa e de qualidade; investimento contínuo em educação, treinamento e pesquisa; mudança de cultura e práticas de projeto (SMITH, 2014).

Além disso, para a adoção dessa tecnologia no âmbito da empresa, são necessários: possibilidade de compartilhar informação, existência de um gestor BIM, colaboração efetiva, estrutura organizacional, investimento contínuo de tempo e dinheiro, liderança técnica, protocolos de divulgação das informações, programa contínuo de treinamento BIM, suporte técnico para questões de interoperabilidade, padronização de procedimentos, interesse do gerente de projeto (ou outro profissional com influência), solicitação do cliente, complexidade do projeto, interesse do engenheiro de obra, uso da empresa de arquitetura, demonstração de resultados, retorno esperado sobre o investimento, estratégia de negócio da empresa, uso de tecnologias de projeto, experimentação local, casos de sucesso conhecidos, interoperabilidade de *softwares*, e intenção de adotar nova dinâmica de trabalho (MATHEWS *et al.*, 2014), sendo que algumas construtoras têm criado um núcleo de tecnologia BIM interno para dar suporte a sua implementação (DELATORRE; SANTOS, 2014).

Em função disso, enquanto essa tecnologia amadurece, os profissionais de projeto se qualificam e a dinâmica de projeto se ajusta, os projetos em várias empresas continuam sendo desenvolvidos e analisados em CAD e, posteriormente, modelados em BIM para compatibilização (LIMA *et al.*, 2014), sendo este o primeiro passo da transição.

Os passos seguintes são o uso do modelo para extrair quantidades e estimativa de custos, criação de suporte para manutenção do modelo; cronograma, planejamento e validação; simulação e otimização de soluções, fluxo de caixa e logística; e, finalmente, disponibilização dos dados necessários para o ciclo de vida (MAAS, 2014).

Eastman *et al.* (2011) definem BIM como “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”.

Como a modelagem é desenvolvida desde os estágios iniciais de projeto, uma série de definições, que usualmente eram desenvolvidas em etapas de projeto executivo, passam a ser necessárias nas fases iniciais (LU *et al.*, 2014b).

Assim, mais do que uma mudança de ferramenta de projeto, a implantação do BIM carece de mudança de processos de trabalho (COELHO; NOVAES, 2008; GU; LONDON, 2010; JUNG; JOO, 2010; MACIEL *et al.*, 2014; YWASHIMA; ILHA, 2010), sendo necessário romper com antigas práticas do projeto CAD, marcado pela fragmentação das equipes, e oferecer sinergia, respeito, confiança e comunicação entre os projetistas (GARCIA *et al.*, 2014; ROWLINSON *et al.*, 2010), sendo também desejável liderança (DOSSICK; NEFF, 2010) e espaço para conversas informais (DOSSICK; NEFF, 2011).

Nesse contexto é apresentado o conceito de *Integrated Project Delivery* (IPD), no qual os integrantes, independente de sua posição, influenciam os processos de decisão, colaborando entre si, cada qual com seu conhecimento específico, oferecendo como resultados maior valor entregue ao consumidor, redução de desperdícios e maior eficiência nas fases de projeto, fabricação e

construção (AZHAR *et al.*, 2014; GARCIA *et al.*, 2014; HATTAB; HAMZEH, 2015; JONES, 2014; NAWI *et al.*, 2014; SOLNOSKY *et al.*, 2014; ZHANG; LI, 2014).

Para viabilizar essas trocas, têm sido utilizados ambientes de colaboração *web* como repositórios, oferecendo acesso aos projetos atualizados dos pares a toda a equipe, *templates* e outros padrões a serem seguidos no projeto (ABUELMAATTI; AHMED, 2014; ISMAIL *et al.*, 2014; KALAY, 2001; MERSCHBROCK; MUNKVOLD, 2014), além de salas com grande tela de projeção para as reuniões presenciais (ADDOR; SANTOS, 2014).

O projeto arquitetônico tem sido um dos que mais tem avançado no uso de BIM, tanto em termos nacionais como internacionais. A título de ilustração, apresenta-se na Figura 2.3, Figura 2.4 e Figura 2.5 a estrutura proposta por Garbini (2012) para desenvolvimento de projetos de arquitetura em BIM, a qual contempla três etapas: concepção; desenvolvimento e conclusão.

A concepção é marcada pelo contato com o cliente e detalhamento das necessidades. Nessa etapa são definidos os produtos esperados do modelo BIM, que vão nortear o processo de desenvolvimento e detalhamento, e o processo de troca de informações com os demais envolvidos no projeto.

O desenvolvimento inicia-se com o estudo preliminar, no qual as propostas de acabamento e as definições da etapa anterior são incorporadas a uma maquete eletrônica, que será submetida à aprovação do cliente.

Na sequência são criadas etapas do modelo (anteprojeto, executivo, projeto básico), definindo-se o nível de detalhamento esperado para cada uma, sendo que ao final, o modelo incorporará todas as definições da etapa de concepção.

Na conclusão é desenvolvido o projeto executivo (que pode ser subdividido em pré-executivo, básico, executivo, detalhes, caderno de especificação, compatibilização, coordenação, gerenciamento do projeto e assistência à obra). Apesar de vários produtos, esta etapa torna-se breve, uma vez que os modelos, detalhes e definições foram desenvolvidos na etapa anterior.

Caso os demais projetistas utilizem BIM, a compatibilização de projetos acontece de forma automática, apontando os conflitos conforme surgem.

Nesta fase é feito também o controle da qualidade do modelo, analisando-se as expectativas da fase inicial e os produtos resultantes, gerando-se um relatório com eventuais justificativas de itens que não foram atendidos.

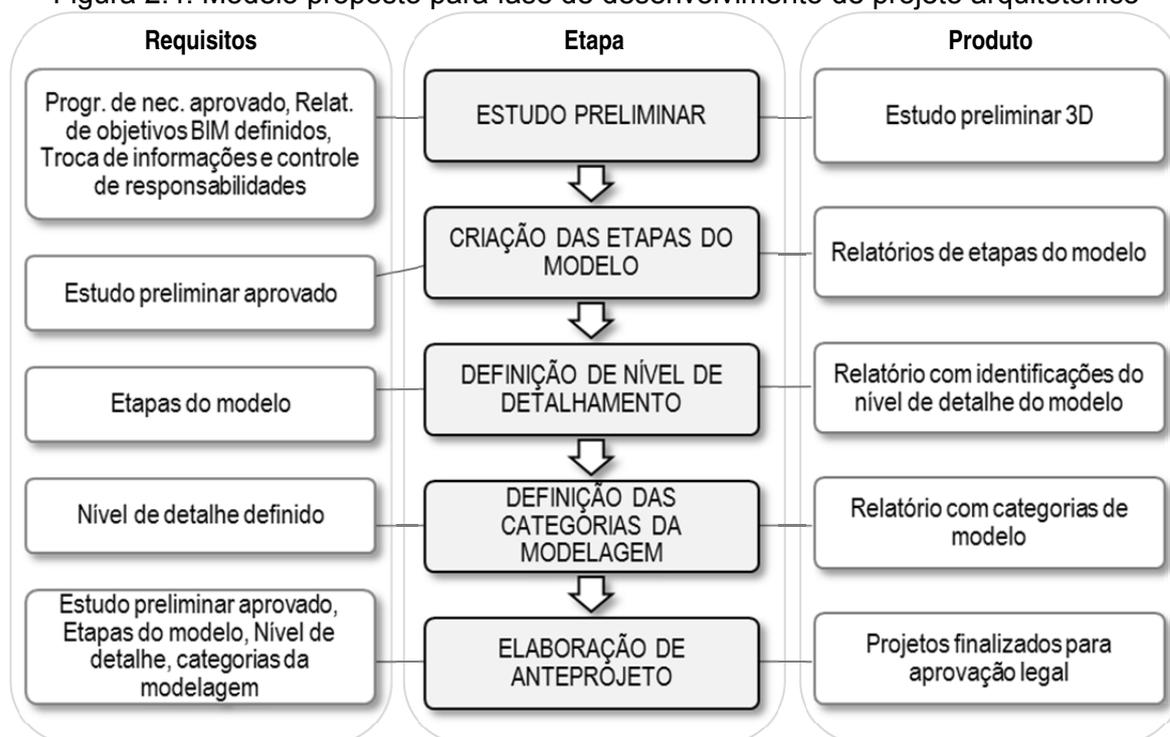
Finalmente, deve ser definida a forma de entrega do projeto, e questões de autoria e controles de alteração do modelo ao longo de sua utilização.

Figura 2.3: Modelo proposto para fase de concepção de projeto arquitetônico



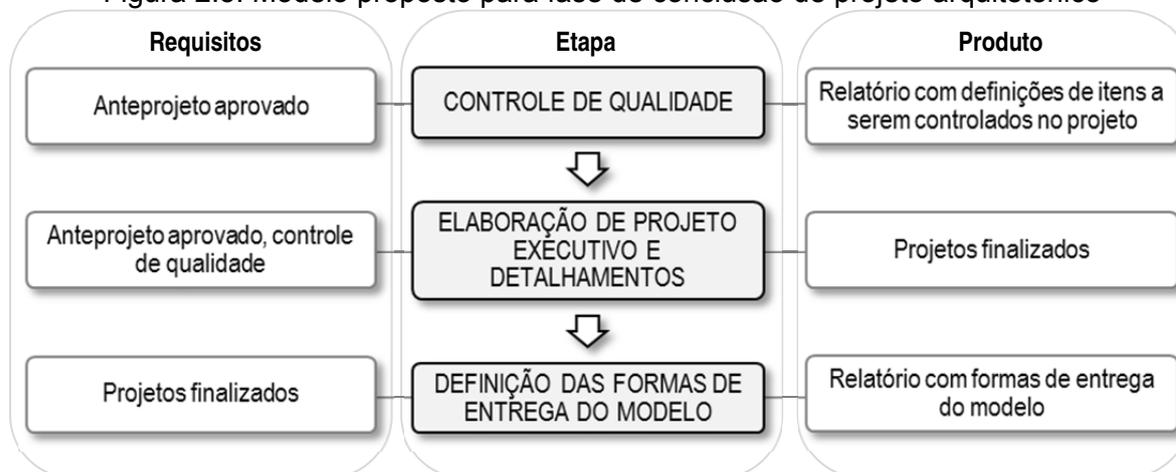
Fonte: Adaptado de Garbini (2012)

Figura 2.4: Modelo proposto para fase de desenvolvimento de projeto arquitetônico



Fonte: Adaptado de Garbini (2012)

Figura 2.5: Modelo proposto para fase de conclusão de projeto arquitetônico



Fonte: Adaptado de Garbini (2012)

No entanto, apesar das evidentes vantagens, foram identificadas barreiras para o uso efetivo de BIM, sendo as principais:

- falta de compreensão do processo de transição (ARAYICI *et al.*, 2011; CHIEN *et al.*, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; MATHEWS *et al.*, 2014; SACKY *et al.*, 2015);
- dificuldade de formalização da dinâmica do projeto, com a definição das etapas e produtos de projeto, papéis e responsabilidades de cada agente envolvido (ABOUSHADY; ELBARKOUKY, 2015; ABUELMAATTI; AHMED, 2014; BLANCO; CHEN, 2014; CHECCUCCI *et al.*, 2013; CHIEN *et al.*, 2014; DOWSETT; HARTY, 2014; ELMUALIM; GILDER, 2014; GLEDSON; GREENWOOD, 2014; GUO *et al.*, 2014; HOLMSTROM *et al.*, 2015; JONES, 2014; NAWI *et al.*, 2014; PAULA *et al.*, 2013; ROWLINSON *et al.*, 2010; TSAI *et al.*, 2014; XIAO; NOBLE, 2014);
- tempo para domínio da ferramenta e transição (DELATORRE; SANTOS, 2014; HILGENBERG *et al.*, 2012; PAULA *et al.*, 2013; YWASHIMA; ILHA, 2010);
- resistência da equipe a mudanças de processos e os custos envolvidos (ARAYICI *et al.*, 2011; CHECCUCCI *et al.*, 2013; DELATORRE; SANTOS, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; MEMON *et al.*, 2014);
- carência de definições e padronização para trabalho (ABOUSHADY; ELBARKOUKY, 2015; HANNA *et al.*, 2014; LAN, 2014; MARADZA *et al.*, 2013; MIGILINSKAS *et al.*, 2013; NAVENDREN *et al.*, 2014; STANLEY; THURNELL, 2014);
- carência de componentes BIM (BRIDGE; CARNEMOLLA, 2014; CHIEN *et al.*, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; MEMON *et al.*, 2014; MONTEIRO *et al.*, 2009a, 2009b; USSING; LARSEN, 2014; ZHOU, 2014);
- falta de interoperabilidade de informações entre diversos aplicativos (CHIEN *et al.*, 2014; CORRÊA; SANTOS, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; HILGENBERG *et al.*, 2012; KIM *et al.*, 2015; MEMON *et al.*, 2014; MIGILINSKAS *et al.*, 2013; NASYROV *et al.*, 2015; NAVENDREN *et al.*, 2014; SACKY *et al.*, 2015; SATTINENI; MACDONALD, 2014; STANLEY; THURNELL, 2014);

- falta de pessoal qualificado para uso dos programas e ferramentas, e alto custo para treinar a equipe (ARAYICI *et al.*, 2011; CHECCUCCI *et al.*, 2013; DOWSETT; HARTY, 2014; ELMUALIM; GILDER, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; GLEDSON; GREENWOOD, 2014; MEMON *et al.*, 2014; NAVENDREN *et al.*, 2014; PAULA *et al.*, 2013; SOLNOSKY, 2013; USSING; LARSEN, 2014; WU; ISSA, 2014);
- falta de conhecimento ou demanda por parte dos clientes ou pares (CHAVES *et al.*, 2014; DOWSETT; HARTY, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; MEMON *et al.*, 2014; NAVENDREN *et al.*, 2014; USSING; LARSEN, 2014);
- alto custo de implantação com *software* e *hardware* (CHIEN *et al.*, 2014; GARDEZI *et al.*, 2014; HILGENBERG *et al.*, 2012; LU *et al.*, 2014a; MEMON *et al.*, 2014; NAVENDREN *et al.*, 2014; OLUWOLE, 2011; PAULA *et al.*, 2013; SOLNOSKY, 2013; STANLEY; THURNELL, 2014);
- indefinição de questões legais, ligadas à propriedade intelectual, uma vez que o modelo é desenvolvido de forma colaborativa por diversos profissionais (ABOUSHADY; ELBARKOUKY, 2015; ABUELMAATTI; AHMED, 2014; CHIEN *et al.*, 2014; MEMON *et al.*, 2014; NAVENDREN *et al.*, 2014; AL-SHAMMARI, 2014; SOLNOSKY, 2013; SUPRUN; STEWART, 2015; USSING; LARSEN, 2014).

Esses desafios representam riscos de ordem gerencial, técnica, ambiental, financeira e legal, que devem ser de conhecimento da empresa antes de sua implantação, para que se possa tomar providências para contorná-los (CHIEN *et al.*, 2014; TOMEK; MATĚJKA, 2014).

Vale ressaltar ainda que, apesar de todas as potencialidades dessa tecnologia, ela ainda é comandada e operada por humanos, e está sempre sujeita a erros, sendo recomendado treinamento constante e explicitação de procedimentos e padrões para apoiar os técnicos nesse processo (LOVE *et al.*, 2011).

Com relação aos sistemas prediais, ferramentas computacionais que trocam informações com modelos BIM têm desenvolvido simulações de desempenho energético (AHN *et al.*, 2014; HIYAMA *et al.*, 2014; JEONG *et al.*, 2014; KIM *et al.*, 2015; NASYROV *et al.*, 2014; SANGUINETTI *et al.*, 2009; SOMBOONWIT, 2011), térmico (LAINE *et al.*, 2007), acústico (KIM *et al.*, 2013) e

ambiental como um todo (REEVES *et al.*, 2012; RAHEEM *et al.*, 2011), além da possibilidade de verificação de códigos de projeto (KATER; RUSCHEL, 2014).

Por sua grande complexidade, a coordenação desses sistemas é conhecida como um dos principais desafios em edifícios complexos, e o BIM proporcionou mudanças importantes no processo de coordenação e compatibilização, identificando automaticamente conflitos que eram analisados a partir da sobreposição de plantas 2D em arquivos CAD ou em uma mesa de luz (KORMAN *et al.*, 2008; KORMAN; LU, 2011; LEE; KIM, 2014; LV; LIANG, 2014; WANG; LEITE, 2014; YUNG *et al.*, 2014), resultando em modelos com menos interferências que, muitas vezes, seriam percebidas apenas na obra, gerando custos e atrasos.

São praticamente inexistentes os artigos que contemplam o uso de BIM no projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, tanto na literatura nacional como na internacional. Contudo, por semelhança, pode-se considerar que as lacunas de pesquisa sejam as mesmas apresentadas para o caso das demais disciplinas, sendo o estágio de desenvolvimento ainda mais incipiente.

O BIM ainda é um conceito muito novo, tendo em vista uma indústria resistente a mudanças e sempre atrasada na implantação de tecnologias, se comparada a outras indústrias (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Os desdobramentos de suas aplicações são bastante amplos, apoiando, por exemplo:

- a concepção de edifícios mais sustentáveis (AHUJA *et al.*, 2014; ALWAN *et al.*, 2015; WATSON, 2011; WU; ISSA, 2015; WU; ZHOU, 2014);
- a gestão de informações da obra (KÄHKÖNEN; RANNISTO, 2015; MENDES JUNIOR *et al.*, 2014; OPITZ *et al.*, 2014);
- a construção modular, pré-fabricação (KORMAN; LU, 2011);
- a integração com cadeia de suprimentos (WATSON, 2011);
- a aplicações de realidade aumentada como apoio à execução (HOU *et al.*, 2015);
- e,
- outras etapas do ciclo de vida do edifício (BIOTTO *et al.*, 2015; EADIE *et al.*, 2013; FRANCE; RUMPE, 2013; GUO *et al.*, 2014; HOLMSTROM *et al.*, 2015; LV; LIANG, 2014; WATSON, 2011; ZHOU *et al.*, 2015).

Verifica-se que o uso de BIM pelos agentes da construção nacionais, incluindo-se nesse conjunto os agentes governamentais, é também ainda muito tímido, carecendo de iniciativas de incentivo e padronizações de trabalho, e da normalização que se encontra em desenvolvimento.

Nesse contexto, em 2011 foi disponibilizada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) uma biblioteca genérica com componentes BIM em Autodesk Revit®, voltada para moradias do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) (BRASIL, 2011). Foi a primeira iniciativa do governo brasileiro no sentido de fomentar o uso de BIM.

Dois anos depois, as agendas setoriais do Plano Brasil Maior (BRASIL, 2013) apresentam como meta promover a interoperabilidade e a construção industrializada, intensificar o uso de tecnologia da informação aplicada à construção e a implantação do sistema de classificação da construção. Para isso, o MDIC propõe utilizar o poder de contratação do estado para criar demandas desses produtos; implantar a biblioteca de componentes BIM da construção civil, disponibilizando-a gratuitamente; implantar BIM nas obras do Exército, além de difundir e complementar a normatização brasileira.

Assim, em 2015 foi disponibilizada uma versão revisada da biblioteca voltada ao programa MCMV (CONTIER, 2015). Dentro dessa biblioteca foram fornecidos componentes BIM (famílias do Autodesk Revit®) de aparelhos e metais sanitários (pia com cuba em granito sintético, tanque em granito sintético, bacia convencional e com caixa acoplada, lavatório grande com coluna e lavatório pequeno sem coluna).

A norma brasileira que apoia o desenvolvimento do BIM no país é a NBR 15965 – Sistema de classificação da informação da construção, e tem previsão de conter 7 partes, sendo que apenas as três primeiras foram publicadas até o momento:

- Parte 1: Terminologia e estrutura (ABNT, 2011b): apresenta o sistema de classificação desenvolvido com base na NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2010c) e OmniClass (2012);
- Parte 2: Características dos objetos da construção (ABNT, 2012a): contempla a hierarquia de propriedades apresentada no OmniClass (2012) e no *BuildingSmart Data Dictionary* (BUILDING SMART, 2015), com a adequação ao idioma e à realidade brasileira. Um trecho da Parte 2 é apresentado no APÊNDICE A;
- Parte 3: Processos da construção (ABNT, 2014b): define estágios e fases do ciclo de vida, serviços e disciplinas envolvidas;
- Parte 4: Recursos da construção;
- Parte 5: Resultados da construção;
- Parte 6: Unidades da construção; e,
- Parte 7: Informação da construção.

Além das iniciativas governamentais e do desenvolvimento de normalização, tem se verificado no país iniciativas de alguns fornecedores, com a disponibilização de componentes BIM dos seus componentes. Contudo, os critérios de desempenho contemplados na norma de desempenho não necessariamente foram contemplados na definição dos atributos desses componentes.

Nardelli e Oliveira (2014) investigaram as necessidades técnicas para viabilizar a análise dos critérios de desempenho da NBR 15575 (ABNT, 2013a) a partir de componentes BIM do Programa Minha Casa Minha Vida.

Os resultados desse estudo indicaram que os componentes BIM desenvolvidos pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) não apresentam os parâmetros necessários para que seja realizada, por exemplo, a simulação computacional ou os cálculos de seu desempenho térmico, ressaltando que as características e propriedades dos componentes são fundamentais para a modelagem do edifício, permitem a análise de diferentes

soluções ainda na fase de estudo preliminar e precisam ser fornecidas pelos fabricantes.

2.3 Padrões para desenvolvimento da tecnologia BIM

Pesquisas buscando um padrão de representação dos componentes BIM tiveram início na década de 60, sendo que na década de 90 foi apresentado o *Industry Foundation Classes* (IFC), desenvolvido pela *BuildingSmart*, e posteriormente escolhido como o padrão de interface entre programas BIM, por ser flexível e permitir a inclusão de propriedades dos objetos conforme a demanda dos usuários finais (NAWARI, 2013).

O IFC é um padrão de registro de dados que emprega a linguagem EXPRESS. Tem por principais vantagens ser compacto e possibilitar a inclusão de validação dos dados em sua especificação. Os arquivos têm extensão “.ifc” e atualmente está na versão IFC4.

Na prática, são utilizados termos na estrutura dos arquivos e componentes BIM, que nada mais são do que palavras em língua inglesa, seguindo a seguinte convenção:

- nomes dos itens de dados para tipos, entidades, regras e funções começam com o prefixo "Ifc" e continuam com as palavras em inglês, sem espaços, com a primeira letra de cada palavra em maiúsculo;
- nomes de atributos de uma entidade seguem a mesma convenção, sem o prefixo;
- definições do grupo de propriedades começam com o prefixo "Pset_" e seguem a mesma convenção de nomenclatura apresentada;
- definições do grupo de quantidades começam com o prefixo "Qto_" e seguem a mesma convenção de nomenclatura apresentada.

Além da linguagem, mostra-se necessária uma padronização consistente da representação dos elementos do edifício. Vários países têm avançado nesse sentido. Nos EUA essas ações são centralizadas pelo *National Institute of Building Sciences* (NIBS), não-governamental e sem fins lucrativos, que reúne

representantes do governo, profissionais e indústria da construção, visando à identificação e solução de questões para o avanço da construção nos EUA (NIBS, 2014). Alguns dos seus programas são:

- *Whole Building Design Guide* (WBDG): guia que contempla acessibilidade, estética, custo, operação, preservação histórica, segurança, sustentabilidade e suas inter-relações. São também tratados os tipos de edifícios e espaços, as disciplinas de projeto e os sistemas construtivos;
- *National BIM Standard United States* (NBIMS-US): apresenta formas de trabalho geradas a partir de padrões existentes, documentação para troca de dados e melhores práticas para o ciclo de vida do ambiente construído, visando à padronização do trabalho nos EUA;
- *OmniClass*: sistema de classificação do ambiente construído baseado na ISO 12006-3 (ISO, 2007), que padroniza a nomenclatura dos atributos;
- *Construction-Operations Building Information Exchange* (COBie): apresenta uma proposta de especificação baseada no desempenho de equipamentos e espaços visando à troca de informações e modelos pelos agentes envolvidos no projeto, construção e operação do edifício;
- *Specifiers' Properties information exchange* (SPie): tem por objetivo criar uma relação de modelos (*templates*) que podem ser usados por fabricantes para exportar dados para formato *open-standard*;
- *ProductGuide*: Repositório de acesso gratuito com *templates* de componentes IFC desenvolvidos com apoio de fabricantes e projetistas a partir do SPie.

Com a possibilidade de evolução do IFC sob demanda, teve início em 2007 o projeto *Specifiers' Properties information exchange* (SPie), que consiste em um conjunto de componentes BIM, com seus respectivos atributos, para que fabricantes pudessem exportar os dados de seus produtos em um formato aberto, compatível com os profissionais de todo o ciclo de vida do edifício (NIBS, 2014).

Durante o desenvolvimento dos referidos modelos, foi realizada uma pesquisa com os diversos agentes envolvidos, tendo em vista fornecer um conjunto mais rico de informações, utilizando planilhas eletrônicas com informações relativas a um componente específico, o nome dos atributos, sua definição e um espaço para

o profissional informar se aquele atributo era útil ou não. Havia possibilidade de proposição de atributos adicionais e de sugestões em geral.

Essas planilhas foram então analisadas e compiladas, e sua divulgação aconteceu em 2011, como modelos do repositório productguide™. No APÊNDICE B é apresentada a versão atual dos componentes BIM bacia sanitária (*ToiletPan*) e caixa acoplada (*Cistern*).

Em um contexto global, grupos de várias disciplinas do projeto têm proposto novos objetos e atributos para resolver questões pontuais e aprimorar o edifício desde a etapa de projeto.

Nesse sentido, Becerik-Gerber *et al.* (2012) propuseram dados não geométricos para apoiar o uso de BIM durante a operação e manutenção do edifício. O resultado final do estudo, desenvolvido por meio da realização de entrevistas com profissionais de manutenção e especialistas envolvidos com a aplicação de BIM à gestão de facilidades, além da aplicação de questionário via *web* para profissionais da área, consistiu em um mapeamento de todo o ciclo de vida do edifício, indicando quais dados seriam necessários e as responsabilidades dos agentes em cada etapa.

No entanto, como os padrões COBie e *OmniClass* agregam apenas uma parte dos dados ligados às etapas de demolição e reciclagem, a incorporação de atributos ligados ao ciclo de vida do edifício como um todo continua sendo um desafio (VOLK *et al.*, 2014).

Apesar da grande oferta de componentes BIM em páginas da *internet*, é difícil avaliar a qualidade das informações contempladas nos mesmos, sendo que muitos dos modelos apresentam como único dado comercial o nome do fabricante (FU; ZHANG, 2014).

No que diz respeito aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), no IFC4 estão previstos os sistemas de abastecimento de água e gás, coleta de esgoto sanitário e de águas pluviais, além dos sistemas de combate a incêndio. Os componentes contemplados são (BUILDING SMART, 2015):

- área técnica: cômodo, fosso, acesso, sala de medidores, reservatório, vala;
- conversão de energia: aquecedor de água;
- controle da vazão: hidrômetro, válvula;
- conexões da vazão: conexão de tubo;
- equipamento de movimentação: bomba;
- trecho da vazão: tubo;
- equipamento de armazenamento: reservatório;
- pontos de uso: terminal sanitário (banheira, bidê, caixa acoplada, chuveiro, pia, bebedouro, bacia sanitária, mictório, lavatório, assento); e,
- equipamento de tratamento: filtro.

Contudo, para disseminar a adoção do BIM no projeto dos SPHS do país é necessário que se disponha de componentes BIM que reflitam os componentes presentes no mercado brasileiro (CHECCUCCI *et al.*, 2013), bem como das técnicas construtivas regionais (SOUZA *et al.*, 2009).

Além disso, para que o modelo do edifício cumpra seu papel e seja efetivamente empregado, é necessário que fornecedores e fabricantes mantenham os seus componentes BIM com informações atualizadas (IBRAHIM *et al.*, 2004), ou seja, são necessários não apenas objetos desenvolvidos com qualidade, mas também que eles sejam alimentados com informações precisas.

Com relação ao programa computacional utilizado na modelagem, dentre as implementações identificadas na literatura, poucos empregaram Graphisoft Archicad® em sua pesquisa, como foi o caso de Romcy *et al.* (2014).

