

Manutenção predial com ênfase em sistemas hidrossanitários: revisão sistemática da literatura

Building maintenance with emphasis in plumbing systems: a systematic review of the literature

Gabriela Schneider de Sousa Bottega^{1*} , Nathália Roscoff¹ ,
Silvio Edmundo Pilz¹ , Francieli Dalcanton¹ , Marcelo Fabiano Costella¹ 

RESUMO

Com a crescente demanda de edificações, torna-se cada vez mais necessário que as atividades de conservação e manutenção dos sistemas prediais sejam especificadas e cumpridas adequadamente. Esta pesquisa é uma revisão sistemática da literatura sobre a importância, as consequências e o desempenho quanto a manutenção nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS). As buscas pelos artigos foram realizadas no Portal de Periódicos CAPES abrangendo o período de 2007 a 2017. Foram encontrados 252 artigos, mas, com base no tema, apenas 26 foram selecionados. O conteúdo dos artigos foi discutido em cinco questões de pesquisa, abordando as manifestações patológicas nos SPHS, a manutenção predial e as ferramentas de avaliação de desempenho e suscetibilidade a riscos desses sistemas. Observou-se que as manifestações patológicas nos SPHS são frequentes, principalmente vazamentos, os quais geram custos financeiros, emocionais e de tempo para os usuários. Além disso, muitas dessas manifestações patológicas estão relacionadas à ausência ou falha na manutenção. Porém, a manutenção é muito influenciada por fatores como tipo de material, custos e expectativa dos usuários, sendo necessários programas eficientes de manutenção e equipes treinadas a fim de garantir o bom desempenho da edificação e seus sistemas. Ademais, algumas ferramentas têm sido desenvolvidas a fim de avaliar o desempenho dos sistemas prediais e a suscetibilidade a riscos, auxiliando na tomada de decisões de manutenções e concepção de projetos.

Palavras-chave: sistemas hidrossanitários; manutenção predial; manifestações patológicas.

ABSTRACT

With the increasing demand for buildings, it is necessary that conservation and maintenance practices of building systems be properly specified and fulfilled. This research is a systematic review of the literature about the importance, consequences, and performance of plumbing systems. The search for articles was carried out on the *Portal de Periódicos Capes* covering the period from 2007 to 2017. 252 articles were found, but, based on the topic, just 26 were selected. The content of the articles was discussed in five research questions, including failures in plumbing systems, building maintenance, and assessment tools for plumbing performance and susceptibility to risks. It was observed that the failures in plumbing systems are common, mainly problems with leaks, which result in financial, time, and emotional costs for users. In addition, many of these pathological manifestations are related to the absence or failure of maintenance. However, maintenance is greatly influenced by factors such as material type, costs, and user expectations, requiring efficient maintenance programs and qualified teams to ensure the performance of the building and its systems. In addition, some tools have been developed in order to assess the building systems performance and susceptibility to risks, helping in the decision-making of maintenance and design phase.

Keywords: plumbing systems; building maintenance; pipe failures.

INTRODUÇÃO

A manutenção predial tem sido um tema muito abordado nos últimos anos. Estudos apontam que ela é essencial para a obtenção do bom desempenho do edifício e seus sistemas, destacando-se os estudos relacionados à manutenção preventiva (ROCHA, 2007; VILLANUEVA, 2015; MATTOS JUNIOR, 2015),

à gestão da manutenção (TENÓRIO; ALMEIDA; QUINTAES, 2009; SANTOS; HIPPERT, 2016) e à manutenção de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) (VASCONSELOS, 2005; RAMOS, 2010).

A manutenção pode ser programada com base nos dados de um equipamento (preditiva) ou em períodos programados (preventiva). No primeiro

¹Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Chapecó (SC), Brasil.