O Autodesk Revit®, por sua vez, foi selecionado como ferramenta pela maior parte dos trabalhos consultados, tais como Debs e Ferreira (2014) sobre painéis de fachada; Monteiro *et al.* (2009) para a implementação de modulação de alvenaria e Neiva Neto (2014) para implementação de modulação de formas para concreto armado, além de ser apontado como o mais empregado por profissionais do setor por Checcucci *et al.* (2013) e Hilgenberg *et al.* (2012).

Em 2012, 57% de uma amostra de 508 arquitetos e engenheiros ligados ao Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo do Paraná conhecia Graphisoft

Archicad®, embora apenas 6% tivesse feito uso da ferramenta; enquanto 61% deles conheciam Autodesk Revit® e 18% relataram utilizá-lo (HILGENBERG *et al.*, 2012).

Paula *et al.* (2013) desenvolveram uma pesquisa-ação com sete empresas de projeto da cidade de São Paulo, sendo um dos objetivos analisar seus planos de implementação de BIM. Quatro dessas empresas empregavam BIM em seus projetos, sendo que três escolheram Autodesk Revit® e uma escolheu Data Design System (DDS), mas estava avaliando usar o Autodesk Revit®, devido a sua predominância no mercado.

Visando caracterizar o desenvolvimento do BIM no Brasil, Checcucci, *et al.* (2013) avaliaram 186 questionários respondidos por participantes do V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção – TIC 2011. Destes, 52 participantes (28%) indicaram utilizar Autodesk Revit® e 10 (5,4%) indicaram utilizar Graphisoft Archicad®.

Bridge e Carnemolla (2014) produziram e disponibilizaram componentes BIM com várias tecnologias, como 3D Autodesk Revit®, 3D Graphisoft Archicad®, 3D SketchUp e 2D DWG, sendo que a maior parte dos *downloads* realizados foi de 3D Autodesk Revit® (29%) e 2D DWG (28%), enquanto Graphisoft Archicad® (24%) e 3D SketchUp (19%) tiveram procura menor.

Verifica-se, assim, uma preferência pela ferramenta da Autodesk, a qual é justificada principalmente por contemplar diversas disciplinas (arquitetura, estrutura e sistemas prediais); ser adotada pela maioria dos projetistas; ter um ambiente de desenvolvimento bastante intuitivo e, adicionalmente, trabalhar com importação e exportação de IFC (NEIVA NETO, 2014).

Nesse ambiente os componentes BIM são denominados famílias (AUTODESK, 2008), no entanto, visando manter uma linguagem genérica a todos os programas de modelagem, serão referenciados como componentes BIM neste trabalho.

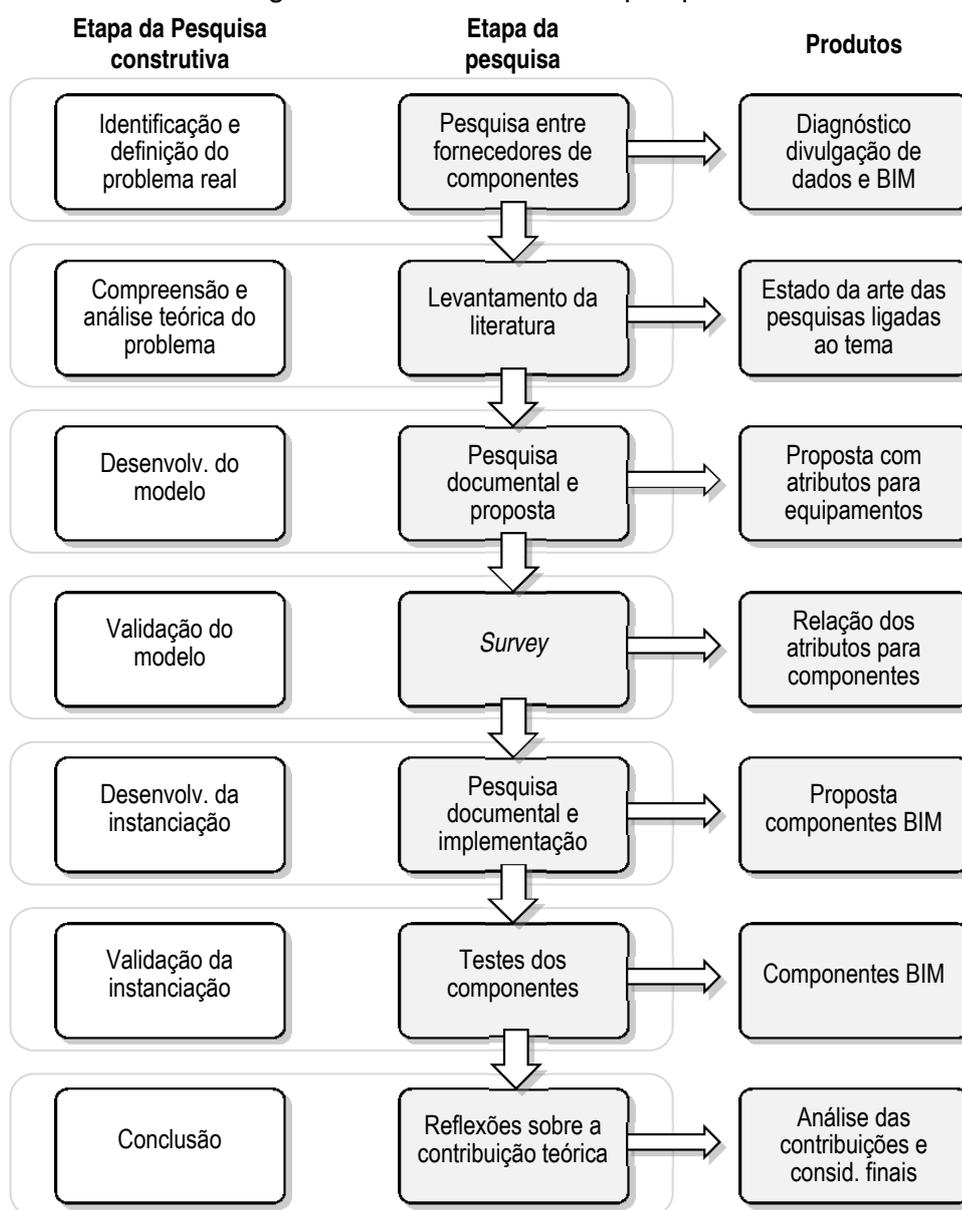
3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi adotada estratégia baseada na Pesquisa Construtiva (*Constructive Research* ou *Design Science Research – DSR*), que tem como característica principal a produção de artefatos inovadores que visem a resolução de problemas encontrados no mundo real, contribuindo para o desenvolvimento da teoria das disciplinas nas quais é aplicada (SIMON, 1996; LUKKA, 2003), podendo esses artefatos ser modelos, métodos, conceitos ou implementações (MARCH; SMITH, 1995).

O produto da presente pesquisa consiste em um modelo, capturando a estrutura da realidade, seguido de uma instanciação que demonstrará a viabilidade do modelo proposto (LACERDA *et al.*, 2013).

O delineamento do presente estudo, as etapas da pesquisa construtiva correspondentes e os respectivos produtos gerados são apresentados na Figura 3.1.

Figura 3.1: Delineamento da pesquisa



Fonte: A autora

3.1 Pesquisa entre fornecedores de componentes

Tendo em vista o grande número de elementos dos SPHS, foram selecionados para o desenvolvimento deste estudo componentes representativos de cada sistema predial, conforme classificação apresentada em Ilha e Gonçalves (1994) (Quadro 3.1).

Quadro 3.1: Componentes selecionados para o desenvolvimento do estudo

Sistema	Componente
Suprimento de água	Hidrômetro
Aparelhos e equipamentos sanitários	Bacia sanitária com caixa acoplada Chuveiro Elétrico Torneira de lavatório
Coleta de águas pluviais e de esgoto sanitário	Caixa Sifonada em PVC

Para a seleção de fabricantes desses componentes, foram utilizados os seguintes critérios:

- **bacia sanitária; torneira de lavatório e caixa sifonada:** fabricantes que participam de Programas Setoriais da Qualidade (PSQ), dentro do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (BRASIL, 2014);
- **chuveiro elétrico:** levantamento em páginas da *internet* de 3 lojas de materiais de construção;
- **hidrômetro:** pesquisa, por meio das palavras-chave “fabricante de hidrômetros”, na página do *Google*.

Foi selecionado apenas um modelo por fabricante, sempre o mais econômico.

A partir da seleção dos componentes e respectivos fabricantes e modelos, foi feito um levantamento com o objetivo de conhecer quais dados técnicos ligados ao desempenho dos mesmos eram disponibilizados pelos fabricantes. Para isso, foram relacionadas todas as informações técnicas de todos os documentos técnicos presentes nas páginas da *internet*, tais como catálogos, manuais de instalação ou dados constantes na própria página, incluindo a informação da disponibilização ou não de alguma ferramenta para apoio a projeto, como modelos BIM, desenhos CAD 2D e 3D, ou desenhos técnicos de seus produtos.

Adotou-se como premissa que as informações deveriam estar disponíveis para consulta a qualquer momento e por qualquer pessoa, gratuitamente. Assim, nenhum fabricante foi contatado por mensagem eletrônica ou telefone.

Para a análise, os dados foram agrupados nas seguintes categorias:

- Imagem – Fotografia/figura do componente;
- Geometria – dados relativos a dimensões do componente: largura, altura, profundidade, diâmetro;
- Prazo e condições de garantia – condições oferecidas pelo fabricante;
- Parâmetros hidráulicos – informações para o dimensionamento hidráulico propriamente dito: pressão, vazão, perda de carga, temperatura de trabalho;
- Caracterização – informações que podem influenciar na escolha de um componente em detrimento de outro: material, precisão, mecanismo de funcionamento, consumo de água, durabilidade;
- Desempenho em ensaios – desempenho em ensaios determinados nas normas técnicas brasileiras; e
- Normas atendidas – normas que o componente atende.

3.2 Levantamento da literatura

Esta etapa teve como objetivo levantar o estado da arte do tema em estudo, e contemplou a revisão da literatura, envolvendo artigos científicos e normalização técnica.

A revisão da literatura, já apresentada no capítulo 2 do presente trabalho, contemplou:

- o conceito de desempenho aplicado ao projeto dos SPHS;
- o uso de BIM na indústria da construção civil; e,
- a apresentação de padrões para o desenvolvimento da tecnologia BIM.

3.3 Desenvolvimento do modelo

Para a identificação dos critérios de desempenho dos componentes em estudo, foram consideradas normas de desempenho, de projeto e de componentes dos SPHS (Quadro 3.2). Com relação ao desempenho acústico, classificado como de caráter opcional na NBR 15575-6 (ABNT, 2013b), foram considerados os parâmetros e indicadores apresentados por Querido (1993, 1998).

Quadro 3.2: Normalização consultada para o levantamento das informações técnicas relacionadas aos 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)

A partir disso, o modelo proposto reuniu as informações necessárias para a avaliação de cada critério, juntamente com os valores de referência e unidades de medida.

3.4 Validação do modelo

A validação das informações levantadas foi feita por um formulário similar ao utilizado pelo *Specifiers' Properties information exchange* (NIBS, 2014).

O questionário, desenvolvido em formulário eletrônico por meio da ferramenta *SurveyMonkey* (SURVEYMONKEY, 2015), é composto por questões objetivas e está dividido em três seções: informações relativas ao perfil dos respondentes e seu cotidiano profissional; avaliação propriamente dita dos atributos

propostos, formulada com base das informações identificadas nas normas consultadas; e espaço para sugestão de outras informações a serem incluídas para a seleção do componente.

Foi utilizada a versão gratuita da referida ferramenta, que permite formular até 10 questões.

Para responder ao questionário, foi selecionado um grupo focal de quatro projetistas de sistemas prediais, todos com experiência de mais de 10 anos no projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Com base nos resultados dessa avaliação, foi formulada uma relação de atributos para cada componente da amostra de modo que, uma vez fornecidas essas informações técnicas, os critérios de desempenho explicitados nas normas brasileiras possam ser analisados em etapas preliminares de projeto, apoiando a equipe de projeto nas decisões a serem tomadas.

Esses dados podem ser fornecidos pelos fabricantes por diversos meios, como catálogos técnicos em papel ou digital, ou páginas na *internet*.

A sequência da pesquisa teve por objetivo viabilizar a disponibilização dessas informações através de atributos de componentes BIM genéricos.

3.5 Desenvolvimento dos componentes BIM

Com o intuito de conhecer componentes BIM nacionais e internacionais existentes dos componentes em estudo, foram consultadas as bases apresentadas no Quadro 3.3. Vale destacar que alguns dos componentes selecionados não foram encontrados nas bases pesquisadas, pois são de uso praticamente exclusivo do Brasil. Nesses casos, foram considerados componentes similares, ainda que com funções diferenciadas, como é o caso do ralo seco, da ducha e da bacia sanitária convencional.

Quadro 3.3: Bibliotecas BIM consultadas

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

Na sequência, foram analisados os componentes BIM encontrados nas páginas da *internet* de fabricantes e nas bases consultadas, verificando possíveis contribuições aos atributos identificados na etapa anterior da pesquisa.

A definição da tecnologia a ser empregada na implementação do modelo proposto foi feita a partir da análise de pesquisas desenvolvidas com este mesmo fim em outras disciplinas de projeto, além dos componentes BIM disponibilizados pelos fabricantes consultados.

A nomenclatura dos atributos foi definida com base na NBR 15965-2: Parte 2 (ABNT, 2012a); e para os termos que não constavam nesta norma, os nomes foram definidos de acordo com os critérios de desempenho presentes nas normas técnicas empregadas.

Para a definição da geometria dos componentes a serem implementados, foram selecionados os componentes de aparência mais aderente à realidade nacional.

3.6 Validação dos componentes BIM

Para a validação dos componentes BIM propostos, foram inseridos dados fictícios nos atributos, com base nos valores de referência das normas. Além disso, os componentes BIM foram inseridos em um projeto de sistemas prediais, também fictício.

3.7 Reflexões sobre a contribuição teórica

Tendo em vista a revisão da literatura e o resultado obtido com as validações, foram efetuadas considerações sobre a contribuição teórica do trabalho desenvolvido, as limitações de seu uso e também sugeridos trabalhos para desenvolvimento futuro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do presente trabalho são apresentados a seguir de acordo com a ordem de seu desenvolvimento, tendo em vista as etapas listadas no capítulo anterior.

4.1 Pesquisa entre fornecedores de componentes

A partir da seleção dos componentes a serem investigados, foram identificados os respectivos fabricantes, conforme descrito no capítulo 3. Assim, foram selecionados:

- 5 fabricantes de hidrômetros, identificados como HIDR1 a HIDR5;
- 12 fabricantes de bacias sanitárias, identificados como BS1 a BS12;
- 5 fabricantes de chuveiros elétricos, identificados como CH1 a CH5;
- 20 fabricantes de torneiras de lavatório, identificados como LAV1 a LAV20; e,
- 10 fabricantes de caixas sifonadas, identificados como CS1 a CS10.

Os dados fornecidos por fabricantes de bacias sanitárias, seguindo as categorias já definidas, são apresentados no Quadro 4.1, sendo os demais componentes apresentados no APÊNDICE C.

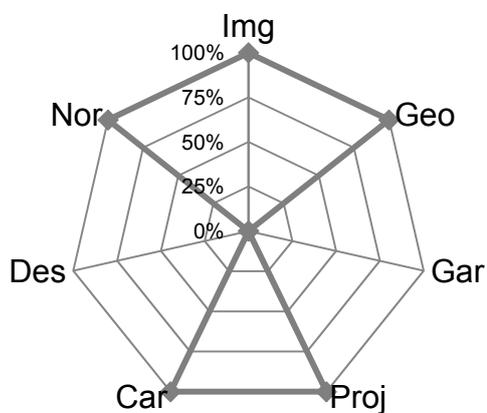
A Figura 4.1 apresenta os resultados do levantamento efetuado para todos os componentes selecionados.

Quadro 4.1: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de bacia sanitária com caixa acoplada selecionados

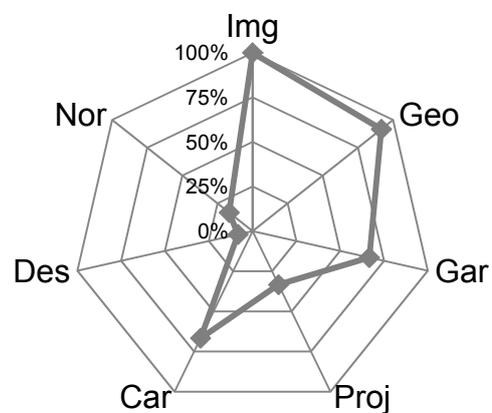
Fabricante	Imagem	Geometria		Garantia		Projeto hidráulico	Caracterização			Ensaio							Norma
		Altura do Fecho Hídrico	Dimensões	Prazo Garantia	Condições de Garantia	Pressão de trabalho	Sistema de descarga (fixo/dual)	Volume efetivo de descarga	Volume Nominal de descarga	Diâmetro do Sifão	Distância de transporte dos sólidos	Eficiência de Lavagem de Parede	Remoção de Esfera	Remoção de Grânulos	Remoção de Mídia Composta	Respingos	
BS1	X	X	X	X			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
BS2	X		X			X	X		X								X
BS3	X		X	X	X		X		X								
BS4	X		X	X	X	X				X							
BS5	X	X	X	X	X		X		X	X							
BS6	X		X	X	X	X	X	X	X								
BS7	X		X	X	X	X	X		X								
BS8	X		X				X	X	X								
BS9	X																
BS10	X		X	X	X		X										
BS11	X		X	X	X		X		X								
BS12	X		X				X										
Total	12	2	11	8	7	4	10	3	8	2	1	1	1	1	1	1	2
%	100	17	92	67	58	33	83	25	67	17	8	8	8	8	8	8	17

Figura 4.1: Informações relativas aos componentes selecionados, fornecidas pelos fabricantes consultados.

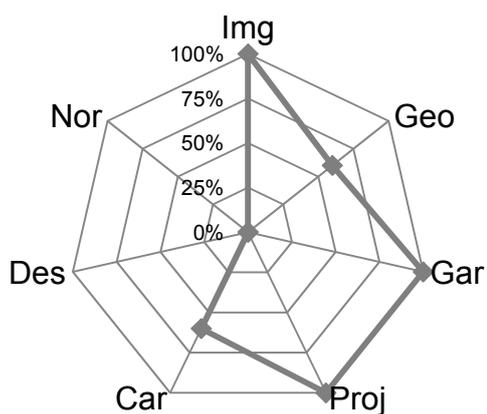
Hidrômetro - 5 fabricantes



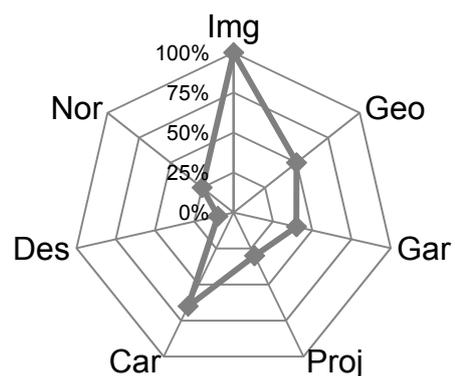
Bacia Sanitária - 12 fabricantes



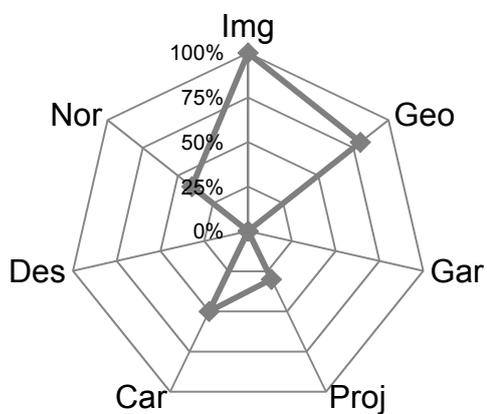
Chuveiro elétrico - 5 fabricantes



Torneira de Lavatório - 20 fabricantes



Caixa Sifonada - 10 fabricantes



Img – Imagem ou fotografia
 Geo – Geometria
 Proj – Projeto hidráulico
 Gar – Garantia
 Car – Caracterização
 Des – Desempenho em ensaios
 Nor – Normas técnicas

Conforme destacado anteriormente, nenhum fabricante foi contatado por mensagem eletrônica ou telefone, sendo consideradas apenas as informações disponibilizadas nas páginas.

Verifica-se que a disponibilização das informações é bastante heterogênea. Imagens e informações não técnicas são as que mais frequentemente aparecem nas páginas dos fornecedores na *internet*. Nem mesmo as normas atendidas, informação de suma importância para a seleção dos componentes, são explicitadas pela maioria dos fornecedores.

De modo geral, tem-se uma maior disponibilização e detalhamento de informações técnicas para o caso dos hidrômetros do que para os demais componentes. Infere-se que isso seja decorrente do fato de que este é um equipamento de precisão, mas principalmente porque, antes da medição individualizada, os hidrômetros eram usualmente adquiridos por concessionárias ou órgãos públicos por meio de licitação ou ferramenta similar, sendo exigida a especificação detalhada e técnica para tanto.

O chuveiro elétrico, por sua vez, tem algumas limitações para seu funcionamento, além de questões ligadas às instalações elétricas, sendo que todos os fabricantes apresentam esses dados nas fontes levantadas.

A bacia sanitária e a torneira de lavatório têm uma interface maior com o usuário, sendo a escolha muitas vezes baseada no preço ou no *design*, provavelmente disso decorre a menor importância dada às informações técnicas nas fontes consultadas.

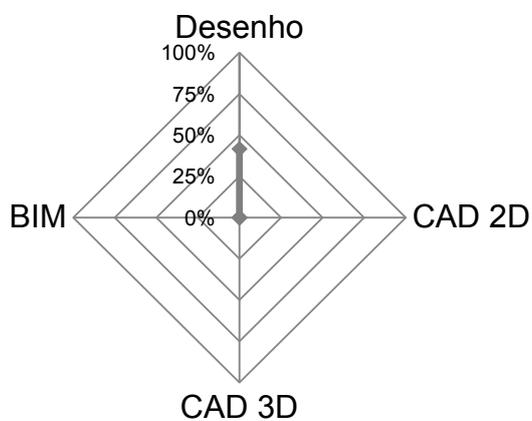
A disponibilizações de informações relativas à geometria dos componentes com diversas ferramentas gráficas, como desenho técnico, arquivos CAD 2D ou 3D e componentes BIM ainda não é prática corrente. As informações levantadas referentes a este tema para a bacia sanitária nas fontes consultadas são apresentadas no Quadro 4.2. No APÊNDICE C são apresentadas as informações disponibilizadas para os demais componentes e respectivos fabricantes. A Figura 4.2 apresenta os resultados obtidos considerando-se todos os componentes selecionados e fabricantes consultados.

Quadro 4.2: Informações adicionais disponibilizadas nas páginas da *internet* dos fabricantes de bacia sanitária com caixa acoplada

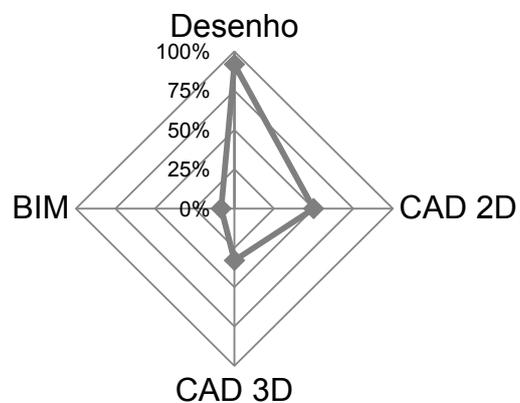
Fabricante	BIM	3D	2D	Desenho técnico
BS1		X	X	X
BS2	X	X	X	X
BS3			X	X
BS4				X
BS5				X
BS6				X
BS7		X	X	X
BS8			X	X
BS9				
BS10				X
BS11		X	X	X
BS12				X

Figura 4.2: Informações relativas à geometria, disponibilizadas pelos fabricantes dos componentes selecionados

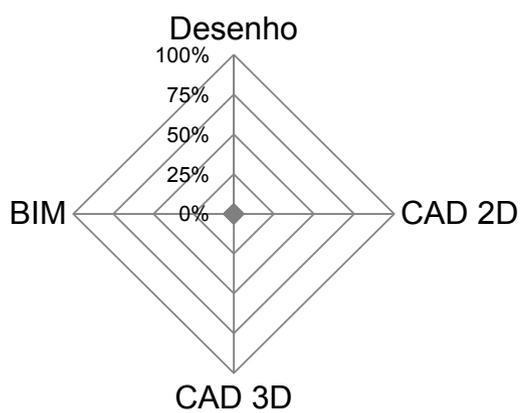
Hidrômetro - 5 fabricantes



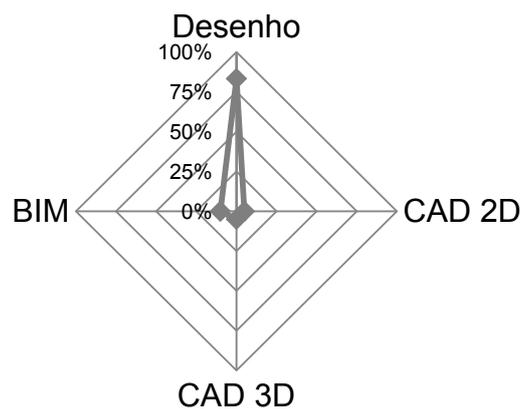
Bacia Sanitária - 12 fabricantes



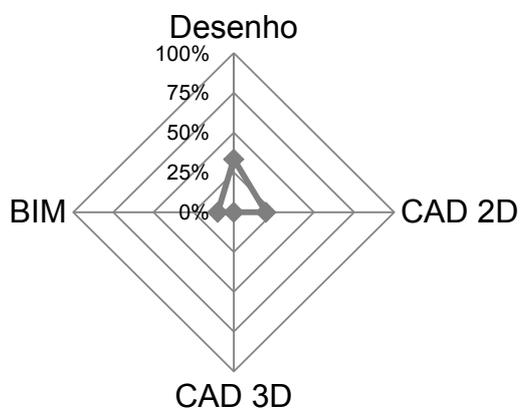
Chuveiro elétrico - 5 fabricantes



Torneira de Lavatório - 20 fabricantes



Caixa Sifonada - 10 fabricantes



Dos cinquenta e dois fabricantes levantados, apenas 4 (8%) oferecem componentes BIM e 10 (19%) oferecem arquivos CAD 2D ou 3D. O desenho técnico é a informação mais apresentada, 58% do total de fabricantes disponibilizam esta informação.

Assim, verifica-se que as informações técnicas disponibilizadas são escassas ou insuficientes para as necessidades do projeto, considerando-se as fontes consultadas e a amostra de componentes e fabricantes investigados. Apesar de o levantamento ter se restringido a esta amostra, infere-se que essa situação seja similar para a grande maioria, se não a totalidade, dos componentes dos SPHS.

4.2 Levantamento dos requisitos de desempenho para avaliação dos componentes selecionados

Os requisitos de desempenho para a bacia sanitária com caixa acoplada, constantes na normalização consultada, são apresentados no Quadro 4.3. As informações levantadas para os demais componentes selecionados são apresentadas no APÊNDICE D.

Quadro 4.3: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de bacia sanitária com caixa acoplada

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
9.3.2	Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários	Resistência mecânica da Bacia	$\geq 2,2\text{kN}$ (NBR 15097-1)
		Resistência da caixa acoplada	$\geq 100\text{N}$ (NBR 15491)
10.1.2	Estanqueidade à água de peças de utilização	Pressão máxima da água	$\geq 400\text{kPa}$ (NBR 15097-1)
12	Desempenho Acústico	Nível de pressão sonora de referência do choque da água com a superfície da bacia	Querido (1993)
		Nível de pressão sonora de referência do escoamento da água pela bacia	Querido (1993)
		Nível de pressão sonora de referência do enchimento da caixa acoplada	Querido (1993)
14.1.1	Demonstrar atendimento à ABNT NBR 15575-1/2013 Tab. 7 – Vida útil de projeto (VUP) mínima de 20 anos.	Vida útil de projeto	≥ 20 anos (NBR 15575-1)
		Situação de uso	doméstico, comercial, etc. (NBR 15575-1)
		Prazo Garantia	(NBR 15575-1)
		Prazo de substituição	(NBR 15575-1)
		Periodicidade de manutenção	(NBR 15575-1)
		Resistência ao uso	≥ 15000 ciclos (NBR 15491)
14.2.2	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias	Manual de uso	(NBR 15575-6)
15.5.1	Estanqueidade aos gases	Altura do fecho hidráulico inicial	$\geq 50\text{mm}$ (NBR 8160)
		Coefficiente de evaporação do desconector	$\text{mm.m}^2/\text{n. semanas}$ (NBR 8160)
		Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	(NBR 8160)
16.1.1	Dimensionamento da instalação de água fria e quente	Pressão mínima	$\geq 5\text{kPa}$ (NBR 5626)
		Pressão máxima	$\leq 400\text{kPa}$ (NBR 5626)
		Vazão de projeto	$0,15\text{L/s}$ (NBR 5626)
16.1.2	Funcionamento de dispositivos de descarga	Vazão de projeto	$0,15\text{L/s}$ (NBR 5626)
		Volume efetivo	$5,8$ a $7,1\text{L}$ (NBR 15097)
16.2.1	Dimensionamento das instalações de esgoto	Número de unidades de Hunter de contribuição	6UHC (NBR 8160)
		Vazão Unitária	$0,96\text{L/s}$ (NBR 8160)
17.2	Adaptação ergonômica dos equipamentos	Esforço de acionamento	$\leq 30\text{N}$ (NBR 15491)
		Torque de acionamento	$\leq 1\text{N.m}$ (NBR 15491)

Quadro 4.3: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de bacia sanitária com caixa acoplada (continuação)

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
18.1.1	Consumo de água em bacias sanitárias	Volume efetivo	5,8 a 7,1L (NBR 15097)
		Tipo de ciclo	Fixo / Seletivo (NBR 15491)
18.1.2	Fluxo de água em peças de utilização	Vazão de projeto	0,15L/s (NBR 5626)
		Plano de transbordamento	cm (NBR 15097-1)
		Volume nominal	litros (NBR 15097-1)
		Remoção de esferas	≥80 (NBR 15097-1)
		Remoção de Grânulos	≥95% (NBR 15097-1)
		Respingos de água	≤8un (NBR 15097-1)
		Transporte de esferas	≥10m (NBR 15097-1)
		Remoção de mídia composta	≥22un (NBR 15097-1)
		Diluição por troca de água	≤1/17 (NBR 15097-1)
		Limpeza de Parede – Média da soma dos comprimentos dos segmentos de tinta remanescentes	≤50mm (NBR 15097-1)
		Limpeza de Parede – Maior comprimento dos segmentos de tinta remanescentes	≤13mm (NBR 15097-1)
		Esfera máxima no sifão	≥40,25mm (NBR 15097-1)
		Tempo de enchimento	≤240s (NBR 15491)
		Fabricante	(NBR 15491)
		Modelo	(NBR 15491)
		Peso relativo	(NBR 5626)

Normas específicas

Fonte: A autora

4.3 Validação da proposta de atributos

O questionário elaborado a partir das informações identificadas nas normas técnicas, o qual foi enviado para o grupo focal é apresentado no APÊNDICE E. A título de ilustração, a Figura 4.3 apresenta uma das questões, formuladas para a bacia sanitária.

Três dos quatro projetistas responderam a todas as questões do questionário e um respondeu parcialmente (até a questão 4). Com relação ao conhecimento da norma de desempenho, 3 responderam conhecê-la integralmente, enquanto 1 respondeu conhecê-la parcialmente.

Figura 4.3: Questionário referente às informações ligadas à bacia sanitária com caixa acoplada

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

* 5. Bacia Sanitária com Caixa Acoplada:

	Esse dado é importante	Esse dado é importante, mas nem sempre tenho acesso	Esse dado não é importante	Não sei
Resistência Mecânica da Bacia - Resistência nominal do componente para que o uso seja seguro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência Mecânica da Caixa Acoplada - Resistência nominal do componente para que o uso seja seguro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pressão Mínima - Pressão mínima necessária para garantir a vazão de projeto no componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pressão Máxima - Pressão máxima de água suportada pelo componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência/ruído do choque da água com a superfície da bacia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência/ruído do escoamento da água pela bacia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência/ruído do enchimento da caixa acoplada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida útil de Projeto - Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Situação de uso - Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extra-pesado).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo Garantia - Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo de substituição - Prazo em que deve acontecer substituição do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Periodicidade de manutenção - Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência ao uso (em anos ou ciclos) - Número de acionamentos em que é garantido o perfeito funcionamento do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipamento é acompanhado de Manual de uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 4.3: Questionário referente às informações ligadas à bacia sanitária com caixa acoplada (continuação)

Altura do fecho hídrico inicial - Altura útil da camada líquida de nível constante que veda a passagem dos gases.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coefficiente de evaporação do desconector - Quantifica a evaporação no sifão.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída - Adimensional que indica a relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída do desconector.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vazão de projeto - Vazão de referência para dimensionamento das instalações de água fria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Volume nominal da descarga - Volume de designação da da bacia sanitária, utilizado para marcação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Volume efetivo da descarga - Volume máximo de água consumido em uma descarga.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Número de unidades de Hunter de contribuição - Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vazão Unitária - Vazão de projeto para a descarga na rede de esgoto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esforço/Torque de acionamento - Esforço necessário para acionar a caixa e iniciar a descarga.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo de ciclo (Ciclo Fixo ou Seletivo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano de transbordamento - Superfície horizontal imaginária definida pelo nível mais alto que a água pode atingir dentro do aparelho.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Remoção de esferas - Quantidade mínima de esferas removidas, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Remoção de Grânulos - Quantidade mínima de grânulos removidos do poço da bacia, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Respingos de água - Quantidade máxima de respingos de água acima do plano de transbordamento maiores que 5mm, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transporte de esferas - Distância média percorrida por esferas ao longo do ramal de descarga, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Remoção de mídia composta - Número de mídias removidas da bacia, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 4.3: Questionário referente às informações ligadas à bacia sanitária com caixa acoplada (continuação)

Diluição por troca de água - Diluição da solução padrão após acionamento da descarga, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Limpeza de Parede - Média da soma dos comprimentos dos segmentos de tinta remanescentes após a descarga, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Limpeza de Parede - Maior comprimento dos segmentos de tinta remanescentes, conforme ensaio apresentado na NBR 15097-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esfera máxima no sifão - Diâmetro da esfera rígida capaz de passar livremente pelo sifão da bacia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tempo de enchimento - Tempo necessário para abastecer a caixa até o volume útil menos 200ml.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

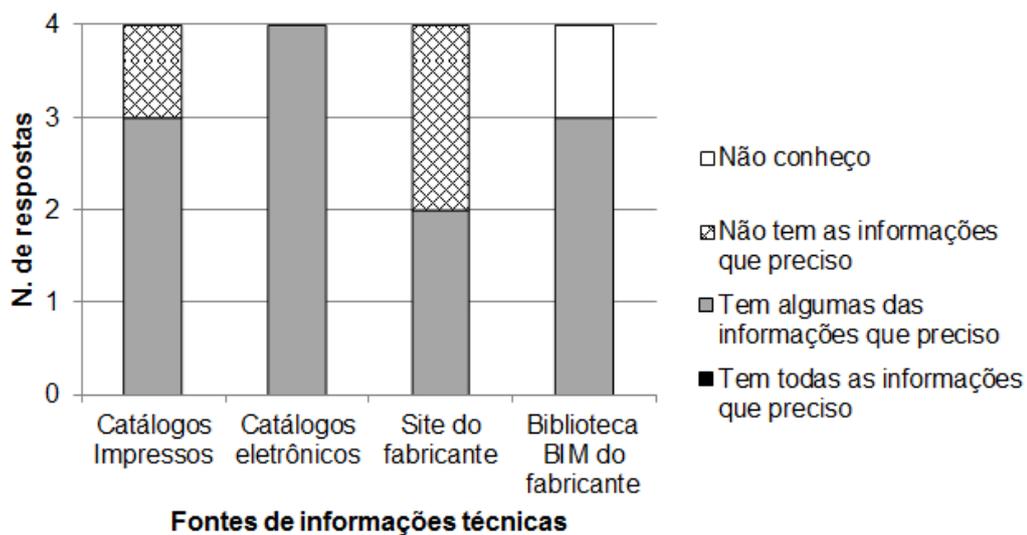
Além das informações apresentadas, quais você considera importante para a escolha do modelo de Bacia Sanitária?

Anter.

Próx.

Todos os profissionais consultados utilizam diversas mídias como fontes de informação técnica, sendo apontado que nenhuma delas atende plenamente às suas necessidades (Figura 4.4).

Figura 4.4: Fontes de informações técnicas consultadas pelos respondentes e satisfação com as mesmas



O Quadro 4.4 apresenta a avaliação da importância das informações listadas, pelo grupo focal para todos os componentes.

Quadro 4.4: Avaliação da importância dos dados para avaliação de desempenho dos componentes pelo grupo focal.

X	Todos indicaram que é importante e de fácil acesso
X	Todos indicaram que é importante e de difícil acesso
X	Alguém respondeu que não é importante
X*	Alguém respondeu que não sabe
	Não se aplica

	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				
	Coeficiente de evaporação do desconector		X			X
	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 de 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*
	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		
Caracterização	Acabamento			X	X	X
	Classe de CEM	X*				
	Consumo mensal (kWh) máximo			X		
	Consumo mensal (kWh) mínimo			X		
	Corrente de fuga			X		
	Equipamento é acompanhado de Manual de uso	X*	X*	X	X*	X
	Erro Máximo admissível, EMA	X*				
Esforço/Torque de acionamento		X				

Quadro 4.4: Avaliação da importância dos dados para avaliação de desempenho dos componentes pelo grupo focal. (continuação)

	Informação	HI	BS	CH	TL	CS
Caracterização	Existência de limitador de vazão			X		
	Existência de arejador				X	
	Índice de desempenho da medição, IDM	X*				
	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*		X	
	Situação de uso	X	X	X	X	X
	Temperatura de amolecimento					X*
	Tipo de ciclo		X			
	Tipo de dispositivo indicador	X				
	Tipo do medidor	X				
	Vida útil de Projeto	X	X	X	X	X
	Volume efetivo da descarga		X			
	Volume nominal da descarga		X			
Desempenho em ensaios	Diluição por troca de água		X*			
	Ensaio de Limpeza de Parede - Média dos comprimentos		X*			
	Ensaio de Limpeza de Parede - Maior comprimento		X*			
	Ensaio de Remoção de esferas		X*			
	Ensaio de Remoção de Grânulos		X*			
	Ensaio de Remoção de mídia composta		X*			
	Ensaio de Respingos de água		X*			
	Ensaio de Transporte de esferas		X*			
	Fator de dispersão, FD				X*	
	Resistência da cúpula à compressão	X*				
	Resistência da cúpula ao impacto	X*				
	Resistência do hidrômetro à torção	X*				
	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*			
	Resistência Mecânica da Caixa Acoplada		X*			
	Ruído do aparelho hidráulico	X*			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	
	Total		32	35	27	25

Quinze por cento das 136 informações foram consideradas pelos quatro integrantes do grupo focal como “Importante”, sendo a maior parte delas relativa à geometria das peças e a parâmetros para projeto. Outras 15% foram apontadas por todos como “Importante, mas nem sempre tenho acesso”, relativas principalmente à caracterização dos componentes e ao desempenho em ensaios, corroborando com o que foi identificado no levantamento das páginas da *internet*.

Nenhum item foi indicado como “Não sei” ou “Não é importante” por todos os integrantes do grupo focal.

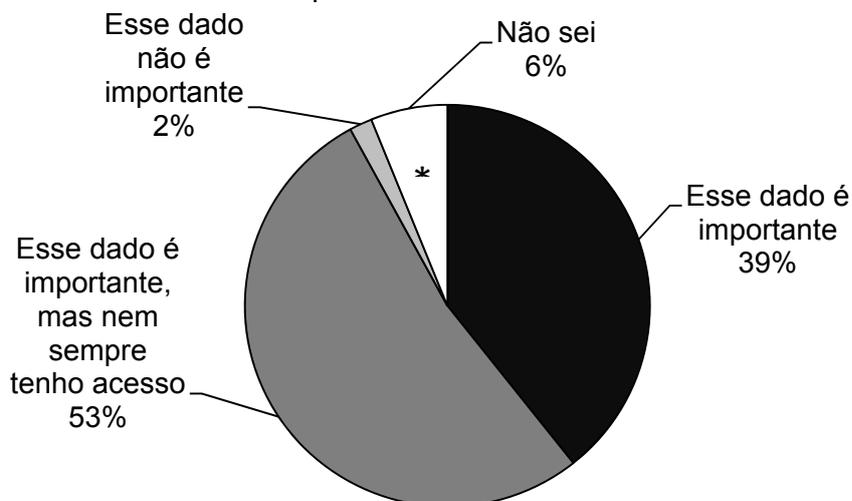
Alguns itens relacionados com a caracterização do componente, 8 no total, foram classificados por pelo menos um dos integrantes do grupo focal como “Não é importante”, sendo que alguns deles são fundamentais para a verificação do desempenho, tais como “Coeficiente de evaporação do desconector” e “Relação entre os volumes das câmaras dos desconectores”.

Os 26 itens que receberam a resposta “Não sei” são relativos principalmente à caracterização dos componentes e ao desempenho aos ensaios, sendo alguns bastante específicos das normas analisadas.

Analisando as respostas como um todo (Figura 4.5), das 440 respostas obtidas (136 informações analisadas por 4 projetistas), verificamos que mais da metade (53%) das informações não estão disponíveis para o profissional de projeto. Disso decorre uma prática encontrada frequentemente nos memoriais descritivos e especificações técnicas dos projetos dos SPHS, que é a indicação geral e ampla de “materiais que estejam em conformidade com as normas técnicas vigentes”.

O número de quesitos classificados como “Esse dado não é importante” (2%) ou “Não sei” (6%) pode indicar que os profissionais consultados, projetistas de SPHS, não utilizam esses dados no dia-a-dia do projeto. Entretanto, isso não significa que os mesmos não sejam importantes, uma vez que podem indicar desconhecimento mais profundo do tema ou mesmo serem empregados por outros profissionais ao longo do ciclo de vida do edifício, seja na especificação de componentes, instalação ou manutenção.

Figura 4.5: Avaliação geral da importância das informações pelo grupo focal – todos os componentes selecionados.



Duas sugestões foram apresentadas pelo grupo focal: a) redundância de algumas informações relativas ao chuveiro elétrico, já que a partir da potência e da tensão é possível o cálculo da bitola do fio e do disjuntor, o que motivou a retirada dessa informação da lista e b) compatibilidade do chuveiro elétrico com o dispositivo de proteção contra correntes residuais (dispositivo DR), a qual foi inserida na referida lista.

A lista final de informações para a avaliação de desempenho da bacia sanitária com caixa acoplada é apresentada no Quadro 4.5. As listas finais para a avaliação dos demais componentes em estudo se encontram no APÊNDICE F.

Quadro 4.5: Lista final de informações para a avaliação do desempenho da bacia sanitária com caixa acoplada

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Altura do fecho hídrico inicial	Altura útil da camada líquida de nível constante que veda a passagem dos gases	mm	NBR 8160
Coefficiente de evaporação do desconector	Quantifica a evaporação no sifão	mm.m ² /n. semana	NBR 8160
Diluição por troca de água	Diluição da solução padrão após acionamento da descarga, conforme ensaio apresentado em norma	-	NBR 15097-1
Esfera máxima no sifão	Diâmetro da esfera rígida capaz de passar livremente pelo sifão da bacia	mm	NBR 15097-1
Esforço de acionamento	Esforço necessário para acionar a caixa e iniciar a descarga	N	NBR 15491
Fabricante	Nome do fabricante do componente	-	NBR 15491
Lavagem de parede - maior segmento	Maior segmento de tinta remanescente na louça após ensaio de lavagem de parede conforme NBR 15097-1	mm	NBR 15097-1
Lavagem de parede - média de segmentos	Média da somatória dos segmentos de tinta remanescente na louça após ensaio de lavagem de parede conforme NBR 15097-1	mm	NBR 15097-1
Manual de uso	Link para o manual de uso e operação do componente	-	NBR 15575-6
Modelo	Modelo do componente	-	NBR 15491
Nível de pressão sonora de referência do choque da água com a superfície da bacia	Ruído gerado durante choque da água com a superfície da bacia	dBA	NBR 15575-6
Nível de pressão sonora de referência do enchimento da caixa acoplada	Ruído gerado durante a operação de enchimento da caixa acoplada	dBA	NBR 15575-6
Nível de pressão sonora de referência do escoamento da água pela bacia	Ruído gerado durante escoamento da água pela bacia	dBA	NBR 15575-6
Número de unidades de Hunter de contribuição	Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual do componente	UHC	NBR 8160
Periodicidade de manutenção	Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente	meses	NBR 15575-1
Plano de transbordamento	Superfície horizontal imaginária definida pelo nível mais alto que a água pode atingir dentro do aparelho	cm	NBR 15097-1
Prazo de substituição	Prazo em que deve acontecer substituição do componente	meses	NBR 15575-1
Prazo garantia	Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis	meses	NBR 15575-1
Pressão de referência	Pressão de ensaio do componente	kPa	NBR 15575-6
Pressão máxima	Pressão máxima suportada pelo componente	kPa	NBR 15097-1 NBR 5626

Quadro 4.5: Lista final de informações para a avaliação do desempenho da bacia sanitária com caixa acoplada (continuação)

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Pressão mínima	Pressão mínima necessária para garantir a vazão de projeto no componente	kPa	NBR 5626
Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	Adimensional que indica a relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída do desconector	-	NBR 8160
Remoção de esferas	Quantidade média de esferas removidas, conforme ensaio apresentado em norma	-	NBR 15097-1
Remoção de grânulos	Quantidade média de grânulos removidos do poço da bacia, conforme ensaio apresentado em norma	%	NBR 15097-1
Remoção de mídia composta	Número de mídias removidas da bacia, conforme ensaio apresentado em norma	-	NBR 15097-1
Resistência ao uso	Número de acionamentos em que é garantido o perfeito funcionamento do componente	ciclos	NBR 15491
Resistência mecânica da bacia	Resistência nominal do componente para que o uso seja seguro	kN	NBR 15097-1
Resistência mecânica da caixa acoplada	Resistência nominal do componente para que o uso seja seguro	kN	NBR 15491
Respingos de água	Quantidade máxima de respingos de água acima do plano de transbordamento maiores que 5mm, conforme ensaio apresentado em norma	-	NBR 15097-1
Situação de uso	Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extrapesado)	-	NBR 15575-1
Tempo de enchimento	Tempo necessário para abastecer a caixa até o volume útil menos 200ml	segundos	NBR 15491
Tipo de ciclo	Ciclo Fixo ou Seletivo	-	NBR 15491
Torque de acionamento	Esforço necessário para acionar a caixa e iniciar a descarga	N.m	NBR 15491
Transporte de esferas	Distância média percorrida por esferas ao longo do ramal de descarga, conforme ensaio apresentado em norma	m	NBR 15097-1
Vazão de projeto	Vazão de referência para dimensionamento das instalações de água fria	L/s	NBR 5626
Vazão de referência	Vazão de ensaio do componente	L/s	NBR 15575-6
Vazão unitária	Vazão de projeto para a descarga na rede de esgoto	L/s	NBR 8160
Vida útil de projeto	Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada	meses	NBR 15575-1
Volume efetivo	Volume máximo de água consumido na descarga	L	NBR 15097
Volume nominal	Volume de designação da bacia sanitária, utilizado para marcação	L	NBR 15097-1

Fonte: A autora

4.4 Atributos contemplados em modelos BIM

O Quadro 4.6 apresenta os componentes BIM localizados nas bases consultadas.

Quadro 4.6: Modelos BIM dos componentes selecionados para este estudo, contemplados nas bases consultadas

Nome	Hidrômetro	Bacia Sanitária	Chuveiro Elétrico	Torneira de Lavatório	Caixa Sifonada
CONTIER		x	x*		
GETBIM					x*
MY BOX FREE		x	x*	x	
OFCDESK		x	x*	x	
ARCAT		x	x*	x	x*
AUTODESK SEEK	x	x	x*	x	x*
BIM OBJECT		x	x*		x*
BIM STORE		x*	x*	x	x*
CADFORUM		x	x*	x	x*
MEP Content	x				
MODLAR		x	x*	x	x*
NATIONAL BIM LIBRARY		x	x*	x	
REVITCITY	x	x	x*		x*
SMARTBIM		x	x*		
Total (%)	3 (19)	12 (75)	12 (75)	8 (50)	8 (50)

* componentes similares aos selecionados para o presente trabalho, porém com funções diferenciadas.

O chuveiro elétrico e a caixa sifonada não constam em nenhuma das bases levantadas, muito provavelmente porque se tratam de componentes empregados quase que exclusivamente no Brasil.

Foram encontrados componentes BIM genéricos, visando atender principalmente as demandas geométricas do projeto arquitetônico; e de mercado, desenvolvido por fornecedores com o intuito de divulgar seus produtos. Além dos atributos presentes nos *templates* do Autodesk Revit® (URL, Modelo, Fabricante, Descrição e Custo) foram identificadas diversos atributos nesses componentes BIM. De modo geral, os componentes genéricos não apresentavam muitos atributos, enquanto os componentes comerciais detalhavam melhor as características daquele item.

No entanto, a estruturação desses atributos acontece sem qualquer padronização de nomenclatura, tipo de informação (numérico, texto, link), unidade

de medida e organização dentro do componente BIM, carecendo de padrões para que esses componentes de diversas origens possam ser utilizados em análises mais sistemáticas e, principalmente, para que seja viável o uso de ferramentas computacionais que utilizem essas informações.

A título de ilustração, o Quadro 4.7 apresenta o detalhamento dos componentes encontrados para bacia sanitária com caixa acoplada. Vale destacar que os atributos constantes no referido quadro foram agrupadas, ou seja, uma coluna pode representar um atributo ou um conjunto deles. Por exemplo, no caso da garantia, observou-se data de início da garantia, duração, descrição, URL do certificado de garantia, etc. O APÊNDICE G contempla esse mesmo detalhamento para os demais componentes.

Quadro 4.7: Atributos contidos nos componentes BIM de bacia sanitária consultados

Fonte	Material	Material do Assento	Acabamento	Acabamento do Assento	Normas	Desempenho Ambiental	Desempenho Acessibilidade	Volume por acionamento	Garantia	Periodicidade de Manutenção	Custo de Substituição	Vida útil	Sistema de Descarga	Diâmetro nominal Esgoto	Diâmetro nominal Água	Peso	Posição do ponto de esgoto	Posição do ponto de água	Vazão de esgoto	Vazão de água	UHC	Peso Relativo	Pressão	Altura dos respingos
Revit*	x	x																						
Arcat*	x	x	x	x	x			x	x	x		x	x		x									
Arcat	x		x		x	x		x	x				x	x	x	x	x	x						
A Seek*	x																							
A Seek			x										x	x	x				x					
A Seek	x							x						x	x	x								
Bim Object	x												x	x	x	x								
Bim Store																								
C Forum*	x	x																						
C Forum*																								
Contier	x	x	x																					
Deca	x				x			x						x	x	x								x
Modlar	x		x		x	x		x	x				x	x	x	x	x	x						
MBox Free	x	x			x			x						x	x	x								
NBLibrary	x	x	x			x	x	x	x		x	x		x	x									x
ofcdesk	x				x									x	x		x	x		x				
ofcdesk	x	x															x	x		x	x	x	x	
Revit City*	x	x																						
Revit City			x															x						
SmartBIM	x		x		x	x		x	x				x											

* - Componentes Genéricos

O Autodesk Revit® prevê diversas possibilidades de tipos de atributos, trabalhando com as suas respectivas dimensões e não apenas com os valores

numéricos. Em muitos componentes BIM levantados, os atributos encontrados não apresentam dimensões e são tratados como adimensionais.

Atributos como custo de substituição e vida útil do componente permitem uma estimativa dos gastos ao longo da vida útil do edifício e também podem subsidiar análises objetivas na seleção de componentes.

Assim, além das informações levantadas nas normas, foram incluídos alguns atributos a partir da análise dos componentes BIM existentes, tais como Código, Descrição, Custo e Custo de Manutenção.

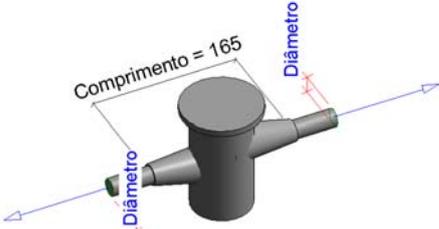
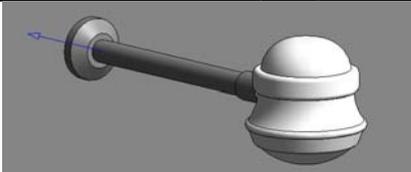
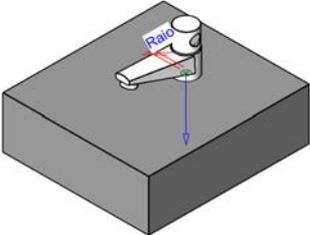
Vale destacar que foram encontrados, em alguns componentes, atributos relativos ao desempenho ambiental e também à acessibilidade, os quais não constituíram o escopo do presente estudo. Além disso, em um dos componentes analisados foi encontrado um campo com *link* para um vídeo com o detalhamento da sua instalação, informação esta que também pode agregar valor para o desenvolvimento das etapas subsequentes do ciclo de vida do edifício. Isso evidencia que há outras análises que podem ser realizadas, apoiadas pelos modelos BIM.

4.5 Implementação dos componentes BIM e validação

A partir dos critérios explicitados na metodologia, foi escolhido o Autodesk Revit® para o desenvolvimento dos componentes BIM, sendo empregada a versão de estudante 2015, em português.

O Quadro 4.8 apresenta as geometrias dos componentes selecionados para este estudo e as respectivas fontes.

Quadro 4.8: Componentes BIM de referência para o desenvolvimento dos componentes selecionados

Componente	Componente BIM de referência
Hidrômetro	 <p>Hidrômetro volumétrico. Fonte: Autodesk Seek (2015)</p>
Bacia sanitária com caixa acoplada	 <p>Fonte: ofcdesk (2015)</p>
Chuveiro elétrico	 <p>Fonte: Cproj (2015)</p>
Torneira de lavatório	 <p>Modelo Targa. Fonte: Deca (2015)</p>
Caixa sifonada	 <p>Caixa Sifonada 100x150x50mm. Fonte: Tigre (2015)</p>

Os componentes foram criados a partir dos *templates* disponíveis no Autodesk Revit® 2015:

- “Conexão hidráulica métrica”: hidrômetro;
- “Conexão hidráulica métrica com base na parede”: bacia sanitária e chuveiro; e,
- “Modelo genérico métrico com base na face”: torneira e caixa sifonada.

O Quadro 4.9 apresenta as principais unidades de medidas utilizadas no desenvolvimento desse estudo e alguns dos formatos disponíveis, conforme nomenclatura do Autodesk Revit® 2015 Português:

Quadro 4.9: Principais unidades de medida empregadas no estudo

Disciplina	Unidade	Formato	Símbolo
Comum	Linear	metros, decímetros, centímetros, milímetros	m, dm, cm, mm
	Moeda	-	€, £, ¥, HK\$, \$
Estrutural	Período	Segundos, minutos, horas	s, min, h
	Momento	Newton-metros, quilonewton-metros, força de quilograma-metros, força de tonelada-metros	N.m, kN.m, kgf.m, tf.m
	Força	Newtons, quilonewtons, força de quilograma, força de tonelada	N, kN, kgf, tf
Elétrica	Corrente	Ampères, quiloampères, miliampères	A, kA, mA
	Potencial Elétrico	Volts, quilovolts, milivolts	V, kV, mV
Tubulação	Volume	Metros cúbicos, centímetros cúbicos, milímetros cúbicos, litros	m ³ , cm ³ , mm ³ , L
	Fluxo	Litros por segundo, metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por hora	L/s, m ³ /s, m ³ /h
	Pressão	Pascal, quilopascal, megapascal, atmosfera, psi	Pa, kPa, MPa, atm, bar
	Temperatura	Fahrenheit, Celsius, Kelvin	°F, °C, °K
	Tam. do Tubo	Polegadas, milímetros	", mm
Avac*	Fator	Porcentagem	%

* Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado.