*Autor correspondente: gabi.sousa@unochapeco.edu.br

Conflitos de interesse: os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Financiamento: nenhum

Recebido: 17/10/2019 - Aceito: 09/09/2021 - Reg. ABES: 20190332

caso, é necessário um acompanhamento de algum parâmetro indicativo da condição do equipamento, sendo possível prever com antecedência a probabilidade de falha. Por outro lado, o segundo caso é o mais utilizado (TENÓRIO; ALMEIDA; QUINTAES, 2009).

Os programas de manutenção predial preventiva consistem, em sua maioria, em inspeções e verificações, as quais podem evitar futuros custos de reforma. Os custos da manutenção preventiva são vantajosos por serem menores que os custos de uma manutenção corretiva, além da possibilidade de prever e programar os pagamentos. Sabe-se que a degradação dos equipamentos de uma instalação é natural, e a sua substituição é inevitável; porém, sem a devida manutenção, essa troca ocorrerá de maneira inesperada. Logo, na manutenção predial, busca-se monitorar a vida útil de cada peça e equipamento previamente catalogados, de modo que cada um seja usado até o seu limite, e assim programar a sua troca, permitindo ao proprietário a previsão desses custos em seu orçamento (ROCHA, 2007).

Em relação aos SPHS, a falta de manutenção pode acarretar no mau funcionamento do sistema, bem como no desperdício de água e gastos excessivos. Portanto, a manutenção preventiva contribui também com o devido uso dos recursos naturais (LEAL; BATISTA; FUZARI, 2008; KALBUSCH *et al.*, 2018).

Estudos recentes apresentam avaliações de desempenho desses sistemas (AMORIM; BENEDICTO, 2010; CASTILHO; OLIVEIRA, 2016), enquanto outros apontam para a ocorrência de manifestações patológicas nos SPHS e sua relação com a manutenção (LEAL; BATISTA; FUZARI, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2011; CORRÊA VIEIRA; MOYA; SOUZA, 2015; KALBUSCH *et al.*, 2018).

Em razão da alta ocorrência de falhas e da insatisfação dos usuários em relação aos SPHS, algumas pesquisas têm sido voltadas para o gerenciamento de risco nesses sistemas. Na pesquisa de oito empreendimentos de interesse social, os dados apontam que medidas de monitoramento e controle dos sistemas prediais de água e esgoto externo podem minimizar 65% de todas as falhas identificadas pelos usuários. Entende-se que os riscos podem e devem ser tratados de forma a gerar uma consequência positiva, por mais sérios que sejam, e convertidos em oportunidade de negócio, produzindo então uma vantagem competitiva para a empresa (ARANTES; BRANDSTETTER, 2015).

Com base nos estudos abordados, observa-se que os SPHS apresentam muitas falhas, e geralmente a ausência de manutenção aparece como uma das possíveis causas. Porém, os estudos não abordam quais são as condições ideais de manutenção para esses sistemas e as consequências das falhas para o usuário. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo discutir a manutenção predial nos SPHS, por meio de uma revisão sistemática da literatura, abordando a sua importância, as consequências de sua não realização, a percepção dos usuários e os métodos desenvolvidos para obter melhor desempenho desses sistemas.

METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como uma revisão sistemática da literatura acerca de manutenção predial com foco nos SPHS. A seleção dos artigos foi realizada por meio de busca no Portal de Periódicos CAPES abrangendo o período de 2007 a 2017. Inicialmente, foram definidas as palavras-chave relacionadas ao tema, para restringir e direcionar as buscas, as quais foram agrupadas, resultando em oito buscas:

- a) *building maintainability e plumbing systems*;
- b) *maintenance e plumbing systems*;
- c) manutenção edifícios e patologia;
- d) manutenção e sistemas prediais;
- e) *failure e plumbing systems*;
- f) *building maintenance e water supply*;
- g) sistemas prediais;
- h) conservação e sistemas prediais.

Nas buscas, os artigos ainda foram filtrados de acordo com áreas temáticas da pesquisa, idioma e data de publicação, sendo selecionados somente artigos de periódicos em inglês e português publicados nos últimos dez anos.