O formato da unidade de medida empregada para cada campo seguiu, sempre que possível, aquele definido nas respectivas normas técnicas. No entanto, mostrou-se uma limitação do programa computacional escolhido 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 suportados unidades diferentes para atributos de um mesmo componente BIM.

Assim, optou-se por utilizar milímetros em todas as dimensões lineares; newtons em todos os atributos de força; e quilopascal em todos os atributos de pressão, uma vez que todos estes apresentam uma transformação de unidades simples pela multiplicação de potências de 10.

Para as demais unidades, foram adotados seguintes encaminhamentos:

- Tempo: para os atributos de pequena duração, tais como o tempo de enchimento da caixa de descarga, foi adotado parâmetro tipo Período, da disciplina Estrutural, padronizado em segundos. Para os atributos de maior duração, como período de garantia, foi usado parâmetro tipo número adimensional, indicando-se a unidade de medida no identificador do campo, ex.: Período de Garantia (meses);
- Moeda: alguns tipos de moeda são definidos no *template* brasileiro, tais como €, £, ¥, HK\$, mas não há o Real (ou R\$). Foi empregado apenas o símbolo \$;
- Porcentagem: nos campos desse tipo, como o fator de dispersão da torneira de lavatório, foi empregado parâmetro tipo fator, definido na disciplina de Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado (AVAC), que pode ser do tipo porcentagem;
- Ruído: não foi identificado nenhum parâmetro do tipo ruído, em dBA. Assim, foi usado parâmetro tipo número adimensional, indicando-se a unidade de medida no identificador do campo, por exemplo: Nível de Pressão Sonora do Funcionamento (dBA);
- Coeficiente de evaporação: apesar de ser um atributo do tipo vazão, as unidades de medida definidas na norma técnica ($\text{mm.m}^2/\text{n}^\circ$ semana) são muito diferentes das disponíveis no *template* (l/s , m^3/h). Assim, foi usado parâmetro tipo número adimensional, indicando-se a unidade de medida no identificador do campo, ex.: Coeficiente de evaporação do desconector ($\text{mm.m}^2/\text{n}^\circ$ semana);
- UHC: não foi identificado nenhum parâmetro do tipo Unidade Hunter de Contribuição (UHC). Assim, foi usado parâmetro tipo número adimensional, indicando-se a unidade de medida como identificador do campo.

Os atributos das famílias do Autodesk Revit® são organizados em uma série de grupos pré-definidos, dentre os quais foram empregados neste estudo:

- Cotas: dimensões dos componentes, ligadas ou não à geometria do componente;
- Dados de identidade: informações que caracterizam o componente;
- Elétrico: informações ligadas ao funcionamento elétrico do componente;
- Elétrico-cargas: potência dos componentes;
- Estrutural: resistência dos componentes a solicitações estruturais de compressão, tração, torção, etc.
- Hidráulica: informações necessárias para o dimensionamento do sistema;
- Materiais e acabamentos: materiais e acabamento dos componentes e suas partes;
- Resultados da análise: desempenho do componente em ensaios e normas atendidas;
- Geral: informações identificadas como necessárias, mas que não se enquadraram nos grupos anteriores.

Foram identificadas algumas dificuldades ligadas à tradução do Autodesk Revit® para português, que adota nomenclaturas que não são usuais pelos profissionais do nosso país, tais como: Watts ao invés de Potência, Potencial elétrico ao invés de Tensão, Fluxo ao invés de Vazão.

O Quadro 4.10 apresenta os atributos propostos no componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada. O APÊNDICE H contempla os atributos propostos para os componentes BIM dos demais componentes selecionados para o desenvolvimento do presente trabalho.

Quadro 4.10: Atributos propostos para o componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada.

Grupo	Nome do Parâmetro	Tipo	Unidade
Cotas	Altura de topo ²	Linear	mm
	Altura do fecho hídrico inicial	Linear	mm
	Esfera máxima no sifão	Linear	mm
	Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	Número	-
Dados de identidade	Código	Texto	-
	Custo ¹	Moeda	\$
	Descrição ¹	Texto	-
	Fabricante ¹	Texto	-
	Modelo ¹	Texto	-
	Manual de uso	URL	-
	Volume nominal	Volume	L
Estrutural	Resistência à fadiga ² (ciclos)	Número	-
	Resistência da bacia a compressão	Força	N
	Resistência da caixa a compressão	Força	N
Geral	Coefficiente de evaporação do desconector (mm.m ² /n. semanas)	Número	-
	Cronograma de Manutenção ² (meses)	Número	-
	Esforço de acionamento	Força	N
	Grau ²	Texto	-
	Período de garantia ² (meses)	Número	-
	Prazo de substituição (meses)	Número	-
	Preço manutenção	Moeda	\$
	Tempo de enchimento	Período	s
	Tempo de vida estimado ² (meses)	Número	meses
	Termos de garantia do fabricante ²	Texto	-
	Tipo de equipamento ²	Texto	-
	Torque de acionamento	Momento	N.m
	Hidráulica	Peso relativo	Número
Pressão Máxima		Pressão	kPa
Pressão mínima		Pressão	kPa
UHC		Número	-
Vazão de esgoto		Fluxo	L/s
Vazão projetada ²		Fluxo	L/s
Volume efetivo		Volume	L
Materiais e acabamentos	Acabamento ²	Texto	-
	Material	Material	-

Quadro 4.10: Atributos propostos para o componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada. (continuação)

Grupo	Nome do Parâmetro	Tipo	Unidade
Resultados da análise	Diluição por troca de água	Número	-
	Distância de transporte de esferas	Linear	mm
	Lavagem de Parede - maior segmento remanescente	Linear	mm
	Lavagem de Parede - média de segmentos remanescentes	Linear	mm
	Nível de pressão sonora de referência do choque da água com a superfície da bacia (dBA)	Número	-
	Nível de pressão sonora de referência do enchimento da caixa acoplada (dBA)	Número	-
	Nível de pressão sonora de referência do escoamento da água pela bacia (dBA)	Número	-
	Normas	Texto	-
	Pressão de referência	Pressão	kPa
	Remoção de esferas	Número	-
	Remoção de grânulos	Fator	%
	Remoção de mídia composta	Número	-
	Respingos de água	Número	-
	Vazão de referência	Fluxo	L/s

¹ - Propriedades definidas no *template*, ² - Propriedades definidas na NBR 15965

4.6 Validação dos componentes BIM

A validação dos componentes BIM foi efetuada a partir da inserção de informações hipotéticas. Existiram dificuldades no ajuste das dimensões geométricas do modelo a partir dos parâmetros da caixa sifonada e do hidrômetro, o que foi resolvido com base nos modelos disponibilizados pelos fabricantes, e criando-se alguns atributos adicionais. Para os demais componentes não foi previsto o ajuste da geometria conforme os parâmetros.

Os dados utilizados na validação da bacia sanitária com caixa acoplada são apresentados na Figura 4.6. O APÊNDICE I contempla os dados para os demais componentes.

Com a inserção dos componentes em um projeto, verificou-se a necessidade de prever pontos hidráulicos para a conexão com os tubos do modelo, o que foi incorporado.

A relação dos atributos cuja nomenclatura não foi encontrada na NBR 15965-2 (ABNT, 2012a) é apresentada no APÊNDICE J.

Figura 4.6: Validação do componente BIM da bacia sanitária com caixa acoplada

Tipos de famílias

Nome:

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquea
Materiais e acabamentos			
Acabamento	Branco	=	
Material	Louça_Branca	=	
Hidráulica			
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	=	
Mecânico			
WFU	0,000000	=	
HWFU	0,000000	=	
CWFU	0,000000	=	
Estrutural			
Resistência da Bacia a compressão	2200,00 N	=	
Resistência da Caixa a compressão	100,00 N	=	
Resistência à Fadiga (ciclos)	15000,000000	=	
Cotas			
Altura de topo	400,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Altura do fecho hidráulico inicial	55,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Esfereza máxima no sifão	40,3 mm	=	<input type="checkbox"/>
Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	0,850000	=	
Resultados da análise			
Diluição por troca de água	0,058824	=	1 / 17
Distância de transporte de esferas	10000,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Lavagem de Parede - maior segmento remanescente	13,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Lavagem de Parede - média da somatória de segmentos remanescentes	50,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Nível de pressão sonora de referência do choque da água com a superfície da bacia (dBA)	0,000000	=	
Nível de pressão sonora de referência do enchimento da caixa acoplada (dBA)	0,000000	=	
Nível de pressão sonora de referência do escoamento da água pela bacia (dBA)	0,000000	=	
Normas	NBR 5626, NBR 816	=	
Pressão de referência	300,00000 kPa	=	
Remoção de esferas	80,000000	=	
Remoção de Grânulos	95,00000%	=	
Remoção de mídia composta	22,000000	=	
Respingos de água	8,000000	=	
Vazão de referência	0,12 L/s	=	
Geral			
Coefficiente de evaporação do desconector (mm.m ³ /n. semanas)	0,008000	=	
Cronograma de Manutenção (meses)	12,000000	=	
Esforço de acionamento	20,00 N	=	
Grau	doméstico	=	
Período de Garantia (meses)	12,000000	=	
Prazo de substituição (meses)	240,000000	=	
Preço manutenção	\$20,00	=	
Tempo de enchimento	240,000 s	=	
Tempo de vida estimado (meses)	240,000000	=	
Termos de garantia do fabricante		=	
Tipo de equipamento	ciclo Fixo	=	
Torque de acionamento	0,00 N-m	=	
Dados de identidade			
Código		=	
Manual de uso		=	
Nota-chave		=	
Modelo	Genérico	=	
Fabricante	Genérico	=	
Comentários de tipos		=	
Tipo de imagem		=	
URL		=	
Descrição	Bacia Sanitária co	=	
Código de montagem		=	
Custo	\$350,00	=	
Volume nominal	6,0 L	=	

Tipos de famílias

Novo...

Renomear...

Excluir

Parâmetros

Adicionar...

Modificar...

Remover

Mover para cima

Mover para baixo

Ordem de classificação

Crescente

Decrescente

Tabelas de pesquisa

Gerenciar...

OK Cancelar Aplicar Ajuda

4.7 Reflexão da contribuição teórica

A partir das informações disponibilizadas nas páginas de *internet* pelos fabricantes e nos componentes BIM encontrados, verificou-se ser impossível analisar o atendimento à maior parte dos requisitos de desempenho das normas consultadas, resultado similar ao obtido por Nardelli e Oliveira (2013).

A carência de informações técnicas identificada por Marcellini e Oliveira (2008) continua sendo uma realidade, e a análise do desempenho dos componentes só poderá acontecer de forma completa quando os fornecedores assumirem a responsabilidade de apresentar esses dados.

A falta de componentes BIM, indicada por Memon *et al.* (2014) como uma barreira na indústria da construção da Malásia, também é verificada no nosso país, especialmente do ponto de vista qualitativo. Foram identificadas várias bases de componentes BIM, nacionais e internacionais, com grande quantidade de itens. No entanto, a necessidade de padronização na apresentação dos dados, apontada por Ussing e Larsen (2014), mostrou que a maioria delas é inadequada para o uso no projeto dos SPHS, especialmente quando temos em vista a realidade de componentes característicos da indústria brasileira, como é o caso do chuveiro elétrico e da caixa sifonada.

As dificuldades enfrentadas por Volk *et al.* (2014) com relação à padronização de nomenclatura dos atributos também foi verificada neste estudo. A norma brasileira, baseada na internacional, na qual deveriam ser apresentados os nomes dos atributos, não atendeu plenamente às necessidades, sendo apontados novos itens a serem contemplados no futuro.

Uma vez que uma das principais lacunas identificadas nos estudos consultados foi a carência de padronização dos componentes BIM, este estudo buscou apresentar uma forma estruturada para a elaboração desses componentes, permitindo que no futuro sejam desenvolvidas ferramentas computacionais que utilizem essas informações para as mais diversas análises e simulações.

Este trabalho, que fez uso da Pesquisa Construtiva (*Design Science Research*), propõe um delineamento, com base nas fases características desse método, que pode ser amplamente reproduzido em outras situações.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho propôs componentes BIM que possibilitam a avaliação do desempenho de uma amostra de componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), o qual resultou em um conjunto de 198 informações técnicas. A análise dessas informações de forma fácil, ainda na fase de projeto, tal como a proposta nesse trabalho, permite que as 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 normalização”.

Por sua vez, a busca em páginas da *internet* de fabricantes de uma amostra de componentes dos SPHS indica que poucas das informações identificadas como necessárias para a avaliação do desempenho desses itens são atualmente disponibilizadas. A disponibilização dessas informações é o primeiro passo para possibilitar esta mudança de paradigma quando da especificação de componentes.

As diretrizes apresentadas neste trabalho permitem a elaboração de componentes BIM dos componentes da amostra em quaisquer programas computacionais que empreguem o conceito de modelagem da informação da construção, a partir do detalhamento desses componentes com sua estrutura, nomenclatura dos atributos e o tipo de dados que deve apresentar.

Uma vez que os desenvolvedores de componentes BIM e desenvolvedores de ferramentas de apoio ao projeto (programas e aplicativos) sigam essas diretrizes, componentes de quaisquer origens poderiam ser incorporados ao projeto, utilizando-se efetivamente seus dados não-geométricos, que representam a maior contribuição do BIM.

Além disso, o trabalho propõe informações relativas às terminologias constantes na norma de sistema de classificação da construção, incorporando os requisitos de desempenho levantados.

Os objetivos estabelecidos foram atingidos, sendo que os componentes BIM propostos para o hidrômetro, bacia sanitária com caixa acoplada, chuveiro

elétrico, torneira de lavatório e caixa sifonada foram disponibilizados gratuitamente na página *Autodesk Seek*. Esses produtos podem ser utilizados por fabricantes e projetistas dos SPHS, contribuindo para a adesão dos fabricantes de componentes às ferramentas BIM, trazendo, assim benefícios a toda a cadeia.

A principal limitação dos componentes BIM propostos é que os mesmos têm como escopo apenas tópicos ligados ao desempenho enquanto comportamento em uso, sendo que, para que possam ser efetivamente empregados ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, deve-se acrescentar atributos relacionados com a execução, operação, manutenção e demolição.

A introdução do conceito BIM na indústria da construção brasileira viabiliza diversas análises nas etapas de projeto, reduzindo conflitos, erros e retrabalho, além de organizar informações não-geométricas de forma eficiente e acessível.

Para futuros trabalhos são feitas as seguintes sugestões:

- levantamento das informações que os componentes dos SPHS devem contemplar para atender às demandas de todo o ciclo de vida do edifício;
- análise da interação entre as soluções adotadas pelas diversas disciplinas de projeto e o impacto no desempenho final do edifício;
- desenvolvimento de ferramentas computacionais que utilizem os resultados do presente trabalho para automatizar análises em fase de projeto; e,
- análise das novas dinâmicas de projeto dos SPHS utilizando ferramentas BIM.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. 209 p.

_____. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

_____. **NBR 5671**: Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura. Rio de Janeiro, 1990. 10 p.

_____. **NBR 5688**: Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos. Rio de Janeiro, 2010a. 26 p.

_____. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.

_____. **NBR 10281**: Torneira de pressão – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003. 23 p.

_____. **NBR NA 12006-2**: Construção de edificação — Organização de informação da construção, Parte 2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2010c. 18 p.

_____. **NBR 12090**: Chuveiros elétricos – Determinação da corrente de fuga – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991. 4 p.

_____. **NBR 12483**: Chuveiros elétricos – Padronização. Rio de Janeiro, 1992. 3 p.

_____. **NBR 15097-1**: Aparelhos sanitários de material cerâmico, Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2011a. 65 p.

_____. **NBR 15206**: Instalações hidráulicas prediais – Chuveiros ou duchas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005. 17 p.

_____. **NBR 15491**: Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010b. 4 p.

_____. **NBR 15538**: Medidores de água potável — Ensaio para avaliação de eficiência. Rio de Janeiro, 2014a. 18 p.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a. 71 p.

_____. **NBR 15575-6**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013b. 32 p.

_____. **NBR 15965-1**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011b. 6 p.

_____. **NBR 15965-2**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2012a. 36 p.

_____. **NBR 15965-3**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção. Rio de Janeiro, 2014b. 19 p.

_____. **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. 44 p.

ABOUSHADY, A. M.; ELBARKOUKY, M. M. G. Overview of building information modeling applications in construction projects. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING INSTITUTE CONFERENCE, 4, 2015, Milwaukee. **Proceedings...** Milwaukee: AEI, 2015. p. 445-456. doi: 10.1061/9780784479070.039, 2015.

ABUELMAATTI, A.; AHMED, V. Collaborative technologies for small and medium sized architecture, engineering and construction enterprises: Implementation survey. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 19, p. 210-224, 2014.

ADDOR, M.; SANTOS, E. T.. Infraestrutura para uma sala de coordenação de projetos em BIM: avaliação dos padrões de comunicação e requisitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2964-2973. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.615>

AHN, K.-U.; KIM, Y.-J.; PARK, C.-S.; KIM, I.; LEE, K. BIM interface for full vs. semi-automated building energy simulation. **Energy and Buildings**, v. 68, n. PART B, p. 671-678, jan./2014. doi: 10.1016/j.enbuild.2013.08.063

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; ARIF, M. Bim based conceptual framework for lean and green integration. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22, 2014, Oslo. **Proceedings...** Oslo: IGLC, 2014. p. 123-132.

ALWAN, Z.; GREENWOOD, D.; GLEDSON, B. Rapid LEED evaluation performed with BIM based sustainability analysis on a virtual construction project. **Construction Innovation**, v. 15, n. 2, p. 134-150, 2015. doi: 10.1108/CI-01-2014-0002

AL-SHAMMARI, M. A. An appraisal of the protocol that was published by the Construction Industry Council (CIC) to facilitate the use of Building Information Modelling (BIM) on projects. In: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 30, ARCOM, 2014, Portsmouth, UK. **Proceedings...** Portsmouth: 2014. p.623-632.

AMBIENTE CONSTRUIDO. Disponível em <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

AMORIM, S. V. **Metodologia para estruturação de Sistemas de Informação para projeto dos Sistemas Hidráulicos Prediais**. 1997. 213 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

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, 2009, São Carlos, SP. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2009. p. 602-613. doi: 10.4237/sbqp.09.166

ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; *et al.* Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**, Building Information Modeling and Changing Construction Practices, v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011. doi: 10.1016/j.autcon.2010.09.016

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

AUTODESK. **Tutoriais Métricos. Autodesk**, 2008. Disponível em: <http://revit.downloads.autodesk.com/download/RAC2009/Families_Guide/PTB/Family_Guide/PDF/ArchitectureFamiliesMetA4PTB.pdf>. Acesso em 12 de outubro de 2014.

AUTODESK SEEK. Disponível em <<http://seek.autodesk.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

AZHAR, N.; KANG, Y.; AHMAD, I. U. Factors influencing integrated project delivery in publicly owned construction projects: An information modelling perspective.

Procedia Engineering, v. 77, p.213-221, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.07.019

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011. doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127

BECERIK-GERBER, B.; JAZIZADEH, F.; LI, N.; CALIS, G. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 138, n. 3, p. 431-442, mar/2012. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433

BIM OBJECT. Disponível em <<http://bimobject.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

BIM STORE. Disponível em <<https://www.bimstore.co.uk/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. . 65-77, abr./jun. 2015. doi: 10.1590/s1678-86212015000200015

BLANCO, F. G. B.; CHEN, H. The Implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 138, p. 510-520. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.07.232, 2014.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Difusão e Normalização de BIM. Tutorial MCMV**. Brasília, 2011. Disponível em <www.construirdesenvolvimento.com.br>. Acesso em 20 de maio de 2012.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Plano Brasil Maior: Agendas Estratégicas Setoriais**. Brasília: abr./2013.

_____. Ministério das Cidades, **PBQP-H – Programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat**. Disponível em: <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>>. Acesso em 07 de dezembro de 2014.

BRIDGE, C.; CARNEMOLLA, P. An enabling BIM block library: An online repository to facilitate social inclusion in Australia. **Construction Innovation**, v. 14, n. 4, p. 477-492, 2014. doi: 10.1108/CI-01-2014-0010

BUILDING SMART. Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em 20 de abril de 2015.

CADFORUM. Disponível em <<http://www.cadforum.cz/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

CARNEIRO, T. M. **Proposta de melhoria no processo de retroalimentação dos projetos de Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários**. 2013. 169 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CHAVES, F.; FORMOSO, C. T.; SOMMER, L. Implementação de BIM: comparação entre as diretrizes existentes na literatura e um caso real. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 1468-1477. doi: 10.17012/entac2014.774

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. doi: 10.4237/gtp.v8i1.232.

CHIEN, K.-F.; WU, Z.-H.; HUANG, S.-C. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation in Construction**, v. 45, p. 1–15. doi: 10.1016/j.autcon.2014.04.012, 2014.

COELHO, S. B. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2008. 7 p.

CONTIER. Disponível em <<http://contier.com.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

CORRÊA, F. R.; SANTOS, E. T. Ontologias na construção civil: uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 7-22, jul./dez, 2014. doi: 10.11606/gtp.v9i1.69141

COSTA, J.; SERRA, S. Comparação de processos de levantamento de quantitativos: tradicional e bim. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2862-2871. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.336>

CPROJ – Coordenadoria de Projetos, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. **Biblioteca de componentes BIM para uso interno**. Consultado em 10 de junho de 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, 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. 9 p.

DEBS, L. DE C. E.; FERREIRA, S. L. Diretrizes para processo de projeto de fachadas com painéis pré-fabricados de concreto em ambiente BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 41-60, 2014.

DECA. **Biblioteca de componentes BIM**. Disponível em <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em 10 de abril de 2015.

DELATORRE, J. P. M.; SANTOS, E. T. Introdução de novas tecnologias: O caso do BIM em empresas de construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2842-2851. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.135>

DOSSICK, C. S.; NEFF, G. Organizational Divisions in BIM-Enabled Commercial Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 4, 2010. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000109

DOSSICK, C. S.; NEFF, G. Messy talk and clean technology: communication, problem-solving and collaboration using Building Information Modelling. **The Engineering Project Organization Journal**, v. 1, p. 83-93, 2011. doi: 10.1080/21573727.2011.569929

DOWSETT, R. M.; HARTY, C. F. The wider implementation issues of BIM within a multifaceted property and real estate consultancy. In: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 30, ARCOM, 2014, Portsmouth, UK. **Proceedings...** Portsmouth: 2014. p. 653-662.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, v. 36, p. 145-151, 2013. doi: 10.1016/j.autcon.2013.09.001

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2^a ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 626 p. doi: 10.1002/9780470261309.

ELMUALIM, A.; GILDER, J. BIM: Innovation in design management, influence and challenges of implementation. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 10, n. 3-4, p. 183-199, 2014. doi: 10.1080/17452007.2013.821399

ENGINEERING VILLAGE. Disponível em <<http://www.engineeringvillage.com/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 350 f.. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S.B. Fatores de competitividade e a engenharia simultânea na construção de edifícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 4, 2003, Gramado. **Anais...** Gramado: IGDP, 2003.

FARINA, H. **Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de Sistemas Prediais**. 2002. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FRANCE, R.; RUMPE, B. The evolution of modeling research challenges. **Software & Systems Modeling**, v. 12, n. 2, p. 223-225, 2013. doi: 10.1007/s10270-013-0346-4

FU, R.; ZHANG, J. Social Involvement to Empower a Better BIM Content Library. **Computing in Civil and Building Engineering**. p. 9-16. 2014.

GARBINI, M. A. L. **Proposta de modelo para implantação e processo de projeto utilizando a tecnologia BIM**. 2012. 182 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Proposta de modelo para implantação de processo de projeto utilizando o conceito BIM em escritórios de arquitetura. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2014. doi: 10.11606/gtp.v9i1.89990

GARCIA, A. J.; MOLLAOGLU-KORKMAZ, S.; MILLER, V. D. Progress loops in interorganizational project teams: An IPD case. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2014, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: ASCE, 2014. p. 2011-2020. doi: 10.1061/9780784413517.0205

GARDEZI, S. S. S.; SHAFIQ, N.; NURUDINN, M. F.; FARHAN, S. A.; UMAR, U. A. Challenges for implementation of building information modeling (BIM) in Malaysian construction industry, **Applied Mechanics and Materials**. v. 567, p. 559-564, 2014. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.567.559

GESTÃO E TECNOLOGIA DE PROJETOS. Disponível em <<http://www.iau.usp.br/gestaodeprojetos/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

GETBIM. Disponível em <<http://www.getbim.com.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

GLEDSON, B. J.; GREENWOOD, D. The implementation and use of 4D BIM and virtual construction. In: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 30, ARCOM, 2014, Portsmouth, UK. **Proceedings...** Portsmouth: 2014. p. 673-682.

GNIPPER, S. F. Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários. 2010. 287 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GU, N.; LONDON, K. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, v. 19, p. 988-999, 2010. doi:10.1016/j.autcon.2010.09.002

GUO, F.; TURKAN, Y.; JAHREN, C. T. Case studies of BIM practices within mechanical contractors. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2014, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: ASCE, 2014. p. 229-238. doi: 10.1061/9780784413517.0024

HANNA, A. S.; YEUTTER, M.; AOUN, D. G. State of practice of building information modeling in the electrical construction industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 12, 11p, 2014. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000893

HATTAB, M. AL; HAMZEH, F. Using social network theory and simulation to compare traditional versus BIM-lean practice for design error management.

Automation in Construction, v. 52, p. 59-69, 2015. doi:

10.1016/j.autcon.2015.02.014

HILGENBERG, F. B.; ALMEIDA, B. L.; SCHEER, S.; AYRES FILHO, C. Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v.

7, n. 1, p. 62-72, mai/2012. doi: 10.4237/gtp.v7i1.196

HIYAMA, K.; KATO, S.; KUBOTA, M.; ZHANG, J. 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. doi:

10.1016/j.enbuild.2014.01.025

10.1016/j.enbuild.2014.01.025

HOLMSTROM, J.; SINGH, V.; FRAMLING, K. BIM as Infrastructure in a Finnish HVAC Actor Network: Enabling Adoption, Reuse, and Recombination over a Building Life Cycle and between Projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n.

1, 12 p., 2015. doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000305

HOU, L.; WANG, X.; TRUIJENS, M. Using augmented reality to facilitate piping assembly: An experiment-based evaluation. **Journal of Computing in Civil**

Engineering, v. 29, n. 1, 12 p., 2015. doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000344

IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R.; SCHIPPOREIT, G. Two approaches to BIM: A Comparative Study. In: ECAADE CONFERENCE, 2004, Copenhagen, Dinamarca.

Proceedings... Copenhagen: ECAADE, 2004. 7p.

ILHA, M. S. O. **Qualidade dos sistemas hidráulicos prediais**. São Paulo: EPUSP, 1993. 50 p. (Texto Técnico TT/PCC/07. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. São Paulo: EPUSP, 1994. 113 p. (Texto Técnico TT/PCC/08. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

INFOHAB – CENTRO DE REFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO EM HABITAÇÃO. Disponível em <<http://www.infohab.org.br/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

ISMAIL, A.; SREWIL, Y.; SCHERER, R. J. Collaborative web-based simulation platform for construction project planning, IFIP **Advances in Information and Communication Technology**. v. 434, p. 471-478, 2014.

INTERNATIONAL STANDARD. **ISO 12006-3**: Building construction – Organization of information about construction works. Part 3: Framework for object-oriented information. London, 2007. 32 p.

JEONG, W.; KIM, J. B.; CLAYTON, M. J.; HABERL, J. S.; YAN, W. Translating building information modeling to building energy modeling using model view definition. **TheScientificWorldJournal**, v. 2014, 21 p., 2014. doi: 10.1155/2014/638276

JERNBERG, P. **User's Guide to NA 15686-1**: Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning – Part 1: General Principles, 2005.