Após a seleção inicial dos artigos por meio da leitura dos resumos, houve um novo processo de triagem, em que os artigos foram lidos na íntegra avaliando se o conteúdo apresentado estava de acordo com o escopo desta pesquisa.

Algumas questões levaram ao desenvolvimento desta pesquisa, tentando compreender melhor a importância da manutenção predial nos SPHS. Dessa forma, a revisão sistemática da literatura selecionada foi estruturada em consonância com as seguintes questões de pesquisa:

- Questão 1: Como as manifestações patológicas nos SPHS podem afetar os usuários da edificação e qual sua relação com a manutenção?
- Questão 2: Os fatores manutenção e ocorrência de manifestações patológicas são determinantes para a escolha de materiais e sistemas a serem empregados nos SPHS?
- Questão 3: Como a manutenção predial é vista pelo usuário e qual sua relação com o desempenho?
- Questão 4: A realização da manutenção preventiva nos sistemas construtivos pode afetar o custo global de manutenção da edificação? Em que proporção isso ocorre nos SPHS?
- Questão 5: É possível medir o desempenho das edificações e seus sistemas e prever possíveis falhas?

RESULTADOS

Seleção dos artigos

Neste estudo, obtiveram-se como resultado 252 artigos, a maioria deles provenientes das buscas por *maintenance e plumbing systems*; e *building maintenance e water supply*. Ao final, foram selecionados 26 artigos, conforme exposto na Figura 1, dos quais a maioria resultou das buscas por *maintenance e plumbing systems*; *building maintenance e water supply*; e sistemas prediais.

Os artigos selecionados passaram por leitura de títulos e resumos, procedimento em que foram descartados 198 artigos, restando 54 para leitura na íntegra. Posteriormente, foram descartados mais 25 artigos, a maior parte em razão de o conteúdo não estar de acordo com o tema proposto. Além disso, outros três artigos repetiram-se nas buscas. Assim, restaram 26 artigos para a composição da revisão (Figura 2).

A maioria (85%) dos artigos selecionados para a revisão é apresentado no idioma inglês; quanto ao período de publicação, 62% referem-se aos últimos cinco anos.

Pode-se ainda categorizar os artigos selecionados de acordo com a qualidade, expressada pela classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016 da Coordenação