JONES, B. Integrated project delivery (IPD) for maximizing design and construction considerations regarding sustainability. **Procedia Engineering**, v. 95, p. 528-538, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.214

JUNG, Y.; JOO, M. BIM framework variables for theory and implementation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 27, 2010, Bratislava. **Proceedings...** Bratislava: IAARC, 2010. p. 471-479.

KÄHKÖNEN, K.; RANNISTO, J. Understanding fundamental and practical ingredients of construction project data management. **Construction Innovation**, v. 15, n. 1, p. 7-23, 2015. doi: 10.1108/CI-04-2014-0026

KALAY, Y. E. Enhancing multi-disciplinary collaboration through semantically rich representation. **Automation in Construction**, Design Representation, v. 10, n. 6, p. 741-755, 2001. doi: 10.1016/S0926-5805(00)00091-1

KATER, M.; RUSCHEL, R. C. Avaliação a aplicabilidade de BIM para a verificação da norma de segurança contra incêndio em projeto de habitação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014. Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2821-2831. doi: 10.17012/entac2014.5

KIM, J. B.; JEONG, W.; CLAYTON, M. J.; HABERL, J. S.; YAN, W. Developing a physical BIM library for building thermal energy simulation. **Automation in Construction**, v. 50, p. 16-28, 2015. doi: 10.1016/j.autcon.2014.10.011

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, 2013, Montreal, QC; Canada. **Proceedings...** Montreal: Acoustical Society of America, 2013. v. 19, 8p. doi: 10.1121/1.4800300

KITCHENHAM B.;PRETORIUS R.; BUDGEN D.; BRERETON O. P.; TURNER M.; NIAZI.; LINKMAN S. Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study Review. **Information and Software Technology**, v. 52, p. 792-805, 2010.

KORMAN, T. M.; LU, N. Innovation and Improvements of Mechanical, Electrical, and Plumbing Systems for Modular Construction Using Building Information Modeling. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING INSTITUTE CONFERENCE, 2011. **Proceedings...** 2011. p.448-455. doi: 10.1061/41168(399)5

KORMAN, T. M.; SIMONIAN, L.; SPEIDEL, E. Using Building Information Modeling to Improve the Mechanical, Electrical, and Plumbing Coordination Process for Buildings. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING INSTITUTE CONFERENCE, 2008. **Proceedings...** . 2008. 10p. doi: 10.1061/41002(328)10

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LAINÉ, T.; HÄNNINEN, R.; KAROLA, A. Benefits of BIM in the thermal performance management. In: BUILDING SIMULATION, 2007, Finland. **Proceedings...** Finland: 2007. 1455-1461.

- LAN, L. BIM-based cost management of large engineering projects. (L. G. Wang, Org.) In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION TECHNOLOGY AND INFORMATION SYSTEM, 2014, China. **Proceedings...** China: 2014. v. 115, p. 442-445.
- LEE, G.; KIM, J. W. Parallel vs. Sequential cascading MEP coordination strategies: A pharmaceutical building case study. **Automation in Construction**, v. 43, p. 170-179, 2014. doi: 10.1016/j.autcon.2014.03.004
- LEITE, K. P.; BARROS NETO, J. P. Avaliação do processo de projeto em empreendimentos imobiliários. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014. Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2071-2080. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.371>
- LI, J.; HOU, L.; WANG, X.; *et al.* A project-based quantification of BIM benefits. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, v. 11, n. 1, 13 p., 2014. doi: 10.5772/58448.
- LIMA, A. C. L.; ALBUQUERQUE, D. M. S.; PEREIRA, I. K. L.; MELHADO, S. B. Plataforma BIM como sistema de gestão e coordenação de projeto da reserva Camará . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2140-2149. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.487>
- LIU, H.; LU, M.; HUSSEIN, M. AL-. BIM-based integrated framework for detailed cost estimation and schedule planning of construction projects. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION AND MINING, 31, 2014. **Proceedings...** 2014, p.286-294.
- LOVE, P. E. D.; EDWARDS, D. J.; HAN, S. Bad Apple Theory Of Human Error And Building Information Modelling: A Systemic Model For BIM Implementation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 28, 2011, Seoul, Korea. **Proceedings...** Seoul: IAARC, 2011. p 349-354.

LU, W.; FUNG, A.; PENG, Y.; LIANG, C.; ROWLINSON, S. Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. **Building and Environment**, v. 82, p. 317-327, 2014a. doi: 10.1016/j.buildenv.2014.08.030

LU, W.; LIANG, C.; FUNG, A.; ROWLINSON, S. Demystifying the time-effort distribution curves in construction projects: A BIM and non-BIM comparison. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2014, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: ASCE, 2014b. p. 329-338. doi: 10.1061/9780784413517.0034.

LUKKA, K. **The constructive research approach. Case study research in logistics**. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B, v. 1, p.83-101, 2003.

LV, X. B.; LIANG, Z. J. Case study of three-dimensional optimization design on architectural MEP based on BIM. **Applied Mechanics and Materials**. v. 507, p. 177-181, 2014. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.507.177

MA, Z.; LIU, Z. BIM-based intelligent acquisition of construction information for cost estimation of building projects. **Procedia Engineering**. v. 85, p. 358-367, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.561

MAAS, G. The implementation of BIM in a large European construction company. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION AND MINING, 31, 2014. **Proceedings...** 2014. p. 702-705.

MACIEL, M.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, D. Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por escritórios de projetos de cidades do nordeste do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 2832-2841. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.18>

MARADZA, E.; WHYTE, J.; LARSEN, G. D. Standardisation of Building Information Modelling in the UK and USA: Challenges and Opportunities. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING INSTITUTE CONFERENCE, 2013. **Proceedings...** 2013. p.458-467. doi: 10.1061/9780784412909.044

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, 2008, Fortaleza, CE. **Anais...** ANTAC: 2008, 10 p.

MARCH, S. T., SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995.

MATHEWS, V.; VARGHESE, K.; MAHALINGAM, A. A study on significance of system dynamics approach in understanding adoption of information technology in building construction projects. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION AND MINING, 31, 2014. **Proceedings...** p.418-425, 2014.

MCAULEY, B. H.; HORE, A.V.; WEST, R. Implementing Building Information Modeling in Public Works Projects in Ireland. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRODUCT AND PROCESS MODELLING, 9, Reykjavik. **Proceedings...** 2012. 9 p.

MELO, R. S. S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multiparty contracted projects: evidence from literature. In: ANNUAL SUMMIT OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21, 2013, Fortaleza. **Proceedings...** 2013. 10 p.

MEMON, A. H.; RAHMAN, I. A.; MEMON, I.; AZMAN, N. I. A. BIM in Malaysian construction industry: Status, advantages, barriers and strategies to enhance the implementation level. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v. 8, n. 5, p. 606-614, 2014.

MENDES JUNIOR, R.; SCHEER, S.; GARRIDO, M. C.; CAMPESTRINI, T. F. Integração da modelagem da informação da construção (bim) com o planejamento e controle da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** . Maceió: Antac, 2014. p. 2913-2922. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.455>

MEP CONTENT. Disponível em <<https://www.mepcontent.eu/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

MERSCHBROCK, C.; MUNKVOLD, B. E. How is building information modeling influenced by project complexity?: A cross-case analysis of e-collaboration performance in building construction. **International Journal of e-Collaboration**, v. 10, n. 2, p. 20-39, 2014. doi: 10.4018/ijec.2014040102

MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, p. 84-91, 2014. doi: 10.1016/j.autcon.2014.03.009

MIGILINSKAS, D.; POPOV, V.; JUOCEVICIUS, V.; USTINOVICHIOUS, L. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. **Procedia Engineering**, Modern Building Materials, Structures and Techniques, v. 57, p. 767-774, 2013. doi: 10.1016/j.proeng.2013.04.097

MODLAR. Disponível em <<http://www.modlar.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

MONTEIRO, A.; FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. Algumas abordagens para representação detalhada de elementos de paredes de alvenaria em ferramentas BIM. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 4, 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFF, 2009a. 10 p.

MONTEIRO, A.; FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. Paradigmas de representação de modulação de alvenarias em ferramentas BIM. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 54-75, nov./2009b. doi: 10.4237/gtp.v4i2.101

MY BOX FREE. Disponível em <<http://www.myboxfree.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, J. T. BIM e Desempenho no Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. In: CONFERENCE OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS: Knowledge-based Design, 17, 2014, Valparaiso, Chile. **Proceedings...**São Paulo: Blucher, 2014. v.1, n.7, p. 312-316. doi: 10.5151/despro-sigradi2013-0059

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

NASYROV, V.; STRATBUCKER, S.; RITTER, F., BORRMANN, A.; HUA, S.; LINDAUER, M. 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, 2014, Vienna, Austria. **Proceedings...** Vienna: 2015. p. 479-486.

NATIONAL BIM LIBRARY. Disponível em <<http://www.nationalbimlibrary.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

NAVENDREN, D.; MANU, P.; SHELBOURN, M.; MAHAMADU, A.-M. Challenges to building information modelling implementation in UK: Designers' perspectives. In: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 30, 2014, Portsmouth. **Proceedings...** 2014. p.733-742.

NAWARI, O. N. SmartCodes and BIM. In: STRUCTURES CONGRESS, 2013. **Proceedings...** 2013. p. 928-937. doi: 10.1061/9780784412848.082

NAWI, M. N. M.; HARON, A. T.; HAMID, Z. A.; KAMAR, K. A. M.; BAHARUDDIN, Y. Improving integrated practice through Building Information Modeling-Integrated Project Delivery (BIM-IPD) for Malaysian Industrialised Building System (IBS) construction projects. **Malaysian Construction Research Journal**, v. 15, n. 2, p. 29-38, 2014.

NEIVA NETO, R. S. **O projeto da produção de formas para estrutura de concreto armado incorporando BIM**. 2014. 128 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NIBS – NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. Disponível em: <<http://www.nibs.org/>>. Acesso em 20 de julho de 2014.

OFCDESK. Disponível em <<http://www.ofcdesk.com/>>. Acesso em 19 de maio de 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, 2014. **Anais...** Maceió: Antac, 2014. p. 1973-1982. doi: <http://doi.org/10.17012/entac2014.244>

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, mai/2012. doi: 10.4237/gtp.v6.i2.208

OLUWOLE, A. O. Modelling the costs of corporate implementation of building information modelling. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, v. 16, n. 3, p. 211-231, 2011. doi: 10.1108/13664381111179206

OPITZ, F.; WINDISCH, R.; SCHERER, R. J. Integration of document- and model-based building information for project management support. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 403-411, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.566

OMNICLASS. **Table 49 – Properties**. 2012. Disponível em: <<http://www.omniclass.org/>>. Acesso em 19 de dezembro de 2014.

PAULA, N.; UECHI, M. E.; MELHADO, S. B. Novas demandas para as empresas de projeto de edifícios. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 137-159, jul./set. 2013.

PROQUEST. Disponível em < <http://www.proquest.com/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

PUCKO, Z.; SUMAN, N.; KLANSEK, U. Building Information Modeling Based Time And Cost Planning In Construction Projects. Organization, **Technology & Management in Construction**, v. 6, n. 1, p. 958-971, 2014. doi: 10.5592/otmcj.2014.1.6

QUERIDO, J. G. **Instalações prediais hidráulicas sanitárias: prognóstico de ruídos**. 1993. 240p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

QUERIDO, J. G. Ruído de descarga de bacia sanitária com válvula. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 449-451.

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, 2011, Miami FL, USA. **Proceedings...** Miami: ASCE, 2011. p. 827-831.

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. Disponível em <<http://www.revitcity.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

ROMCY, N. M. E S.; CARDOSO, D.; BERTINI, A. A.; PAES, A. Desenvolvimento de aplicativo em ambiente BIM, segundo princípios da Coordenação Modular. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 23-39, abr./jun. 2014.

ROSRUD, T. **Sanitary Installation: properties they ought to have**: performance requirements and quality testing of sanitary installations. Oslo, Norwegian: Instruction 13, 1979. Building Research Institute. 236 p.

ROWLINSON, S.; COLLINS, R.; TUULI, M.; JIA, Y. A. Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Construction: A Comparative Case Study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTATIONAL MECHANICS, 2; INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE ENHANCEMENT AND PROMOTION OF COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING AND SCIENCE, 12, 2010, Hong Kong & Macao. **Proceedings...** 2010. v. 1233, p.572-577. doi: 10.1063/1.3452236, 2010.

RUIZ, J.A.; GRANJA, A. D. Um mapeamento sistemático da literatura sobre a relação entre valor e colaboração na construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 8, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: 2013. 14 p.

SACKEY, E.; TUULI, M.; DAINY, A. Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context. **JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING**, v. 31, 11 p., 2015. doi:

10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000303

SANGUINETTI, P.; EASTMAN, C.; AUGENBROE, G. Courthouse energy evaluation: BIM and simulation model interoperability in concept design. In: INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE, 11, 2009, Glasgow, Scotland. **Proceedings...** Glasgow: 2009. p. 1992-1929.

SATTINENI, A.; MACDONALD, J. A. 5D-BIM: A case study of an implementation strategy in the construction industry. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION AND MINING, 31, ISARC 2014 . **Proceedings...** 2014. p.361-367.

SCIELO. Disponível em <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

SCOPUS. Disponível em <<http://www.scopus.com/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

SHEN, L.; LIN, Y. X. Strategies in using Building Information Modeling(BIM) to solve problems in project management of Chinese construction enterprises, **Applied Mechanics and Materials**, Switzerland, v. 501-504, p. 2700-2705, 2014. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.501-504.2700

SILVA, A. T.; KERN, A. P.; PICCOLI, R.; GONZÁLEZ, M. A. S. 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. doi: 10.4013/arq.2014.102.06

SILVEIRA, R. R. Análise comparativa de sistemas construtivos – alvenaria, steel framing e wood framing – em unidades habitacionais de interesse social. 2014. 173 f.. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

SIMON, H. **The Sciences of the Artificial. 3.** Cambridge, MA.: MIT Press, 1996. 248 p.

SIMONIAN, L.; KORMAN, T. M. Building Information Modeling for Electrical Contractors: Current Practice and Recommendations. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING INSTITUTE CONFERENCE, 2011. **Proceedings...** American Society of Civil Engineers, 2011. p.456-463.

SMART BIM. Disponível em <<http://library.smartbim.com/>>. Acesso em 19 de maio de 2015.

SMITH, P. BIM implementation - Global strategies. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 482-492, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.575

SOLNOSKY, R. Current Status of BIM Benefits, Challenges, and the Future Potential for the Structural Discipline. In: STRUCTURES CONGRESS, 2013. **Proceedings...** 2013. p.849-859. doi: 10.1061/9780784412848.075

SOLNOSKY, R.; PARFITT, M. K.; HOLLAND, R. J. IPD and BIM-focused capstone course based on AEC industry needs and involvement. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 140, n. 4, 11 p., 2014. doi: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000157.

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, 2011, Sydney. **Proceedings...** Sydney: 2011. p. 1623-1630.

SOUZA, L. L. A., AMORIM, S. R. L., LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n 2, p. 26-53, nov./2009. doi: 10.4237/gtp.v4i2.100

STANLEY, R.; THURNELL, D. The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 14, n. 1, p. 105-117, 2014.

SUPRUN, E. V.; STEWART, R. A. Construction innovation diffusion in the Russian Federation: Barriers, drivers and coping strategies. **Construction Innovation**, v. 15, n. 3, p. 278-312, 2015.

SURVEYMONKEY. Disponível em <<https://www.surveymonkey.com/>>. Acesso em 15 de maio de 2015.

TIGRE. **Biblioteca de componentes BIM**. Disponível em <<http://www.tigre.com.br>>. Acesso em 10 de abril de 2015.

TOMEK, A.; MATĚJKA, P. The impact of BIM on risk management as an argument for its implementation in a construction company. **Procedia Engineering**. v. 85, p.501-509, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.577

TRAVAGLINI, A.; RADUJKOVIC, M.; MANCINI, M. Building Information Modelling (BIM) and Project Management: a Stakeholders Perspective. **Organization, Technology & Management in Construction**, v. 6, n. 2, p. 1058-1065, 2014. doi: 10.5592/otmcj.2014.2.8

TSAI, M.-H.; MD, A. M.; KANG, S.-C.; HSIEH, S.-H. Workflow re-engineering of design-build projects using a BIM tool. **Journal of the Chinese Institute of Engineers**, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A/Chung-kuo Kung Ch'eng Hsuch K'an, v. 37, n. 1, p. 88-102, 2014. doi: 10.1080/02533839.2012.751302

USSING, L. F.; LARSEN, J. K. Implementation of BIM in the Danish Building Sector - Research Portal, Aalborg University. In: WORLD CONFERENCE ON MASS CUSTOMIZATION, PERSONALIZATION, AND CO-CREATION, 7, MCPC 2014, Aalborg, Dinamarca. **Proceedings...** Aalborg: 2014. p.265-274.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. **Automation in Construction**, v. 38, p. 109-127, 2014. doi: 10.1016/j.autcon.2013.10.023

WANG, L.; LEITE, F. Comparison of experienced and novice BIM coordinators in performing mechanical, electrical, and plumbing (MEP) coordination tasks. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2014, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: ASCE, 2014. p.21-30. doi: 10.1061/9780784413517.0003

WATSON, A. Digital buildings - Challenges and opportunities. **Advanced Engineering Informatics**, v. 25, n. 4, p. 573-581. doi: 10.1016/j.aei.2011.07.003, 2011.

WEB OF SCIENCE. Disponível em <<https://webofknowledge.com>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

WONG, A. K. D.; WONG, F. K. W.; NADEEM, A. Government roles in implementing building information modelling systems. **Construction Innovation**, v. 11, n. 1, p. 61-76, 2011. doi: 10.1108/147141711111104637

WU, W.; ISSA, R. R. A. Key issues in workforce planning and adaptation strategies for BIM implementation in construction industry. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2014, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: ASCE, 2014. p. 847-856. doi: 10.1061/9780784413517.0087

WU, W.; ISSA, R. R. A. BIM Execution Planning in Green Building Projects: LEED as a Use Case. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 1, 18p. doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000314, 2015.

WU, W.; ZHOU, H. BIM for sustainable construction: A strategic framework for handling challenges of the international green construction code. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCEMENT OF CONSTRUCTION MANAGEMENT AND REAL ESTATE, 17, 2014. **Proceedings...** Springer, 2014. p.43-52. doi: 10.1007/978-3-642-35548-6_5

XIAO, H.; NOBLE, T. BIM's impact on the project manager. In: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 30, ARCOM 2014, Portsmouth, UK. **Proceedings...** Portsmouth: 2014. p.693-702.

YI, T.; ZHANG, Y.; SHEN, W. Research on the management of project cost data based on BIM. **Computer Modelling and New Technologies**, v. 18, n. 10, p. 319-323, 2014.

YUNG, P.; WANG, J.; WANG, X.; JIN, M. A BIM-enabled MEP coordination process for use in China. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 19, p. 383-398, 2014.

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, 2010, Canela, RS. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010. p. 1-10.

ZHANG, L.; LI, F. Risk/reward compensation model for integrated project delivery. **Engineering Economics**, v. 25, n. 5, p. 558-567, 2014. doi: 10.5755/j01.ee.25.5.3733

ZHOU, J.; LOVE, P. E. D.; MATTHEWS, J.; CAREY, B.; SING, C. P. Object-oriented model for life cycle management of electrical instrumentation control projects. **Automation in Construction**, v. 49, n. PA, p. 142-151, 2015. doi: 10.1016/j.autcon.2014.10.008.

ZHOU, R. M. Application analysis of BIM in China zun foundation project, **Applied Mechanics and Materials**. v. 501-504, p. 2668-2671, 2014.

APÊNDICE A. TERMOS DEFINIDOS NA NBR 15965-2

Abaixo é apresentada uma fração dos termos definidos na ABNT NBR 15965-2: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção, relacionados ao tema da pesquisa.

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2

Código	Propriedade
OP . 10 . 00 . 00	Propriedades de Identificação
OP . 10 . 10 . 00	Códigos de identificação das edificações
OP . 10 . 20 . 00	Códigos de identificação dos ambientes
OP . 10 . 30 . 00	Identificações de ocupação
OP . 10 . 30 . 01	Classe de Ocupação
OP . 10 . 40 . 00	Identificações de resultados de serviço de construção
OP . 10 . 50 . 00	Identificações do Produto
OP . 10 . 50 . 01	Nome da marca
OP . 10 . 50 . 03	Nome do fabricante
OP . 10 . 50 . 09	Marca Registrada
OP . 10 . 60 . 00	Identificações de comunicação
OP . 10 . 60 . 01	URL (Uniform Resource Locator)
OP . 10 . 60 . 05	Número de telefone
OP . 10 . 60 . 07	Número de fax
OP . 10 . 60 . 09	Endereço de email
OP . 20 . 00 . 00	Propriedades de Localização
OP . 20 . 10 . 00	Localização Geográfica
OP . 20 . 20 . 00	Divisão geopolítica
OP . 20 . 30 . 00	Localização de fabricantes e produtos
OP . 30 . 00 . 00	Propriedades de Tempo e custo
OP . 30 . 10 . 00	Propriedade de prazo e programação
OP . 30 . 10 . 01	Idade
OP . 30 . 10 . 02	Faixa de idade
OP . 30 . 10 . 03	Intervalo de tempo
OP . 30 . 10 . 04	Incremento de tempo
OP . 30 . 10 . 05	Tempo decorrido
OP . 30 . 10 . 06	Tempo de vida
OP . 30 . 10 . 07	Tempo de vida estimado
OP . 30 . 10 . 08	Data da compra
OP . 30 . 10 . 11	Data da fabricação
OP . 30 . 10 . 12	Data da atualização
OP . 30 . 10 . 13	Atributo <i>Day Type</i> (padrão gbXML)
OP . 30 . 10 . 14	Tempo de provisionamento
OP . 30 . 10 . 15	Tempo de preparação
OP . 30 . 10 . 16	Tempo de execução
OP . 30 . 10 . 17	Tempo de processo
OP . 30 . 10 . 18	Tempo de espera/inativo
OP . 30 . 10 . 19	Tempo de ciclo
OP . 30 . 10 . 20	Tempo de fluxo
OP . 30 . 10 . 26	Data de término da instalação
OP . 30 . 10 . 29	Data do aceite
OP . 30 . 10 . 35	Operações e Manutenção

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 (continuação)

Código	Propriedade
OP . 30 . 10 . 35 . 01	Cronograma de depreciação
OP . 30 . 10 . 35 . 02	Cronograma de manutenção
OP . 30 . 10 . 36	Data de descomissionamento
OP . 30 . 10 . 35	Data de demolição
OP . 30 . 10 . 35	Data de descarte
OP . 30 . 20 . 41	Propriedades de custo
OP . 30 . 20 . 41 . 01	Tipo de moeda
OP . 30 . 20 . 41 . 02	Preço unitário
OP . 30 . 20 . 41 . 08	custo de Instalação
OP . 40 . 00 . 00	Propriedades do fornecimento
OP . 40 . 10 . 00	Propriedades do fabricante
OP . 40 . 10 . 00 . 01	Limitações do fabricante
OP . 40 . 10 . 00 . 02	Identificação do fabricante
OP . 40 . 10 . 07	Certificação do fabricante
OP . 40 . 20 . 00	Propriedades do produto
OP . 40 . 20 . 01	Nome do produto
OP . 40 . 20 . 02	De linha ou customizado
OP . 40 . 20 . 03	Em estoque
OP . 40 . 20 . 04	pré-montado
OP . 40 . 20 . 05	Certificação de produto
OP . 40 . 20 . 06	Embalagem
OP . 40 . 20 . 07	Nível de qualidade
OP . 40 . 20 . 08	Grau
OP . 40 . 20 . 08 . 01	Residencial
OP . 40 . 20 . 08 . 02	Comercial
OP . 40 . 20 . 08 . 03	Pesado
OP . 40 . 20 . 08 . 04	Extrapesado
OP . 40 . 20 . 17	Configurações de fábrica
OP . 40 . 20 . 18	Acesso para manutenção
OP . 40 . 20 . 19	características do produto
OP . 40 . 20 . 20	Acessórios
OP . 40 . 20 . 21	Opções
OP . 40 . 20 . 22	Cor
OP . 40 . 20 . 22 . 01	Cor Interna
OP . 40 . 20 . 22 . 02	Cor Externa
OP . 40 . 20 . 22 . 03	Codificação de cores
OP . 40 . 20 . 22 . 04	Lote da Tinta
OP . 40 . 20 . 22 . 05	Cor integral
OP . 40 . 20 . 24	Acabamento
OP . 40 . 20 . 24 . 01	Acabamento Aplicado
OP . 40 . 20 . 24 . 02	Acabamento Integral
OP . 40 . 20 . 24 . 03	Acabamento da face
OP . 40 . 20 . 24 . 04	Material de acabamento em campo
OP . 40 . 20 . 24 . 05	Método de acabamento em campo
OP . 40 . 20 . 24 . 06	Textura
OP . 40 . 20 . 24 . 07	Arremate
OP . 40 . 20 . 24 . 08	Acabamento de teto
OP . 40 . 20 . 24 . 09	Acabamento de parede
OP . 40 . 20 . 24 . 10	Acabamento de piso
OP . 40 . 20 . 24 . 11	Brilho
OP . 40 . 20 . 24 . 12	Polimento
OP . 40 . 20 . 24 . 13	Patina

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 (continuação)

Código	Propriedade
OP . 40 . 20 . 25	Tratamento
OP . 40 . 20 . 25 . 01	Tratamento antimicrobiano
OP . 40 . 20 . 25 . 02	Tratamento de pressão
OP . 40 . 20 . 25 . 03	Tratamento fogo=retardante
OP . 40 . 20 . 25 . 04	Tratamento com herbicida
OP . 40 . 20 . 25 . 05	Tratamento com pesticida
OP . 40 . 20 . 25 . 06	Tratamento anticorrosivo
OP . 40 . 30 . 00	Propriedades da garantia
OP . 40 . 30 . 01	Tipo de garantia do fabricante
OP . 40 . 30 . 02	Termos de garantia do fabricante
OP . 40 . 30 . 03	Tipo de garantia dos instaladores
OP . 40 . 30 . 04	Termos de garantia dos instaladores
OP . 40 . 30 . 05	Localização do serviço de garantia
OP . 40 . 30 . 06	Período de garantia
OP . 40 . 30 . 06 . 01	Data de início da garantia
OP . 40 . 30 . 06 . 02	Data de término da garantia
OP . 40 . 40 . 00	Propriedades do transporte
OP . 40 . 50 . 00	Propriedades de instalação
OP . 50 . 00 . 00	Propriedades físicas
OP . 50 . 10 . 00	Propriedades de quantidade
OP . 50 . 10 . 01	Unidade de Medida
OP . 50 . 10 . 01 . 01	Métrica
OP . 50 . 10 . 01 . 02	Imperial
OP . 50 . 20 . 00	Propriedades de forma
OP . 50 . 30 . 00	Dimensões Simples
OP . 50 . 30 . 01	Tamanho padrão ou personalizado
OP . 50 . 30 . 02	Comprimento
OP . 50 . 30 . 03	Largura
OP . 50 . 30 . 04	Distância
OP . 50 . 30 . 05	Vão
OP . 50 . 30 . 06	Altura
OP . 50 . 30 . 06 . 01	Altura do peitoril
OP . 50 . 30 . 06 . 02	Altura de topo
OP . 50 . 30 . 07	Profundidade
OP . 50 . 30 . 08	Espessura
OP . 50 . 30 . 09	Bitola
OP . 50 . 30 . 10	Raio
OP . 50 . 30 . 11	Espaçamento
OP . 50 . 40 . 00	Dimensões de Área
OP . 50 . 40 . 06	Diâmetro Interno
OP . 50 . 40 . 07	Diâmetro externo
OP . 50 . 40 . 08	Circunferência
OP . 50 . 40 . 09	Perímetro
OP . 50 . 40 . 11	Elevação
OP . 50 . 40 . 12	Caimento
OP . 50 . 50 . 00	Volumes
OP . 50 . 50 . 01	Volume de líquido
OP . 50 . 50 . 02	Volume seco
OP . 50 . 50 . 03	Volume específico
OP . 50 . 50 . 04	Volume por unidade de tempo
OP . 50 . 60 . 00	Medidas relacionais
OP . 50 . 70 . 00	Propriedades de sustentabilidade

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 (continuação)

Código	Propriedade
OP . 50 . 80 . 00	Propriedades da composição química
OP . 50 . 90 . 00	Propriedades de conteúdo regulamentado
OP . 50 . 91 . 00	Propriedades de temperatura
OP . 50 . 91 . 01	Temperatura absoluta
OP . 50 . 91 . 02	Temperatura Ambiente
OP . 50 . 91 . 03	Temperatura de fragilidade
OP . 50 . 91 . 04	Temperatura de projeto
OP . 50 . 91 . 06	Temperatura mínima
OP . 50 . 91 . 06 . 01	Temperatura máxima
OP . 50 . 91 . 07	Faixas de temperatura
OP . 50 . 91 . 07 . 01	Faixa de temperatura aceitável
OP . 50 . 91 . 07 . 03	Faixa de temperatura de serviço
OP . 50 . 91 . 10	Intervalo de temperatura
OP . 50 . 92 . 00	Propriedades de carga estrutural
OP . 50 . 92 . 01	Cargas estáticas
OP . 50 . 92 . 02	Cargas dinâmicas
OP . 50 . 92 . 02 . 01	Carga de projeto
OP . 50 . 92 . 02 . 05	Carga de impacto
OP . 50 . 93 . 00	Propriedades do ar e outros gases
OP . 50 . 94 . 00	Propriedades dos líquidos
OP . 50 . 95 . 00	Propriedades de massa
OP . 50 . 95 . 01	Massa
OP . 50 . 95 . 01 . 01	Massa por unidade de comprimento
OP . 50 . 95 . 01 . 02	Massa por unidade de área
OP . 50 . 95 . 01 . 03	Massa por unidade de tempo
OP . 50 . 95 . 01 . 04	Massa molar
OP . 50 . 95 . 02	Peso
OP . 50 . 95 . 02 . 01	Classificação de peso
OP . 50 . 95 . 02 . 02	Peso do frete
OP . 50 . 95 . 05	Momento
OP . 50 . 95 . 05 . 01	Momento Angular
OP . 50 . 96 . 00	Propriedades da força
OP . 50 . 96 . 01	Força, propriedades gerais
OP . 50 . 96 . 02	Forças aplicadas
OP . 50 . 96 . 03	Força por unidade de comprimento
OP . 50 . 96 . 04	Tensão superficial
OP . 50 . 96 . 07	Momento de força
OP . 50 . 96 . 08	Momento de inércia
OP . 50 . 96 . 09	Torque
OP . 50 . 97 . 00	Propriedades de pressão
OP . 50 . 97 . 01	Pressão absoluta
OP . 50 . 97 . 03	Pressão do ambiente
OP . 50 . 97 . 04	Pressão aplicada
OP . 50 . 97 . 05	Pressão atmosférica
OP . 50 . 97 . 06	Pressão calibrada
OP . 50 . 97 . 07	Pressão projetada
OP . 50 . 97 . 08	Pressão do medidor
OP . 50 . 97 . 09	Vazamento sob pressão
OP . 50 . 97 . 10	Pressão residual
OP . 50 . 97 . 11	Pressão estática
OP . 50 . 98 . 00	Propriedades do magnetismo
OP . 50 . 99 . 00	Propriedades ambientais

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 (continuação)

Código	Propriedade
OP . 60 . 00 . 00	Propriedades de desempenho
OP . 60 . 10 . 00	Propriedades de ensaio
OP . 60 . 10 . 01	Método de ensaio
OP . 60 . 10 . 02	Autoridade de ensaio
OP . 60 . 10 . 03	Condições de ensaio
OP . 60 . 10 . 04	Padrão de referência
OP . 60 . 10 . 05	Protocolo de inspeção
OP . 60 . 10 . 06	Ensaio de fábrica
OP . 60 . 10 . 06 . 01	Método de inspeção de fábrica
OP . 60 . 10 . 06 . 02	Data do ensaio de fábrica
OP . 60 . 10 . 06 . 03	Método de ensaio de fábrica
OP . 60 . 10 . 06 . 04	Nível de conformidade da fábrica
OP . 60 . 10 . 06 . 05	Grau de referência da fábrica
OP . 60 . 10 . 07	Ensaio de campo
OP . 60 . 10 . 07 . 01	Método de inspeção de campo
OP . 60 . 10 . 07 . 02	Método de teste de campo
OP . 60 . 10 . 07 . 03	Nível de conformidade em campo
OP . 60 . 10 . 07 . 04	Grau de referência em campo
OP . 60 . 20 . 00	Propriedades de tolerância
OP . 60 . 30 . 00	Propriedades de função e de uso
OP . 60 . 30 . 01	Eficiência funcional
OP . 60 . 30 . 02	Limitações funcionais
OP . 60 . 30 . 03	Método de operação
OP . 60 . 30 . 03 . 01	Operação Manual
OP . 60 . 30 . 03 . 02	Operação elétrica
OP . 60 . 30 . 03 . 03	Operação pneumática
OP . 60 . 30 . 08	Manutenibilidade
OP . 60 . 40 . 00	Propriedades de resistência
OP . 60 . 40 . 01	Força de adesão
OP . 60 . 40 . 02	Flexibilidade
OP . 60 . 40 . 03	Momento de flexão
OP . 60 . 40 . 04	Raio de dobra
OP . 60 . 40 . 06	Força da união
OP . 60 . 40 . 07	Compressibilidade
OP . 60 . 40 . 08	Resistência compressiva
OP . 60 . 40 . 09	Força compressiva
OP . 60 . 40 . 10	Resistência à deformação
OP . 60 . 40 . 11	Ductibilidade
OP . 60 . 40 . 12	Elasticidade
OP . 60 . 40 . 22	Resistência ao impacto
OP . 60 . 40 . 23	Resistência ao ataque intencional
OP . 60 . 40 . 23 . 01	Resistência a roubo
OP . 60 . 40 . 23 . 02	Resistência balística
OP . 60 . 40 . 23 . 03	Resistência a estouro
OP . 60 . 40 . 23 . 04	Resistência a projétil
OP . 60 . 50 . 00	Propriedades de durabilidade
OP . 60 . 50 . 01	Resistência à abrasão
OP . 60 . 50 . 02	Resistência ao mau uso
OP . 60 . 50 . 14	Resistência à fadiga
OP . 60 . 50 . 22	Durabilidade da manutenção
OP . 60 . 50 . 23	Durabilidade mecânica
OP . 60 . 50 . 28	Resistencia a manchas

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 (continuação)

Código	Propriedade
OP . 60 . 50 . 30	Resistencia ao choque térmico
OP . 60 . 50 . 31	Resistência ao ultravioleta (UV)
OP . 60 . 60 . 00	Propriedades de combustão
OP . 60 . 70 . 00	Propriedades da envoltória
OP . 60 . 80 . 00	Propriedades de permeabilidade e de resistência à umidade
OP . 60 . 90 . 00	Propriedades acústicas
OP . 60 . 90 . 01	Impedância acústica
OP . 60 . 90 . 02	Tempo de reverberação
OP . 60 . 90 . 03	Nível de ruído
OP . 60 . 90 . 04	Coefficiente de redução de ruído
OP . 60 . 90 . 05	Absorção acústica
OP . 60 . 90 . 06	Absorção do som
OP . 60 . 90 . 12	Isolação acústica
OP . 60 . 90 . 13	Isolação sonora
OP . 60 . 90 . 14	Intensidade do som
OP . 60 . 90 . 15	Isolamento do som
OP . 60 . 90 . 16	Potência Sonora
OP . 60 . 90 . 17	Pressão Sonora
OP . 70 . 00 . 00	Propriedades dos serviços prediais
OP . 70 . 02 . 00	Propriedades gerais dos serviços prediais
OP . 70 . 02 . 01	Precisão
OP . 70 . 02 . 02	Área de cobertura
OP . 70 . 02 . 03	Capacidade do sistema
OP . 70 . 02 . 04	Componentes
OP . 70 . 02 . 05	Conexões
OP . 70 . 02 . 06	Constituintes
OP . 70 . 02 . 07	Peças
OP . 70 . 02 . 08	Equipamentos do sistema
OP . 70 . 02 . 09	Tipo de equipamento
OP . 70 . 02 . 10	Nome do sistema
OP . 70 . 02 . 11	Controles
OP . 70 . 02 . 12	Fator de vazão
OP . 70 . 02 . 13	Configuração de fluxo
OP . 70 . 02 . 14	Direção do fluxo
OP . 70 . 02 . 15	Método de conversão do fluxo
OP . 70 . 02 . 16	Vazão projetada
OP . 70 . 02 . 17	Instrumentação
OP . 70 . 02 . 18	Entradas
OP . 70 . 02 . 19	Saídas
OP . 70 . 02 . 20	Método de perda
OP . 70 . 02 . 21	Modo
OP . 70 . 02 . 22	Número de elementos
OP . 70 . 02 . 23	Conexões de manutenção
OP . 70 . 02 . 28	Tipo de Sistema
OP . 70 . 02 . 29	Tipo de serviço
OP . 70 . 02 . 30	Limitações do sistema
OP . 70 . 02 . 31	Zona
OP . 70 . 04 . 00	Propriedades dos sistemas de proteção contra incêndios
OP . 70 . 06 . 00	Propriedades de sistemas de tubulação
OP . 70 . 06 . 01	Doméstico de água fria
OP . 70 . 06 . 02	Doméstico de água quente
OP . 70 . 06 . 03	Esgoto

Quadro A.1: Termos definidos pela ABNT NBR 15965-2 (continuação)

Código	Propriedade
OP . 70 . 06 . 04	Água residual
OP . 70 . 06 . 05	Água pluvial
OP . 70 . 06 . 06	Água dos bombeiros
OP . 70 . 06 . 07	Volume total de líquido na tubulação
OP . 70 . 06 . 08	Número de terminações hidráulicas
OP . 70 . 08 . 00	Propriedades dos sistemas de climatização
OP . 70 . 10 . 00	Propriedades dos sistemas de automação integrada
OP . 70 . 20 . 00	Propriedades dos sistemas elétricos
OP . 70 . 20 . 01	Amperagem
OP . 70 . 20 . 02	Tensão elétrica
OP . 70 . 20 . 03	Queda de tensão
OP . 70 . 20 . 04	Fonte elétrica
OP . 70 . 20 . 14	Admitância elétrica
OP . 70 . 20 . 15	Capacitância elétrica
OP . 70 . 20 . 16	Carga elétrica
OP . 70 . 30 . 00	Propriedades de sistemas de iluminação
OP . 70 . 40 . 00	Propriedades de sistemas de comunicação
OP . 70 . 50 . 00	Propriedades de sistemas de segurança física e patrimonial
OP . 70 . 50 . 07	Tipo de mostrador
OP . 70 . 50 . 09	Pontos lógicos
OP . 70 . 60 . 00	Propriedades de sistemas de energia

APÊNDICE B. DEFINIÇÃO DOS ATRIBUTOS DE *TEMPLATE* PELO PRODUCTGUIDE™

A especificação do *template* Bacia Sanitária (*ToiletPan*) é apresentada no Quadro B.1, e da Caixa Acoplada (*Cistern*) é apresentada no Quadro B.2 (NIBS, 2014).

Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (*ToiletPan*) conforme *productguide*

<i>Definition</i>		
<i>Name</i>	<i>SanitaryTerminal_TOILETPAN_PlumbingFixtures_US</i>	
<i>Description</i>	<i>TOILETPAN: Soil appliance for the disposal of excrement. Template</i>	
<i>Type (IFC)</i>	<i>IfcSanitaryTerminalType</i>	
<i>Pre-defined type (IFC)</i>	<i>toiletpan</i>	
<i>ElementType</i>	<i>21-03 10 90 40 : Toilet Bath and Laundry Accessories , 22-10 21 13 : Toilet Compartments , 23-31 25 00 : Toilet and Bath Specialties , 10 28 13 19 : Healthcare Toilet Accessories , D2034 : Sanitary Waste Equipment</i>	
<i>Identifier</i>	<i>1SpieHPtyp999D0EGBA999</i>	
<i>Tag</i>	<i>TOILETPAN: Soil appliance for the disposal of excrement. Template</i>	
<i>Pset_ManufacturersTypeInformation</i>	Defines characteristics of manufactured products that may be given by the manufacturer. Note that the term may also be used to refer to products that are supplied and identified by the supplier or that are assembled off site by a third party provider.	
<i>Property Name (mandatory)</i>	<i>Property Description and Allowed Values</i>	<i>Property Value</i>
<i>Manufacturer</i>	The organization that manufactured and/or assembled the item.	NotDefined
<i>ModelReference</i>	The name of the manufactured item as used by the manufacturer.	NotDefined
<i>ModelLabel</i>	The model number and/or unit designator assigned by the manufacturer of the manufactured item.	NotDefined
<i>Pset_Asset</i>	An asset is a uniquely identifiable element which has a financial value and against which maintenance actions are recorded.	
<i>Property Name (mandatory)</i>	<i>Property Description and Allowed Values</i>	<i>Property Value</i>
<i>AssetAccountingType</i>	Identifies the predefined types of asset from which the type required may be set.	Fixed
<i>Pset_Warranty</i>		
<i>Warranty Information</i>		
<i>Property Name (mandatory)</i>	<i>Property Description and Allowed Values</i>	<i>Property Value</i>
<i>WarrantyName</i>	The name of the warranty	n/a
<i>WarrantyDescription</i>	Description of the warranty	n/a
<i>WarrantyGuarantorParts</i>	Organization acting as guarantor of parts warranty	n/a
<i>WarrantyDurationParts</i>	Duration of parts warranty (years)	n/a
<i>WarrantyGuarantorLabor</i>	Organization acting as guarantor of labor warranty	n/a
<i>WarrantyDurationLabor</i>	Duration of labor warranty (years)	n/a

Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (*ToiletPan*) conforme *productguide* (continuação)

Pset_EconomicImpactValues		
Properties for economic impact values for Type.		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
MethodOfMeasurement	Method of measurement	n/a
LifeCyclePhase	Life Cycle Phase as defined in I 15978	replacement
Cost	Replacement cost	0.
Pset_ServiceLife		
The typical service life that is quoted for I artefact under reference operating conditions.		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
ServiceLifeType	The typical service life that is quoted for I artefact under reference operating conditions.	Expectedservicelife
ServiceLifeDuration	The length or duration of a service life.	0.
Pset_TypeObject		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
Tag	Tag	US Product Template
ElementType	ElementType	TOILETPAN: Soil appliance for the disposal of excrement.
PredefinedType	PredefinedType	toiletpan
Pset_PlumbingFixtures_US		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
Application	Application : Application area or rule	notdefined
ApplicationNote	Application : Application area or rule note	n/a
Sustainability	Sustainability : Sustainability	n/a
Manufacturers	Manufacturers : Manufacturers	n/a
ReferenceStandard	Reference Standard : Reference Standard	notdefined
PlumbingFixtures	Plumbing Fixtures : Plumbing Fixtures	notdefined
Pset_SanitaryTerminalTypeCommon		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
Reference	Reference ID for this specified type in this project (e.g. type A-1), provided, if there is no classification reference to a recognized classification system used.	n/a
Pset_SanitaryTerminalTypeToiletPan		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value

Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (*ToiletPan*) conforme *productguide* (continuação)

Update	Date of update	22/11/2011
ToiletType	Enumeration that defines the types of toilet (water closet) arrangements that may be specified where:- BedPanWasher: Enclosed soil appliance in which bedpans and urinal bottles are emptied and cleansed. Chemical: Portable receptacle or soil appliance that receives and retains excrement in either I integral or a separate container, in which it is chemically treated and from which it has to be emptied periodically. CloseCoupled: Toilet suite in which a flushing cistern is connected directly to the water closet pan. LooseCoupled: Toilet arrangement in which a flushing cistern is connected to the water closet pan through a flushing pipe. SlopHopper: Hopper shaped soil appliance with a flushing rim and outlet similar to those of a toilet pan, into which human excrement is emptied for disposal.	Unset
ToiletPanType	The property enumeration Pset_ToiletPanTypeEnum defines the types of toilet pan that may be specified within the property set Pset_Toilet:- Siphonic: Toilet pan in which excrement is removed by siphonage induced by the flushing water. Squat: Toilet pan with I elongated bowl installed with its top edge at or near floor level, so that the user has to squat. WashDown: Toilet pan in which excrement is removed by the momentum of the flushing water. WashOut: A washdown toilet pan in which excrement falls first into a shallow water filled bowl.	Unset
PanMounting	The property enumeration Pset_SanitaryMountingEnum defines the forms of mounting or fixing of the sanitary terminal that may be specified within property sets used to define sanitary terminals (WCâ€™s, basins, sinks, etc.) where:- BackToWall: A pedestal mounted sanitary terminal that fits flush to the wall at the rear to cover its service connections. Pedestal: A floor mounted sanitary terminal that has I integral base. CounterTop: A sanitary terminal that is installed into a horizontal surface that is installed into a horizontal surface. Note: When applied to a wash hand basin, the term more normally used is â€™vanityâ€™. See also Wash Hand Basin Type specification. WallHung: A sanitary terminal cantilevered clear of the floor.	Unset
SpilloverLevel	The level at which water spills out of the terminal.	0
NominalDepth	Nominal or quoted depth of the object.	0.
Pset_Specification		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
Documentation	Location (Uniform Resource Information) for further product information	http://www.wbdg.org/unknown.pdf
DocumentReference	Location (Uniform Resource Information) for the source or updates to this product information	http://www.wbdg.org/unknown.ifcxml
Pset_EconomicImpactValues		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
MethodOfMeasurement	Method of measurement	unknown

Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (*ToiletPan*) conforme *productguide* (continuação)

Process	Specification of process	Replacement at service life intervals
BaseQuantities		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
GrossWeight	Weight of the element.	0.
Pset_Sustainability_US		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
PostConsumerRecoveredContent	Material content from post-consumer recycled or recovered sources	0.
TotalRecoveredContent	Total material content from recycled content, including post-consumer content and other recycled or recovered sources	0.
RenewableContent	Material content from rapidly renewable resources	0.
RenewableMaterial	Comma delimited list of rapidly renewable material type(s)	n/a
BiobasedContent	Material content from biobased resources	0.
BiobasedMaterial	Comma delimited list of Biobased material type(s)	n/a
RawMaterialLocation	Location at which raw materials are extracted, harvested, or recovered, Delimited table by (City, State)	n/a
RegionalMaterialContent	Comma delimited list of material content from each raw material location, list % by weight	0, 0
ManufactureLocation	Location at which materials are manufactured, Delimited table by (City, State)	n/a
CertifiedContent	Material certified through I approved certification program	false
CertificationType	Comma delimited list of certification program(s) that have certified the product	n/a
Emissions	Measure of pollutants and/or volatile organic compounds. Delimited table by (Emission Type, Quantity, Unit of Measure)	n/a

Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (*ToiletPan*) conforme *productguide* (continuação)

Pset_Material_Sustainability_US		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
SNAP	EPA Significant New Alternatives Policy (SNAP) Program	false
ThermalResistance	Thermal resistance of the element, hr-CuFt-F/Btu (K-Cu m/W)	0.
Pset_SanitaryTerminal_Sustainability_US		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
VolumePerUse	Volume of water consumed per use	0.
WaterSense	EPA WaterSense labeled product	false
Pset_SanitaryTerminal_TOILETPAN_US		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
OperatingPressureMaximum	Operating Pressure Maximum	0
FlushMechanism	Flush Mechanism	unset
Pset_Specification_AccessibilityPerformance		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Update	Date of update	22/11/2011
AccessibilityCompliance	Accessibility Compliance	false
Pset_Specification		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
NominalLength	Value for NominalLength	0.300.
NominalWidth	Value for NominalWidth	0.200.
NominalHeight	Value for NominalHeight	100
ModelReference	Value for ModelReference	NotDefined
Shape	Value for Shape	NotDefined
Size	Value for Size	NotDefined
Color	Value for Color	NotDefined
Finish	Value for Finish	NotDefined
Grade	Value for Grade	NotDefined
Material	Value for Material	NotDefined
Constituents	Value for Constituents	NotDefined
Features	Value for Features	NotDefined

Quadro B.1: Especificação da Bacia Sanitária (*ToiletPan*) conforme *productguide* (continuação)

AccessibilityPerformance	Value for AccessibilityPerformance	NotDefined
CodePerformance	Value for CodePerformance	NotDefined
SustainabilityPerformance	Value for SustainabilityPerformance	NotDefined
Update	Date of update	22/11/2011

Fonte: Adaptado de ProductGuide (2014).

Quadro B.2: Especificação da Caixa Acoplada (*Cistern*) conforme productguide

Definition		
Name	SanitaryTerminal_CISTERN_PlumbingFixtures_US	
Description	CISTERN: A water storage unit attached to a sanitary terminal that is fitted with a device, operated automatically or by the user, that discharges water to cleanse a water closet (toilet) pan, urinal or slop hopper. Template	
Type (IFC)	IfcSanitaryTerminalType	
Pre-defined type (IFC)	cistern	
ElementType	CISTERN: A water storage unit attached to a sanitary terminal that is fitted with a device, operated automatically or by the user, that discharges water to cleanse a water closet (toilet) pan, urinal or slop hopper.	
Identifier	1SpieHPtyp999D0EQE5999	
Tag	US Product Template Template	
Pset_PlumbingFixtures_US		
Properties for BuildingElementProxy userdefined Plumbing Fixtures		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Application	Application : Application area or rule	notdefined
ApplicationNote	Application : Application area or rule note	n/a
Sustainability	Sustainability : Sustainability	n/a
Manufacturers	Manufacturers : Manufacturers	n/a
ReferenceStandard	Reference Standard : Reference Standard	notdefined
PlumbingFixtures	Plumbing Fixtures : Plumbing Fixtures	notdefined
Pset_SanitaryTerminalTypeCommon		
Definition from IAI: Common properties for sanitary terminals.		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
Reference	Reference ID for this specified type in this project (e.g. type A-1), provided, if there is no classification reference to a recognized classification system used.	n/a

Quadro B.2: Especificação da Caixa Acoplada (Cistern) conforme productguide (continuação)

Pset_SanitaryTerminalTypeCistern		
Definition from IAI: A water storage unit attached to a sanitary terminal that is fitted with a device, operated automatically or by the user, that discharges water to cleanse a water closet (toilet) pan, urinal or slop hopper. (BS6100 330 5008)		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
CisternHeight	Enumeration that identifies the height of the cistern or, if set to None if the urinal has no cistern and is flushed using mains or high pressure water through a flushing valve.	Unset
CisternCapacity	Volumetric capacity of the cistern	0.
IsSingleFlush	Indicates whether the cistern is single flush = TRUE (i.e. the same amount of water is used for each and every flush) or dual flush = FALSE (i.e. the amount of water used for a flush may be selected by the user to be high or low depending on the waste material to be removed).	False
FlushType	The property enumeration Pset_FlushTypeEnum defines the types of flushing mechanism that may be specified for cisterns and sanitary terminals where:- Lever: Flushing is achieved by twisting a lever that causes a predetermined flow of water to be passed from a cistern to the sanitary terminal. Pull: Flushing is achieved by pulling a handle or knob vertically upwards that causes a predetermined flow of water to be passed from a cistern to the sanitary terminal. Push: Flushing is achieved by pushing a button or plate that causes a predetermined flow of water to be passed from a cistern to the sanitary terminal. Sensor: Flush is activated through an automatic sensing mechanism.	Unset
IsAutomaticFlush	Boolean value that determines if the cistern is flushed automatically either after each use or periodically (TRUE) or whether manual flushing is required (FALSE).	False
Organization	National Institute of Building Sciences	NIBS WBDG
CisternColor	Color of the object.	n/a
Pset_ManufacturerTypeInfoInformation		
Properties for ManufacturerTypeInfoInformation		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
ModelReference	The name used by the manufacturer	NotDefined
ModelLabel	The model number assigned by manufacturer.	NotDefined
Manufacturer	The organization that manufactured or assembled the item.	NotDefined
Pset_Specification		
Properties for Specification		

Quadro B.2: Especificação da Caixa Acoplada (Cistern) conforme productguide (continuação)

Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
AccessibilityPerformance	Accessibility issue(s) which the product satisfies.	NotDefined
CodePerformance	Code Compliance requirement(s) which the product satisfies	NotDefined
Color	Characteristic or primary color of product.	NotDefined
Constituents	Optional constituent features, parts or finishes.	NotDefined
Documentation	Location (Uniform Resource Information) for further product information	http://www.wbdg.org/unknown.pdf
DocumentReference	Location (Uniform Resource Information) for the source or updates to this product information	http://www.wbdg.org/unknown.ifcxml
Features	Features or other important characteristics relevant to product specification.	NotDefined
Finish	Characteristic or primary finish of product.	NotDefined
Grade	Standard grading(s) to which the product corresponds	NotDefined
NominalHeight	Nominal height of product, typically the vertical or secondary characteristic dimension.	100.
NominalLength	Nominal length of product, typically the larger or primary horizontal dimension.	300.
Material	Characteristic or primary material of product.	NotDefined
ReferenceStandard	Reference standard(s) to which the product is compliant.	NotDefined
Shape	Characteristic shape of product.	NotDefined
Size	Characteristic size of product.	NotDefined
NominalWidth	Nominal width of product, typically the characteristic or secondary horizontal or characteristic dimension.	200.
SustainabilityPerformance	Sustainability issue(s) which the product satisfies	NotDefined
Pset_EconomicImpactValues		
Properties for Economic Impact Values for production		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
MethodOfMeasurement	Method of measurement	unknown
Process	Specification of process	Replacement at service life intervals
LifeCyclePhase	Life Cycle Phase as defined in ISO 15978	replacement
Cost	Cost impact of replacement process	0.

Quadro B.2: Especificação da Caixa Acoplada (Cistern) conforme productguide (continuação)

Pset_ServiceLife		
Captures the period of time that an artifact will last along with various factors that impact the expected service life.		
Property Name (mandatory)	Property Description and Allowed Values	Property Value
ServiceLifeType	The typical service life that is quoted for an artefact under reference operating conditions.	Referenceservicelife
ServiceLifeDuration	The length or duration of a service life.	0.
BaseQuantities		
Base quantities that are common to the definition of all occurrences of sanitary terminal.		
Quantity Name (mandatory)	Description	Quantity Value
GrossWeight	Weight of the 133lemento.	0.

Fonte: Adaptado de ProductGuide (2014).

**APÊNDICE C. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DISPONIBILIZADAS
POR FABRICANTES DE COMPONENTES**

Quadro C.1: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de hidrômetro selecionados

Fabricante	Imagem	Geometria			Projeto hidráulico									Caracterização					Norma		
		Dimensões	Diâmetro Nominal	Posição de operação	Classe Metroológica	Curva de perda de carga	Início de Funcionamento	Pressão de Trabalho	Perda de carga máxima	$Q_{máx}$	Q_n	Q_t	Q_{min}	Temperatura de Trabalho	Curva de Erro	Erro máximo	Leitura Mínima	Material		Mecanismo de Funcionamento	Totalização Máxima
HIDR1	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x
HIDR2	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
HIDR3	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
HIDR4	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
HIDR5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total	5	5	5	4	5	3	4	5	4	5	5	5	5	5	4	2	4	3	5	5	5
%	100	100	100	80	100	60	80	100	80	100	100	100	100	100	80	40	80	60	100	100	100

Legenda
 $Q_{máx}$: Vazão Máxima
 Q_n : Vazão Nominal
 Q_t : Vazão de Transição
 Q_{min} : Vazão Mínima

Quadro C.2: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de chuveiro elétrico selecionados

Fabricante	Imagem	Geometria		Garantia		Projeto hidráulico/elétrico						Caracterização				Norma	
		Dimensões	Diâmetro Nominal	Prazo Garantia	Condições de Garantia	Corrente Nominal	Curva de Vazão	Disjuntor	Fiação Mínima	Potência Nominal	Pressão de trabalho	Tensão Nominal	Consumo mensal mínimo	Consumo mensal máximo	Classificação Procel de Eficiência Energética		Grau de Proteção
CH1	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x					
CH2	x	x	x	x				x	x	x	x	x				x	
CH3	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
CH4	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
CH5	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x		
Total	5	3	4	5	4	1	1	5	5	5	5	5	3	3	3	3	0
%	100	60	80	100	80	20	20	100	100	100	100	100	60	60	60	60	0

Quadro C.3: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de torneira de lavatório selecionados

Fabricante	Imagem	Geometria			Garantia		Projeto hidráulico			Caracterização		Ensaio		Norma
		Dimensões	Diâmetro Nominal	Dimensões da furação	Prazo Garantia	Condições de Garantia	Pressão de trabalho	Temperatura de Trabalho	Vazão de Projeto	Mecanismo de fechamento	Presença de Arejador	Durabilidade	Resistencia Torque de Instalação	
LAV1	x									x				
LAV2	x	x		x			x		x	x				x
LAV3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		
LAV4	x				x	x								x
LAV5	x	x	x	x	x	x				x	x			
LAV6	x	x	x		x			x		x				
LAV7	x	x	x		x		x	x		x	x		x	x
LAV8	x				x	x								
LAV9	x	x												
LAV10	x													
LAV11	x	x	x							x	x			x
LAV12	x													
LAV13	x	x	x		x	x	x			x	x			x
LAV14	x	x	x				x	x		x	x			
LAV15	x									x				
LAV16	x		x							x				
LAV17	x	x					x							
LAV18	x		x											
LAV19	x				x	x				x				
LAV20	x									x				
Total	20	10	9	3	8	6	6	4	2	13	5	1	1	5
%	100	50	45	15	40	30	30	20	10	65	25	5	5	25

Quadro C.4: Informações disponibilizadas pelos fabricantes de caixa sifonada selecionados

Fabricante	Imagem	Geometria		Proj.	Caract.	Norma
		Altura do fecho hídrico	Dimensões	Temperatura de Trabalho	Material	
CS1	x	x	x			
CS2	x		x	x	x	x
CS3	x	x	x		x	x
CS4	x	x	x	x	x	x
CS5	x		x			
CS6	x		x			
CS7	x					
CS8	x					
CS9	x		x		x	
CS10	x	x	x	x	x	x
Total	10	4	8	3	5	4
%	100	40	80	30	50	40

Quadro C.5: Informações gráficas disponibilizadas pelos fabricantes consultados

Fabricante	BIM	3D	2D	Desenho técnico
HIDR1				X
HIDR 2				X
HIDR 3				X
HIDR 4				X
HIDR 5				X
CH1				
CH2				
CH3				
CH4				
CH5				
LAV1				
LAV2	X			X
LAV3	X		X	X
LAV4				
LAV5		X		X
LAV6				X
LAV7				X
LAV8				
LAV9				X
LAV10				
LAV11				X
LAV12				
LAV13				X
LAV14				X
LAV15				
LAV16				
LAV17				X
LAV18				
LAV19				
LAV20				
CS1			X	
CS2				
CS3				X
CS4				X
CS5				
CS6				
CS7				
CS8				
CS9				X
CS10	X		X	X
Total	4	5	9	37
%	8	10	17	71

**APÊNDICE D. REQUISITOS DE DESEMPENHO DAS NORMAS
TÉCNICAS BRASILEIRAS**

Quadro D.1: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de hidrômetro

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
7.2.2	Pressão estática máxima	Pressão de trabalho máxima admissível, PMA	MPa (NBR 16043-1)
9.3.2	Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários	Resistência da cúpula ao impacto	(NBR 15538)
		Resistência da cúpula à compressão	≥50kg (NBR 15538)
		Resistência à torção	≥20N.m (NBR 15538)
10.1.1	Estanqueidade à água do sistema de água	Pressão de trabalho máxima admissível, PMA	MPa (NBR 16043-1)
		Classe de pressão	(NBR 16043-1)
12	Desempenho Acústico	Nível de pressão sonora de referência do funcionamento	Querido (1993)
14.1.1	Demonstrar atendimento à ABNT NBR 15575-1/2013 Tab. 7 – Vida útil de projeto (VUP) mínima de 20 anos.	Vida útil de projeto	≥20 anos (NBR 15575-1)
		Situação de uso	doméstico, comercial, etc. (NBR 15575-1)
		Prazo Garantia	(NBR 15575-1)
		Prazo de substituição	(NBR 15575-1)
		Periodicidade de manutenção	(NBR 15575-1)
14.2.2	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias	Manual de uso	(NBR 15575-6)
16.1.1	Dimensionamento da instalação de água fria e quente	Vazão permanente, Q3	m³/h (NBR 16043-1)
		Q3/Q1	(NBR 16043-1)
		Q2/Q1	(NBR 16043-1)
		Classe de perda de pressão	(NBR 16043-1)
		Diâmetro Nominal, DN	mm (NBR 16043-1)
17.2	Adaptação ergonômica dos equipamentos	Largura, L	mm (NBR 16043-1)
		Altura, A	mm (NBR 16043-1)
		Comprimento, C	mm (NBR 16043-1)
		Posição de operação	V, H (NBR 16043-1)

Quadro D.1: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de hidrômetro (continuação)

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
Normas específicas		Índice de desempenho da medição, IDM	% (NBR 15538)
		Condições nominais de operação, CNO	(NBR 16043-1)
		Condições-limite, CL	(NBR 16043-1)
		Classe de temperatura	(NBR 16043-1)
		Classe de sensibilidade a irregularidades	(NBR 16043-1)
		Tipo do medidor	Vazão ou volume (NBR 16043-1)
		Material	(NBR 16043-1)
		Fabricante	(NBR 16043-1)
		Nível de segurança ambiental, climática e mecânica	(NBR 16043-1)
		Classe de CEM	(NBR 16043-1)
		Tipo de dispositivo indicador	analógico, digital (NBR 16043-1)

Fonte: A autora

Quadro D.2: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de chuveiro elétrico

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
9.1.2	Corrente de fuga em equipamentos	Corrente de fuga	mA (NBR 12090)
9.3.2	Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários	Resistência Mecânica ao Torque de instalação	$\geq 12\text{N.m}$ (NBR 15206)
		Resistência Mecânica à tração vertical	$\geq 30\text{N}$ (NBR 15206)
9.4.1	Temperatura de aquecimento	Temperatura máxima	50°C (NBR 15575-6)
10.1.2	Estanqueidade à água de peças de utilização	Pressão máxima da água	400kPa (NBR 5626)
12	Desempenho Acústico	Nível de pressão sonora de referência do funcionamento da resistência	Querido (1993)
		Nível de pressão sonora de referência do choque da água com o piso	Querido (1993)
14.1.1	Demonstrar atendimento à ABNT NBR 15575-1/2013 Tab. 7 – Vida útil de projeto (VUP) mínima de 20 anos.	Vida útil de projeto	≥ 20 anos (NBR 15575-1)
		Situação de uso	doméstico, comercial, etc. (NBR 15575-1)
		Prazo Garantia	(NBR 15575-1)
		Prazo de substituição	(NBR 15575-1)
		Periodicidade de manutenção	(NBR 15575-1)
14.2.2	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias	Manual de uso	(NBR 15575-6)
16.1.1	Dimensionamento da instalação de água fria e quente	Pressão mínima	$\geq 10\text{kPa}$ (NBR5626)
		Pressão máxima	$\leq 400\text{kPa}$ (NBR5626)
		Vazão de projeto	0,15L/s (NBR5626)
16.2.1	Dimensionamento das instalações de esgoto	Número de unidades de Hunter de contribuição	2UHC (NBR8160)
		Vazão Unitária	0,20L/s (NBR8160)
18.1.2	Fluxo de água em peças de utilização	Vazão de projeto	0,10L/s (NBR5626)
		Possui limitador de vazão	S/N (NBR 12483)

Quadro D.2: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de chuveiro elétrico (continuação)

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
Normas específicas		Tensão elétrica nominal	V (NBR 12483)
		Potência elétrica nominal	W (NBR 12483)
		Corrente nominal do dispositivo de proteção	A (NBR 12483)
		Elemento resistivo	blindado/nu (NBR 12483)
		Material	(NBR 12483)
		Fabricante	(NBR 12483)
		Fiação mínima exigida	mm ² (NBR 12483)
		Consumo mensal mínimo para uma pessoa	kWh (NBR 12483)
		Consumo mensal máximo para uma pessoa	kWh (NBR 12483)
		Acabamento	(NBR 15206)
		Peso relativo	(NBR 5626)

Fonte: A autora

Quadro D.3: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de torneira de lavatório

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
9.3.2	Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários	Resistência Mecânica Torque de instalação	≥ 12 N.m (NBR 10281/03)
		Resistência Mecânica Torque de uso	6N.m (NBR 10281/03)
10.1.2	Estanqueidade à água de peças de utilização	Pressão Máxima	400kPa (NBR 10281)
12	Desempenho Acústico	Nível de pressão sonora de referência do aparelho hidráulico	Querido (1993)
		Nível de pressão sonora de referência do impacto do jato com a louça	Querido (1993)
14.1.1	Demonstrar atendimento à ABNT NBR 15575-1/2013 Tab. 7 – Vida útil de projeto (VUP) mínima de 20 anos.	Vida útil de projeto	≥ 20 anos (NBR 15575-1)
		Situação de uso	doméstico, comercial, etc. (NBR 15575-1)
		Prazo Garantia	(NBR 15575-1)
		Prazo de substituição	(NBR 15575-1)
		Periodicidade de manutenção	(NBR 15575-1)
		Resistência ao uso	≥ 3000 ciclos
14.2.2	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias	Manual de uso	(NBR 15575-6)
16.1.1	Dimensionamento da instalação de água fria e quente	Pressão mínima	≥ 10 kPa (NBR5626)
		Pressão máxima	≤ 400 kPa (NBR5626)
		Vazão de projeto	0,15L/s (NBR5626)
16.2.1	Dimensionamento das instalações de esgoto	Número de unidades de Hunter de contribuição	1UHC (NBR 8160)
		Vazão Unitária	0,15L/s (NBR 8160)
18.1.2	Fluxo de água em peças de utilização	Vazão de projeto	0,15L/s (NBR 5626)
		Possui arejador	S/N (NBR 10281)

Quadro D.3: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de torneira de lavatório (continuação)

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
Normas específicas		Material	(NBR 10281)
		Revestimento	(NBR 10281)
		Fabricante	(NBR 10281)
		Diâmetro Nominal, DN	mm (NBR 10281)
		Fator de dispersão FD	≤5% (NBR 10281)
		Comprimento da torneira	≥80mm (NBR 10281)
		Distância vertical entre a saída de água e o plano da louça/bancada	≥20mm (NBR 10281)
		Circunferência do volante	≥40mm (NBR 10281)
		Torque de acionamento	≤1N.m (NBR 10281)
			Peso relativo

Fonte: A autora

Quadro D.4: Requisitos de desempenho e informações necessárias para avaliação do desempenho de caixa sifonada

Item da NBR 15575-6	Requisito	Informação necessária	Valores de referência, unidades e fonte
8.3.1	Evitar propagação de chamas entre pavimentos	Material	(NBR 15575-6)
14.1.1	Demonstrar atendimento à ABNT NBR 15575-1/2013 Tab. 7 – Vida útil de projeto (VUP) mínima de 20 anos.	Vida útil de projeto	≥20 anos (NBR 15575-1)
		Situação de uso	doméstico, comercial, etc. (NBR 15575-1)
		Prazo Garantia	(NBR 15575-1)
		Prazo de substituição	(NBR 15575-1)
		Periodicidade de manutenção	(NBR 15575-1)
14.2.2	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias	Manual de uso	(NBR 15575-6)
15.5.1	Estanqueidade aos gases	Altura do fecho hídrico inicial	≥50mm (NBR 8160)
		Coeficiente de evaporação do desconector	mm.m ² /n. semana (NBR 8160)
		Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	(NBR 8160)
16.2.1	Dimensionamento das instalações de esgoto	Diâmetro de entrada	mm (NBR 8160)
		Diâmetro de saída	mm (NBR 8160)
		Diâmetro da caixa	mm (NBR 8160)
		Profundidade da caixa	mm (NBR 8160)
		Capacidade	UHC (NBR 8160)
Normas específicas		Temperatura de amolecimento	≥79°C (NBR 5688)
		Acabamento	(NBR 5688)
		Fabricante	(NBR 5688)
		Material	(NBR 5688)

Fonte: A autora

APÊNDICE E. SURVEY PARA VALIDAÇÃO DOS DADOS E RESULTADOS

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

* 1. Qual seu papel no ciclo de vida do edifício?

- Proprietário
 Desenvolvo Projeto Arquitetônico
 Desenvolvo Projeto de Instalações Prediais
 Coordeno equipe de projetos
 Sou construtor
 Sou instalador
 Sou responsável pela manutenção
 Outro (especifique)

* 2. Para a escolha e especificação de componentes dos sistemas prediais hidráulicos sanitários, são necessários diversas informações técnicas.

Abaixo são apresentadas algumas fontes de informações técnicas, classifique-as conforme sua utilização e satisfação com a qualidade dos dados fornecidos.

	Tem todas as informações que preciso	Tem algumas das informações que preciso	Não tem as informações que preciso	Não conheço
Catálogos Impressos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Catálogos eletrônicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Site do fabricante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biblioteca BIM do fabricante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Outro (especifique)

* 3. Em 2013 foi publicada a ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho, indicando desempenhos mínimos para os diversos sistemas do edifício.

Com relação a essa norma:

- Não conheço.
- Já ouvi falar, mas nunca li.
- Conheço alguns trechos.
- Conheço a norma toda.

Próx.

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

Para escolher o componente com desempenho mais adequado a cada situação de projeto, são necessárias muitas informações.

Na sequência são apresentadas informações técnicas relativas a 5 componentes dos sistemas prediais hidráulicos sanitários:

- Hidrômetro,
- Bacia Sanitária com Caixa Acoplada,
- Chuveiro Elétrico,
- Torneira de Lavatório, e
- Caixa Sifonada.

Classifique essas informações conforme a utilização no seu dia-a-dia.

Anter.

Próx.

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

* 4. Hidrômetro:

	Esse dado é importante e utilizo sempre	Esse dado é importante, mas nem sempre tenho acesso	Esse dado não é importante	Não sei
Pressão de trabalho máxima admissível - PMA - Pressão máxima que um medidor pode suportar permanentemente a uma determinada pressão interna, sem deterioração de seu desempenho metrológico.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência da cúpula ao impacto conforme ensaio proposto na ABNT NBR 15538 item 5.4.1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência da cúpula à compressão conforme ensaio proposto na ABNT NBR 15538 item 5.4.2.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência do hidrômetro à torção conforme ensaio proposto na ABNT NBR 15538 item 5.5.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência do funcionamento - ruído gerado pelo equipamento em funcionamento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida útil de Projeto - Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Situação de uso - Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extra-pesado).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo Garantia - Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo de substituição - Prazo em que deve acontecer substituição do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Periodicidade de manutenção - Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipamento é acompanhado de manual de uso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erro Máximo admissível, EMA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vazão permanente, Q3 - A maior vazão dentro das condições nominais de operação, em que o erro do medidor é inferior ao Erro Máximo admissível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q3/Q1 - Vazão permanente Q3 / Vazão mínima Q1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q2/Q1 - Vazão de transição Q2 / Vazão mínima Q1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classe de perda de pressão - Indica a perda de pressão máxima do sistema do medidor com seus acessórios (filtros, conexões, etc).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diâmetro Nominal, DN - designação do tamanho dos componentes de um sistema, usada para fins de referência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Largura, L - largura do cuboide dentro do qual o medidor pode ser instalado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altura, A - altura do cuboide dentro do qual o medidor pode ser instalado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comprimento, C - comprimento do cuboide dentro do qual o medidor pode ser instalado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Posição de operação - Vertical, Horizontal ou ambos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Índice de desempenho da medição, IDM - Valor numérico percentual que corresponde ao desempenho do medidor sob condições de ensaio, conforme NBR 15538.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condições nominais de operação, CNO - Condições de uso para os fatores de influência, para que os erros estejam dentro do erro máximo admissível EMA.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condições-limite, CL - Condições extremas superior e inferior de temperatura, vazão, pressão, umidade e interferência eletromagnética que o medidor deve suportar sem danos e sem extrapolar o erro de indicação, quando operando nas CNO.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classe de temperatura - Classificação conforme temperatura de entrada da água no medidor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classe de pressão - Classificação conforme pressão da água a montante do medidor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classe de sensibilidade a irregularidades - Classificação conforme capacidade de suportar perturbações no escoamento, conforme NBR 16043-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo do medidor - Vazão ou volume	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material do corpo do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de segurança ambiental, climática e mecânica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classe CEM do contador, conforme NBR 16043-1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo de dispositivo indicador Indicador - analógico, digital ou Analógico+digital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Além das informações apresentadas, quais você considera importante para a escolha do modelo de Hidrômetro?

Anter.

Próx.

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

* 6. Chuveiro Elétrico:

	Esse dado é importante	Esse dado é importante, mas nem sempre tenho acesso	Esse dado não é importante	Não sei
Resistência Mecânica ao Torque de instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência Mecânica à tração vertical aplicada na linha central do componente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Corrente de fuga - Corrente passível de circular pelo corpo do usuário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pressão mínima - Pressão mínima necessária para garantir a vazão de projeto e funcionamento do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pressão máxima suportada pelo componente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência (ruído) do funcionamento da resistência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência (ruído) do choque da água com o piso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida útil de Projeto - Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Situação de uso - Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extra-pesado).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo Garantia - Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo de substituição - Prazo em que deve acontecer substituição do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Periodicidade de manutenção - Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipamento é acompanhado de Manual de uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vazão de projeto - Vazão de referência para dimensionamento das instalações de água fria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Número de unidades de Hunter de contribuição - Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vazão Unitária - Vazão de projeto para a descarga na rede de esgoto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existência de limitador de vazão.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tensão elétrica nominal do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potência elétrica nominal - Potência atribuída ao chuveiro na condição de maior dissipação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Corrente nominal do dispositivo de proteção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elemento resistivo - Conjunto de elementos destinados a gerar calor com a passagem da corrente elétrica e transferi-lo para a água - blindado ou nu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material do corpo do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fiação mínima exigida na alimentação do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diâmetro Nominal, DN - designação do tamanho dos componentes de um sistema, usada para fins de referência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo mensal (kWh) mínimo de energia elétrica para uma pessoa, elevando a temperatura em 10oC, com vazão não inferior a 3L/min, durante 8min.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo mensal (kWh) máximo de energia elétrica para uma pessoa, elevando a determinada temperatura, com vazão de 3L/min, durante 8min.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Além das informações apresentadas, quais você considera importante para a escolha do modelo de Chuveiro?

Anter.

Próx.

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

* 7. Torneira de Lavatório:

	Esse dado é importante	Esse dado é importante, mas nem sempre tenho acesso	Esse dado não é importante	Não sei
Resistência Mecânica ao Torque de instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência Mecânica ao Torque de uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pressão mínima - Pressão mínima necessária para garantir a vazão de projeto no componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pressão máxima suportada pelo registro da torneira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência do aparelho hidráulico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de pressão sonora de referência do impacto do jato com a louça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida útil de Projeto - Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Situação de uso - Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extra-pesado).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo Garantia - Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo de substituição - Prazo em que deve acontecer substituição do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Periodicidade de manutenção - Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistência ao uso - Número de acionamentos em que é garantido o perfeito funcionamento do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipamento é acompanhado de Manual de uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vazão de projeto - Vazão de referência para dimensionamento das instalações de água fria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Número de unidades de Hunter de contribuição - Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vazão Unitária - Vazão de projeto para a descarga na rede de esgoto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Distância da torneira - Distância entre a saída e a entrada de água (para torneiras de bancada)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altura da bica - Distância vertical entre a saída de água e o plano da louça/bancada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Circunferência do volante - Diâmetro da circunferência que circunscreve a projeção do manípulo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Torque de acionamento - Torque necessário para abrir ou fechar o dispositivo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existência de arejador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material do corpo do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo de revestimento/acabamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diâmetro Nominal, DN - designação do tamanho dos componentes de um sistema, usada para fins de referência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fator de dispersão, FD - Indica a dispersão do jato, conforme NBR 10281.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Além das informações apresentadas, quais você considera importante para a escolha do modelo de Torneira de Lavatório?

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

* 8. Caixa Sifonada:

	Esse dado é importante	Esse dado é importante, mas nem sempre tenho acesso	Esse dado não é importante	Não sei
Vida útil de Projeto - Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Situação de uso - Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extra-pesado).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo Garantia - Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prazo de substituição - Prazo em que deve acontecer substituição do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Periodicidade de manutenção - Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipamento é acompanhado de Manual de uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altura do fecho hidráulico inicial - Altura útil da camada líquida de nível constante que veda a passagem dos gases.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coefficiente de evaporação do desconector	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diâmetro nominal do orifício de entrada do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diâmetro nominal do orifício de saída do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diâmetro nominal da caixa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Profundidade nominal da caixa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidade - Vazão comportada pelo equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temperatura de amolecimento - Temperatura suportada pelo componente sem comprometimento das propriedades físicas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Acabamento

Material do corpo do equipamento

Além das informações apresentadas, quais você considera importante para a escolha do modelo de Caixa Sifonada?

Anter.

Próx.

Avaliação de informações técnicas de componentes dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

Fim!

Sua participação foi muito importante para darmos continuidade à pesquisa.

Obrigada!

Anter.

Concluído

**APÊNDICE F. INFORMAÇÕES TÉCNICAS NECESSÁRIAS PARA
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS COMPONENTES**

Quadro F.1: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de hidrômetro

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Altura	H, altura do cuboide dentro do qual o medidor pode ser instalado	mm	NBR 16043-1
Classe de CEM	Classe de CEM	-	NBR 16043-1
Classe de perda de pressão	Indica a perda de pressão máxima do sistema do medidor com seus acessórios (filtros, conexões, etc.)	MPa	NBR 16043-1
Classe de pressão	Classificação conforme pressão da água a montante do medidor	-	NBR 16043-1
Classe de sensibilidade a irregularidades	Classificação conforme capacidade de suportar perturbações no escoamento	-	NBR 16043-1
Classe de temperatura	Classificação conforme temperatura de entrada da água no medidor	-	NBR 16043-1
Comprimento	L, comprimento do cuboide dentro do qual o medidor pode ser instalado	mm	NBR 16043-1
Condições nominais de operação	CNO, Condições de uso para os fatores de influência, para que os erros estejam dentro do erro máximo admissível EMA	-	NBR 16043-1
Condições-limite	CL, Condições extremas superior e inferior de temperatura, vazão, pressão, umidade e interferência eletromagnética que o medidor deve suportar sem danos e sem extrapolar o erro de indicação, quando operando nas CNO	-	NBR 16043-1
Diâmetro nominal	Diâmetro nominal, designação do tamanho dos componentes de um sistema, usada para fins de referência	mm	NBR 16043-1
Erro máximo admissível	EMA, erro admissível na medição de água	%	NBR 15538
Fabricante	Nome do fabricante do componente	-	NBR 16043-1
Índice de desempenho da medição	IDM, Valor numérico percentual que corresponde ao desempenho do medidor sob condições de ensaio	%	NBR 15538
Largura	W, largura do cuboide dentro do qual o medidor pode ser instalado	mm	NBR 16043-1
Manual de uso	Link para o manual de uso e operação do componente	-	NBR 15575-6
Material	Material do corpo do componente	-	NBR 16043-1
Modelo	Modelo do componente	-	NBR 16043-1
Nível de pressão sonora de referência do funcionamento	Ruído gerado durante funcionamento do componente à pressão de referência	dBA	NBR 15575-6
Nível de segurança ambiental climática e mecânica	Nível de segurança ambiental climática e mecânica	-	NBR 16043-1
Periodicidade de manutenção	Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente	meses	NBR 15575-1
Posição de operação	Posição de operação: V-Vertical, H-Horizontal	-	NBR 16043-1

Quadro F.1: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de hidrômetro (continuação)

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Prazo de substituição	Prazo em que deve acontecer substituição do componente	meses	NBR 15575-1
Prazo garantia	Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis	meses	NBR 15575-1
Pressão de referência	Pressão de ensaio do componente	kPa	NBR 15575-6
Pressão máxima	Pressão de trabalho máxima admissível – PMA, Pressão máxima que um medidor pode suportar permanentemente a uma determinada pressão interna, sem deterioração de seu desempenho metrológico	kPa	NBR 16043-1
Q2/Q1	Vazão de transição Q2 / Vazão mínima Q1	-	NBR 16043-1
Q3/Q1	Vazão permanente Q3 / Vazão mínima Q1	-	NBR 16043-1
Resistência a compressão	Resistência da cúpula à compressão conforme ensaio proposto na ABNT NBR 15538 item 5.4.2	S/N	NBR 15538
Resistência a torção	Resistência do hidrômetro à torção conforme ensaio proposto na ABNT NBR 15538 item 5.5	N.m	NBR 15538
Resistência ao impacto	Resistência da cúpula ao impacto conforme ensaio proposto na ABNT NBR 15538 item 5.4.1	S/N	NBR 15538
Situação de uso	Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extrapesado)	-	NBR 15575-1
Tipo de dispositivo indicador	Indicador Tipo 1: analógico, Tipo2 : digital, Tipo 3: Analógico+digital	-	NBR 16043-1
Tipo do medidor	Medidor tipo Vazão ou volume	-	NBR 16043-1
Vazão de referência	Vazão de ensaio do componente	m³/h	NBR 15575-6
Vazão de transição	Q2	m³/h	NBR 16043-1
Vazão mínima	Q1, a menor vazão dentro das CNO em que o erro do medidor é inferior ao EMA	m³/h	NBR 16043-1
Vazão permanente	Q3, a maior vazão dentro das CNO em que o erro do medidor é inferior ao EMA	m³/h	NBR 16043-1
Vida útil de projeto	Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada	meses	NBR 15575-1

Fonte: A autora

Quadro F.2: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de chuveiro elétrico

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Acabamento	Tipo de revestimento/acabamento	-	NBR 15206
Compatibilidade com DR	Compatibilidade com dispositivo de proteção contra corrente residual, também conhecido por dispositivo DR	S/N	NBR 5410
Corrente de fuga	Corrente passível de circular pelo corpo do usuário	mA	NBR 12090
Diâmetro nominal	DN, designação do tamanho dos componentes de um sistema, usada para fins de referência	mm	NBR 15206
Elemento resistivo	Conjunto de elementos destinados a gerar calor com a passagem da corrente elétrica e transferi-lo para a água	-	NBR 12483
Fabricante	Nome do fabricante do componente	-	NBR 15206
Manual de uso	Link para o manual de uso e operação do componente	-	NBR 15575-6
Material	Material do corpo do componente	-	NBR 15206
Modelo	Modelo do componente	-	NBR 15206
Nível de pressão sonora de referência do choque da água com o piso	Ruído gerado durante choque da água com o piso	dBA	NBR 15575-6
Nível de pressão sonora de referência do funcionamento da resistência	Ruído gerado durante funcionamento da resistência	dBA	NBR 15575-6
Número de unidades de Hunter de contribuição	Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual do componente	UHC	NBR 8160
Periodicidade de manutenção	Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente	meses	NBR 15575-1
Peso relativo	Valor empírico em função da vazão de projeto	-	NBR 5626
Possui limitador de vazão	Possui dispositivo acoplado à entrada destinado a limitar a vazão	S/N	NBR 12483
Potência elétrica nominal	Potência atribuída ao chuveiro na condição de maior dissipação	W	NBR 12483
Prazo de substituição	Prazo em que deve acontecer substituição do componente	meses	NBR 15575-1
Prazo garantia	Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis	meses	NBR 15575-1
Pressão de referência	Pressão de ensaio do componente	kPa	NBR 15575-6
Pressão máxima	Pressão máxima suportada pelo componente	kPa	NBR 5626
Pressão mínima	Pressão mínima necessária para garantir a vazão de projeto no componente	kPa	NBR 5626
Resistência mecânica torque de instalação	Resistência mecânica torque de instalação	N.m	NBR 15206
Resistência mecânica tração vertical	Resistência Mecânica à tração vertical aplicada na linha central do componente	N	NBR 15206

Quadro F.2: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de chuveiro elétrico (continuação)

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Situação de uso	Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extrapesado)	-	NBR 15575-1
Temperatura máxima	Temperatura máxima admissível	°C	NBR 15575-6, NBR 5206
Tensão elétrica nominal	Tensão do componente	V	NBR 12483
Vazão de projeto	Vazão de referência para dimensionamento das instalações de água fria	L/s	NBR 5626
Vazão de referência	Vazão de ensaio do componente	L/s	NBR 15575-6
Vazão unitária	Vazão de projeto para a descarga na rede de esgoto	L/s	NBR 8160
Vida útil de projeto	Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada	meses	NBR 15575-1

Fonte: A autora

Quadro F.3: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de torneira de lavatório

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Acabamento	Tipo de revestimento/acabamento	-	NBR 10281
Circunferência do volante	Diâmetro da circunferência que circunscreve a projeção do manípulo	mm	NBR 10281
Comprimento da torneira	C, Distância entre o ponto de entrada e saída de água	mm	NBR 10281
Diâmetro nominal	DN, designação do tamanho dos componentes de um sistema, usada para fins de referência	mm	NBR 10281
Distância vertical entre saída e bancada	H, Distância entre a saída de água e o plano da bancada	mm	NBR 10281
Fabricante	Nome do fabricante do componente	-	NBR 10281
Fator de dispersão	FD, Indica a dispersão do jato	%	NBR 10281
Manual de uso	Link para o manual de uso e operação do componente	-	NBR 15575-6
Material	Material do corpo do componente	-	NBR 10281
Modelo	Modelo do componente	-	NBR 10281
Nível de pressão sonora de referência do aparelho hidráulico	Ruído gerado durante funcionamento do aparelho	dBA	NBR 15575-6
Nível de pressão sonora de referência do impacto do jato com a louça	Ruído gerado durante impacto do jato com a louça	dBA	NBR 15575-6
Número de unidades de Hunter de contribuição	Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual do componente	UHC	NBR 8160
Periodicidade de manutenção	Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva do componente	meses	NBR 15575-1
Possui arejador	Possui dispositivo regulador de fluxo na extremidade da bica, incorporando ar à água	S/N	NBR 10281
Prazo de substituição	Prazo em que deve acontecer substituição do componente	meses	NBR 15575-1
Prazo garantia	Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis	meses	NBR 15575-1
Pressão de referência	Pressão de ensaio do componente	kPa	NBR 15575-6
Pressão máxima	Pressão máxima suportada pelo registro da torneira	kPa	NBR 10281
Pressão mínima	Pressão mínima necessária para garantir a vazão de projeto no componente	kPa	NBR 5626
Resistência ao uso	Número de acionamentos em que é garantido o perfeito funcionamento do componente	ciclos	NBR 10281
Resistência mecânica torque de instalação	Resistência mecânica torque de instalação	N.m	NBR 10281
Resistência mecânica torque de uso	Resistência mecânica torque de uso	N.m	NBR 10281
Situação de uso	Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extrapesado)	-	NBR 15575-1

Quadro F.3: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de torneira de lavatório (continuação)

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma de Referência
Torque de acionamento	Torque necessário para abrir ou fechar o dispositivo	N.m	NBR 10281
Vazão de projeto	Vazão de referência para dimensionamento das instalações de água fria	L/s	NBR 5626
Vazão de referência	Vazão de ensaio do componente	L/s	NBR 15575-6
Vazão unitária	Vazão de projeto para a descarga na rede de esgoto	L/s	NBR 8160
Vida útil de projeto	Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada	meses	NBR 15575-1

Fonte: A autora

Quadro F.4: Lista final de informações para a avaliação do desempenho de caixa sifonada

Informação necessária	Descrição	Unidade	Norma Ref.
Acabamento	Tipo de revestimento/acabamento	-	NBR 5688
Altura do fecho hídrico inicial	Altura útil da camada de nível constante que veda a passagem dos gases	mm	NBR 8160
Capacidade	Vazão comportada pelo componente	UHC	NBR 8160
Coefficiente de evaporação do desconector	Quantifica a evaporação no sifão	mm.m ² /n. semana	NBR 8160
Diâmetro da caixa	Diâmetro nominal do componente	mm	NBR 8160
Diâmetro de entrada	Diâmetro nominal do orifício de entrada do componente	mm	NBR 8160
Diâmetro de saída	Diâmetro nominal do orifício de saída do componente	mm	NBR 8160
Fabricante	Nome do fabricante do componente	-	NBR 5688
Manual de uso	Link para o manual de uso e operação do componente	-	NBR 15575-6
Material	Material do corpo do componente	-	NBR 15575-6
Modelo	Modelo do componente	-	NBR 5688
Nível de pressão sonora de referência do gotejamento	Ruído gerado durante gotejamento no interior da caixa sifonada	dBA	NBR 15575-6
Periodicidade de manutenção	Período em que deve acontecer vistoria e manutenção preventiva ou corretiva	meses	NBR 15575-1
Prazo de substituição	Prazo em que deve acontecer substituição do componente	meses	NBR 15575-1
Prazo garantia	Período de tempo que o consumidor pode reclamar de defeitos verificados na compra de produtos duráveis	meses	NBR 15575-1
Pressão de referência	Pressão de ensaio do componente	kPa	NBR 15575-6
Profundidade da caixa	Profundidade nominal do componente	mm	NBR 8160
Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	Adimensional que indica a relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída do desconector	-	NBR 8160
Situação de uso	Situação de uso típico para o qual o componente apresentará a vida útil de projeto (residencial, comercial, pesado, extrapesado).	-	NBR 15575-1
Temperatura de amolecimento	Temperatura suportada pelo componente sem comprometimento das propriedades físicas	°C	NBR 5688
Vazão de referência	Vazão de ensaio do componente	L/s	NBR 15575-6
Vida útil de projeto	Período estimado de tempo em que o componente deve atender às necessidades do usuário, em situação de uso típico e com a manutenção recomendada	meses	NBR 15575-1

Fonte: A autora

APÊNDICE G. ATRIBUTOS CONTIDOS NOS COMPONENTES BIM EXISTENTES

Quadro G.1: Atributos contidos nos componentes BIM de hidrômetro consultados

Fonte	Material	Acabamento	Perda de Carga	Vazão Nominal	Vazão Máxima	Diâmetro nominal
Autodesk*	X		X	X	X	X
MEP Content*						X
Revit City						X

* - Componentes Genéricos

Quadro G.2: Atributos contidos nos componentes BIM de chuveiro elétrico consultados

Fonte	Material	Acabamento	Clipe Youtube	Normas/Certificação	Desempenho Ambiental	Garantia	Custo de Substituição	Vida útil	Diâmetro nominal Água	Peso	Posição do ponto de água	Formato do espalhador	Vazão de água	Pressão
Arcat		X			X	X			X	X	X			
Autodesk Seek		X							X		X		X	
Autodesk Seek	X								X	X	X			
BIM Object*											X			
BIM Object	X	X	X						X			X		
BIM Store*	X				X	X	X	X	X		X		X	X
CadForum														
Contier*	X													
Deca	X			X					X	X	X		X	X
Modlar	X										X		X	
My Box Free	X			X					X	X	X		X	X
NBLibrary	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ofcdesk*	X	X												
ofcdesk	X								X		X	X	X	
RevitCity*											X			
RevitCity*														
SmartBIM	X	X			X	X			X	X	X		X	

* - Componentes Genéricos

Quadro G.3: Atributos contidos nos componentes BIM de torneira de lavatório consultados

Fonte	Material	Acabamento	Normas/Certificação	Desempenho Ambiental	% de material reciclado	Desempenho Acessibilidade	Garantia	Custo de Substituição	Vida útil	Mecanismo de fechamento	Diâmetro nominal Água	Peso	Vazão de água	Pressão	Pressão de referência	Temperatura máxima
Arcat		X		X							X	X				
Autodesk Seek		X									X					
Bim Store	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		
Cad Forum*											X					
Deca	X		X									X	X	X		
Modlar	X									X	X		X			
My box free	X		X								X	X		X		
NBLibrary	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X
Ofcdesk	X	X	X								X		X			
Ofcdesk*																

* - Componentes Genéricos

Quadro G.4: Atributos contidos nos componentes BIM de caixa sifonada consultados

Fonte	Material Base	Material Grelha	Acabamento	Normas/Certificação	Garantia	Custo de Substituição	Diâmetro Abertura	Diâmetro saída	Diâmetro Entradas	Altura	UHC	Peso	Capacidade de vazão
Arcat	X	X					X						
Autodesk Seek	X						X	X		X			
Autodesk Seek*	X						X	X		X			
BimObject	X			X			X	X		X		X	X
BimStore	X				X	X		X					
CADForum								X					
GetBIM	X			X			X	X		X			X
Modlar	X	X					X	X		X			X
RevitCity	X	X						X					
Tigre				X			X	X	X	X	X		

* - Componentes Genéricos

**APÊNDICE H. ATRIBUTOS PROPOSTOS PARA OS
COMPONENTES BIM**

Quadro H.1: Atributos propostos para o componente BIM de hidrômetro

Grupo	Nome do parâmetro	Tipo	Unidade
Cotas	Altura ²	Linear	mm
	Comprimento ²	Linear	mm
	Diâmetro nominal	Tamanho do tubo	mm
	Largura ²	Linear	mm
Dados de identidade	Código	Texto	-
	Custo ¹	Moeda	\$
	Descrição ¹	Texto	-
	Fabricante ¹	Texto	-
	Modelo ¹	Texto	-
	Manual de uso	URL	-
Estrutural	Resistência a torção	Momento	N.m
Geral	Classe de CEM	Texto	-
	Classe de perda de pressão	Texto	-
	Classe de pressão	Texto	-
	Classe de sensibilidade	Texto	-
	Classe de temperatura	Texto	-
	Condições de operação	Texto	-
	Condições-limite	Texto	-
	Cronograma de manutenção ² (meses)	Número	meses
	Erro Máximo admissível	Fator	%
	Grau ²	Texto	-
	Índice de desempenho da medição	Fator	%
	Nível de segurança ambiental climática e mecânica	Texto	-
	Período de garantia ² (meses)	Número	meses
	Prazo de substituição (meses)	Número	meses
	Preço manutenção	Moeda	\$
	Preço substituição	Moeda	\$
	Tempo de vida estimado ² (meses)	Número	meses
	Termos de garantia do fabricante ²	Texto	-
Tipo de equipamento ²	Texto	-	
Tipo de mostrador ²	Texto	-	
Hidráulica	Posição de operação	Texto	-
	Pressão máxima	Pressão	kPa
	Q2/Q1	Número	-
	Q3/Q1	Número	-
	Vazão de transição	Fluxo	m ³ /s
	Vazão mínima	Fluxo	m ³ /s
	Vazão permanente	Fluxo	m ³ /s
Materiais e acabamentos	Acabamento ²	Texto	-
	Material	Material	-
Resultados da análise	Nível de pressão sonora do funcionamento (dBA)	Número	-
	Normas	Texto	-
	Pressão de referência	Pressão	kPa
	Resistência ao impacto ²	Lógico	S/N
	Resistência compressiva ²	Lógico	S/N
	Vazão de referência	Fluxo	m ³ /s

¹ - Propriedades definidas no *template*, ² - Propriedades definidas na NBR 15965

Quadro H.2: : Atributos propostos para o componente BIM de chuveiro elétrico

Grupo	Nome do Parâmetro	Tipo	Unidade
Cotas	Altura de instalação	Linear	mm
	Diâmetro do espalhador	Linear	mm
	Diâmetro nominal	Tamanho do tubo	mm
Dados de identidade	Código	Texto	-
	Custo ¹	Moeda	\$
	Descrição ¹	Texto	-
	Fabricante ¹	Texto	-
	Modelo ¹	Texto	-
	Manual de uso	URL	-
Elétrico	Compatível com dispositivo residual (DR)	S/N	-
	Corrente de fuga	Corrente	mA
	Tensão elétrica ²	Potencial Elétrico	V
Elétrico-cargas	Potência elétrica	Potência	W
Estrutural	Resistência à tração vertical	Força	N
	Resistência ao Torque de instalação	Momento	N.m
Geral	Cronograma de Manutenção ² (meses)	Número	-
	Elemento resistivo	Texto	-
	Grau ²	Texto	-
	Limitador de vazão	S/N	-
	Período de Garantia ² (meses)	Número	-
	Prazo de substituição (meses)	Número	-
	Preço manutenção	Moeda	\$
	Tempo de vida estimado ² (meses)	Número	-
	Termos de garantia do fabricante ²	Texto	-
Hidráulica	Peso relativo	Número	-
	Pressão máxima	Pressão	kPa
	Pressão mínima	Pressão	kPa
	Temperatura máxima ²	Temperatura	°C
	UHC	Número	-
	Vazão de esgoto	Fluxo	L/s
	Vazão projetada ²	Fluxo	L/s
Materiais e acabamentos	Acabamento ²	Texto	-
	Material	Material	-
Resultados da análise	Nível de pressão sonora de referência do choque da água com o piso (dBA)	Número	-
	Nível de pressão sonora de referência do funcionamento da resistência (dBA)	Número	-
	Normas	Texto	-
	Pressão de referência	Pressão	kPa
	Vazão de referência	Fluxo	L/s

¹ - Propriedades definidas no *template*, ² - Propriedades definidas na NBR 15965

Quadro H.3: : Atributos propostos para o componente BIM de torneira de lavatório

Grupo	Nome do Parâmetro	Tipo	Unidade
Cotas	Circunferência ²	Linear	mm
	Comprimento	Linear	mm
	Diâmetro nominal	Tamanho do tubo	mm
	Distância da saída de água à bancada	Linear	mm
Dados de identidade	Código	Texto	-
	Custo ¹	Moeda	\$
	Descrição ¹	Texto	-
	Fabricante ¹	Texto	-
	Modelo ¹	Texto	-
	Manual de uso	URL	-
Estrutural	Resistência à fadiga ² (ciclos)	Número	-
	Resistência ao torque de instalação	Momento	N.m
	Resistência ao torque de uso	Momento	N.m
Geral	Arejador	S/N	-
	Características do produto ²	Texto	-
	Cronograma de manutenção ² (meses)	Número	-
	Grau ²	Texto	-
	Período de garantia ² (meses)	Número	-
	Prazo de substituição (meses)	Número	-
	Preço manutenção	Moeda	\$
	Tempo de vida estimado ² (meses)	Número	-
	Termos de garantia do fabricante ²	Texto	-
	Torque de acionamento	Momento	N.m
Hidráulica	Peso relativo	Número	-
	Pressão máxima	Pressão	kPa
	Pressão mínima	Pressão	kPa
	UHC	Número	UHC
	Vazão de esgoto	Fluxo	L/s
	Vazão projetada ²	Fluxo	L/s
Materiais e acabamentos	Acabamento ²	Texto	-
	Material	Material	-
Resultados da análise	Fator de dispersão	Fator	%
	Nível de pressão sonora de referência do aparelho hidráulico (dBA)	Número	-
	Nível de pressão sonora de referência do impacto do jato com a louça (dBA)	Número	-
	Normas	Texto	-
	Pressão de referência	Pressão	kPa
	Vazão de referência	Fluxo	L/s

¹ - Propriedades definidas no *template*, ² - Propriedades definidas na NBR 15965

Quadro H.4: : Atributos propostos para o componente BIM de caixa sifonada

Grupo	Nome do Parâmetro	Tipo	Unidade
Cotas	Altura do fecho hídrico inicial	Linear	mm
	Diâmetro nominal da caixa	Tamanho do tubo	mm
	Diâmetro nominal da saída	Tamanho do tubo	mm
	Diâmetro nominal das entradas	Tamanho do tubo	mm
	Profundidade ²	Linear	mm
	Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	Número	-
Dados de identidade	Código	Texto	-
	Custo ¹	Moeda	\$
	Descrição ¹	Texto	-
	Fabricante ¹	Texto	-
	Modelo ¹	Texto	-
	Manual de uso	URL	-
Geral	Coefficiente de evaporação do desconector (mm.m ² /n. semanas)	Número	-
	Cronograma de Manutenção ² (meses)	Número	-
	Grau ²	Texto	-
	Período de garantia ² (meses)	Número	-
	Prazo de substituição (meses)	Número	-
	Preço manutenção	Moeda	\$
	Tempo de vida estimado ² (meses)	Número	-
	Termos de garantia do fabricante ²	Texto	-
Hidráulica	UHC	Número	-
	Temperatura máxima ²	Temperatura	°C
Materiais e acabamentos	Acabamento ²	Texto	-
	Material	Material	-
Resultados da análise	Nível de pressão sonora de referência do gotejamento (dBA)	Número	-
	Normas	Texto	-
	Pressão de referência	Pressão	kPa
	Vazão de referência	Fluxo	L/s

¹ - Propriedades definidas no *template*, ² - Propriedades definidas na NBR 15965

APÊNDICE I. **VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES BIM**

Figura I.1: Validação do componente BIM do hidrômetro

Tipos de famílias

Nome: Hidrometro Genérico

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Materiais e acabamentos			
Acabamento	Azul	=	
Material	Padrão	=	
Hidráulica			
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"/>	=	
Posição de operação	Horizontal	=	
Pressão Máxima	600,00000 kPa	=	
Q2/Q1	2,500000	= Vazão de tr	
Q3/Q1	25,000000	= Vazão per	
Vazão de transição	0,0600 m³/h	=	
Vazão mínima	0,0240 m³/h	=	
Vazão permanente	0,6000 m³/h	=	
Mecânico			
WFU		=	
HWFU		=	
CWFU		=	
Estrutural			
Resistência a torção	20,00 N-m	=	
Cotas			
Altura	80,5	=	<input type="checkbox"/>
Comprimento	193,0	=	<input type="checkbox"/>
Diâmetro Nominal	20,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Largura	85,0	=	<input type="checkbox"/>
Raio Medidor	42,5	= Largura / 2	<input type="checkbox"/>
Resultados da análise			
Normas	NBR 15538, NBR 1	=	
Nível de Pressão Sonora do Funcionamento (dB)	0,000000	=	
Pressão de referência	300,00000 kPa	=	
Resistência ao impacto	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Resistência compressiva	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Vazão de referência	0,5000 m³/h	=	
Geral			
Classe de CEM		=	
Classe de perda de pressão	63,00000 kPa	=	
Classe de pressão	PMA 6	=	
Classe de sensibilidade	U3	=	
Classe de temperatura	T50	=	
Condições de operação	Pmin=50KPa, Pmá=	=	
Condições-limite	Pmin=50KPa, Pmá=	=	
Cronograma de Manutenção (meses)	24	=	<input type="checkbox"/>
Erro Máximo admissível	2,0000%	=	
Grau	doméstico	=	
Índice de desempenho da medição	95,0000%	=	
Nível de segurança ambiental climática e mecânica		=	
Período de Garantia (meses)	12,000000	=	
Prazo de substituição (meses)	60,000000	=	
Preço manutenção	\$0,00	=	
Preço substituição	\$0,00	=	
Tempo de vida estimado (meses)	240,000000	=	
Termos de garantia do fabricante		=	
Tipo de equipamento	Volumétrico	=	
Tipo de mostrador	Analogico	=	
Dados de identidade			
Código		=	
Manual de uso		=	
Tipo de imagem		=	
Nota-chave		=	
Modelo	Genérico 20mm	=	
Fabricante	Genérico	=	
Comentários de tipos		=	
URL		=	
Descrição		=	
Código de montagem		=	
Custo	\$200,00	=	

Tipos de famílias

Novo...

Renomear...

Excluir

Parâmetros

Adicionar...

Modificar...

Remover

Mover para cima

Mover para baixo

Ordem de classificação

Crescente

Decrescente

Tabelas de pesquisa

Gerenciar...

OK Cancelar Aplicar Ajuda

Figura I.2: Validação do componente BIM do chuveiro elétrico

Tipos de famílias

Nome: Chuveiro elétrico Genérico

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Materiais e acabamentos			
Acabamento		=	
Material	Alumínio Polid	=	
Elétrico			
Compatível com dispositivo residual (DR)	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Corrente de fuga	0,15 mA	=	
Tensão elétrica	220,00 V	=	
Elétrico - Cargas			
Potência elétrica	5500,00 W	=	
Hidráulica			
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	0,100000	=	
Pressão Máxima	400,00000 kPa	=	
Pressão mínima	10,00000 kPa	=	
Temperatura Máxima	50,00 °C	=	
UHC	2,000000	=	
Vazão de esgoto	0,20 L/s	=	
Vazão projetada	0,10 L/s	=	
Mecânico			
WFU		=	
HWFU		=	
CWFU		=	
Estrutural			
Resistência ao Torque de instalação	12,00 N-m	=	
Resistência à tração vertical	30,00 N	=	
Cotas			
Altura	2100,0	=	<input type="checkbox"/>
Diâmetro Nominal	20,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Diâmetro do espalhador	200,0	=	<input type="checkbox"/>
Resultados da análise			
Normas	NBR 5626, NBR 81	=	
Nível de pressão sonora de referência do choque da água com o piso (dBA)	0,000000	=	
Nível de pressão sonora de referência do funcionamento da resistência (dBA)	0,000000	=	
Pressão de referência	300,00000 kPa	=	
Vazão de referência	0,12 L/s	=	
Geral			
Cronograma de Manutenção (meses)	6,000000	=	
Elemento resistivo	Nu	=	
Grau	doméstico	=	
Limitador de vazão	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Período de Garantia (meses)	12,000000	=	
Prazo de substituição (meses)	60,000000	=	
Preço manutenção	\$19,00	=	
Tempo de vida estimado (meses)	60,000000	=	
Termos de garantia do fabricante		=	
Dados de identidade			
Código		=	
Manual de uso		=	
Nota-chave		=	
Modelo	Chuveiro Genérico	=	
Fabricante	Genérico	=	
Comentários de tipos		=	
Tipo de imagem		=	
URL		=	
Descrição		=	
Código de montagem		=	
Custo	\$40,00	=	

Tipos de famílias

Novo...

Renomear...

Excluir

Parâmetros

Adicionar...

Modificar...

Remover

Mover para cima

Mover para baixo

Ordem de classificação

Crescente

Decrescente

Tabelas de pesquisa

Gerenciar...

OK Cancelar Aplicar Ajuda

Figura I.3: Validação do componente BIM da torneira de lavatório

Tipos de famílias

Nome: Torneira Genérica

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Restrições			
Elevação-padrão	0,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Materiais e acabamentos			
Acabamento	Cromado	=	
Material	Metal Cromado	=	
Hidráulica			
Conexão CW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão HW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão de resíduos	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão de ventilação	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Peso relativo	0,300000	=	
Pressão Máxima	400,00000 kPa	=	
Pressão mínima	10,00000 kPa	=	
UHC	1,000000	=	
Vazão de esgoto	0,15 L/s	= Vazão proj	
Vazão projetada	0,15 L/s	=	
Mecânico			
WFO		=	
HWFU		=	
CWFU		=	
Estrutural			
Resistência ao Torque de instalação	12,00 N-m	=	
Resistência ao Torque de uso	6,00 N-m	=	
Resistência à Fadiga (ciclos)	3000,000000	=	
Cotas			
Circunferência	40,0 mm	= Raio mano	<input type="checkbox"/>
Comprimento	230,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Distância da saída de água à bancada	52,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Raio manopla	20,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Diâmetro Nominal	20,0	=	<input type="checkbox"/>
Resultados da análise			
Fator de dispersão	5,0000%	=	
Normas	NBR 5626, NBR 81	=	
Nível de pressão sonora de referência do aparelho hidráulico (dBA)	0,000000	=	
Nível de pressão sonora de referência do impacto do jato com a louça (dBA)	0,000000	=	
Pressão de referência	300,00000 kPa	=	
Vazão de referência	0,12 L/s	=	
Geral			
Arejador	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Características do produto		=	
Cronograma de Manutenção (meses)	12,000000	=	
Grau	doméstico	=	
Período de Garantia (meses)	12,000000	=	
Prazo de substituição (meses)	240,000000	=	
Preço manutenção	\$5,00	=	
Tempo de vida estimado (meses)	240,000000	=	
Termos de garantia do fabricante		=	
Torque de acionamento	1,00 N-m	=	
Dados de identidade			
Código		=	
Manual de uso		=	
Tipo de imagem		=	
Nota-chave		=	
Modelo	Torneira Genérica	=	
Fabricante	Genérico	=	
Comentários de tipos		=	
URL		=	
Descrição		=	
Código de montagem		=	
Custo	\$45,00	=	

Tipos de famílias

Novo...

Renomear...

Excluir

Parâmetros

Adicionar...

Modificar...

Remover

Mover para cima

Mover para baixo

Ordem de classificação

Crescente

Decrescente

Tabelas de pesquisa

Gerenciar...

OK Cancelar Aplicar Ajuda

Figura I.4: Validação do componente BIM da caixa sifonada

Tipos de famílias

Nome:

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Restrições			
Elevação-padrão	0,0 mm	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Construção			
Prolongador (padrão)	2,0 mm	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Materiais e acabamentos			
Acabamento		=	
Material	PVC	=	
Hidráulica			
Conexão CW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão HW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão de resíduos	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Conexão de ventilação	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Temperatura Máxima	-273,15 °C	=	
UHC	6,000000	=	
Mecânico			
WFU		=	
HWFU		=	
CWFU		=	
Cotas			
Altura do fecho hidráulico inicial	50,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Anel	10,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Diâmetro Nominal da caixa	100,0 mm	= Raio do Cor	<input type="checkbox"/>
Diâmetro Nominal da saída	50,0 mm	= Raio Nomi	<input type="checkbox"/>
Diâmetro Nominal das entradas	40,0 mm	= Raio Nomi	<input type="checkbox"/>
Profundidade	145,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Raio Externo 1	27,0	=	<input type="checkbox"/>
Raio Externo 2	22,0	=	<input type="checkbox"/>
Raio Nominal 1	25,0	=	<input type="checkbox"/>
Raio Nominal 2	20,0	=	<input type="checkbox"/>
Raio do Anel	31,4 mm	=	<input type="checkbox"/>
Raio do Corpo	50,0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Relação entre os volumes das câmaras de entrada e de saída	0,700000	=	
Resultados da análise			
Normas	NBR 5688, NBR 816	=	
Nível de pressão sonora de referência do gotejamento (dBA)	0,000000	=	
Pressão de referência	300,00000 kPa	=	
Vazão de referência	0,12 L/s	=	
Geral			
Coefficiente de evaporação do desconector (mm.m ³ /n. semanas)	0,004550	=	
Cronograma de Manutenção (meses)	6,000000	=	
Grau	doméstico	=	
Período de Garantia (meses)	6,000000	=	
Prazo de substituição (meses)	240,000000	=	
Preço manutenção	50,00	=	
Tempo de vida estimado (meses)	240,000000	=	
Termos de garantia do fabricante		=	
Dados de identidade			
Código		=	
Manual de uso		=	
Tipo de imagem		=	
Nota-chave		=	
Modelo	Caixa Sifonada Gen	=	
Fabricante	Genérico	=	
Comentários de tipos		=	
URL		=	
Descrição		=	
Código de montagem		=	
Custo	\$8,90	=	

Tipos de famílias

Novo...

Renomear...

Excluir

Parâmetros

Adicionar...

Modificar...

Remover

Mover para cima

Mover para baixo

Ordem de classificação

Crescente

Decrescente

Tabelas de pesquisa

Gerenciar...

OK Cancelar Aplicar Ajuda

APÊNDICE J. SUGESTÃO DE NOMENCLATURA A INCORPORAR NA NBR 15965-2

Quadro J.1: Proposta de atributos a serem contemplados na NBR 15965-2

Grupo de Propriedades	Termo proposto
Propriedades de Tempo e custo	Prazo de substituição
	Preço manutenção
	Preço substituição
	Tempo de enchimento
Propriedades do fornecimento	Manual de uso
	Material
	Posição de operação
Propriedades físicas	Altura do fecho hidráulico inicial
	Classe de perda de pressão
	Classe de pressão
	Classe de sensibilidade
	Classe de temperatura
	Coefficiente de evaporação
	Condições de operação
	Condições-limite
	Diâmetro nominal
	Esforço de acionamento
	Pressão de referência
	Pressão máxima
	Pressão mínima
	Torque de acionamento
Propriedades de desempenho	Erro máximo admissível
	Fator de dispersão
	Índice de desempenho da medição
	Normas
	Resistência a torção
	Resistência à tração vertical
	Resistência ao torque de instalação
Resistência ao torque de uso	
Propriedades dos serviços prediais	Arejador
	Compatível com dispositivo residual (DR)
	Corrente de fuga
	Elemento resistivo
	Limitador de vazão
	Peso relativo
	UHC
	Vazão de esgoto
	Vazão mínima
	Volume efetivo
Volume nominal	