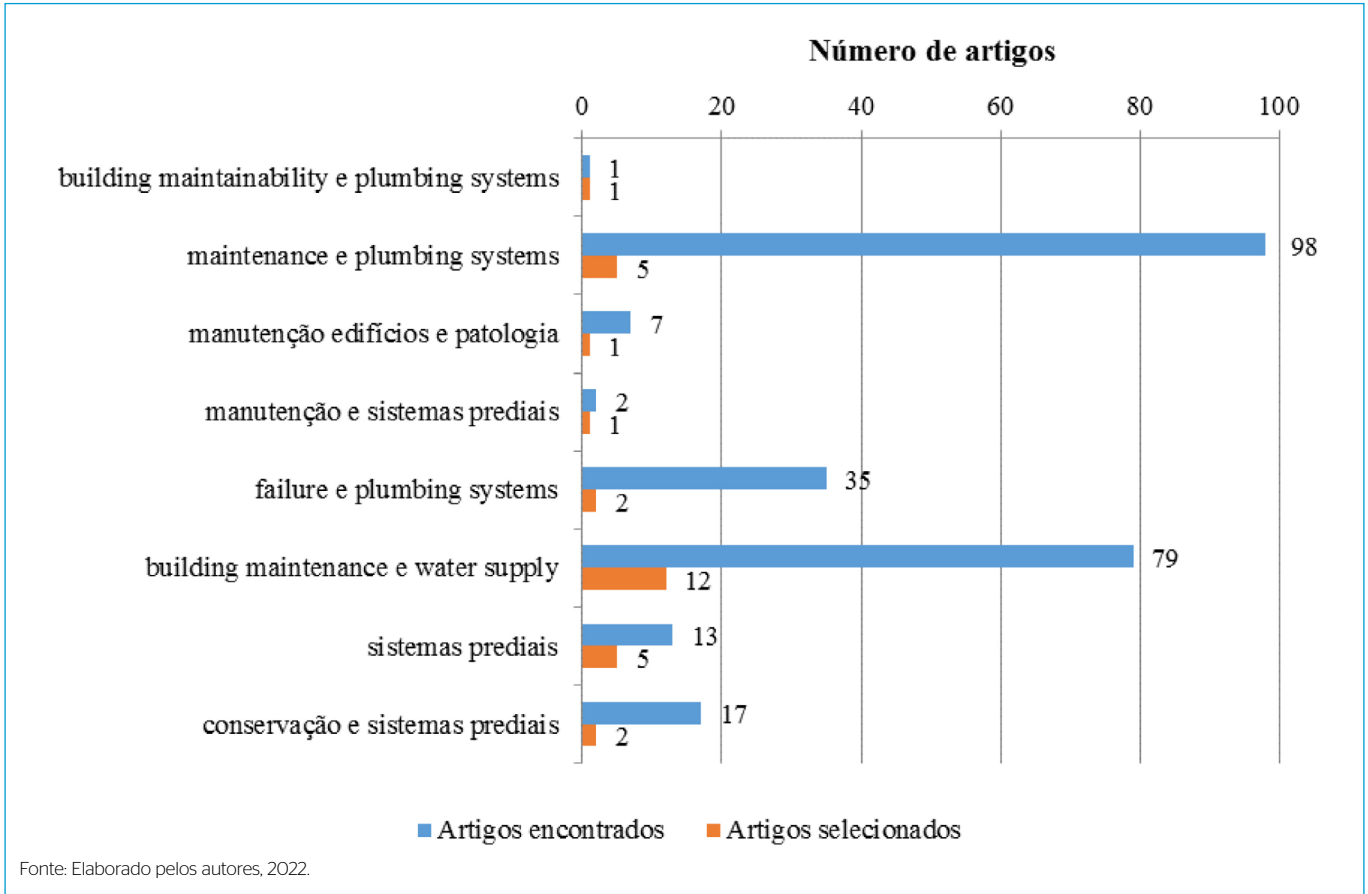


Figura 1 - Quantificação de artigos por termos pesquisados.

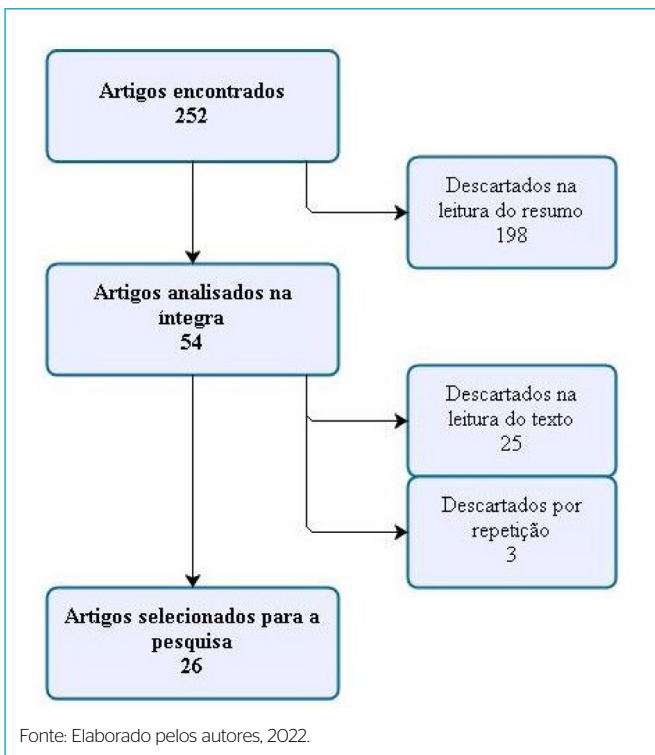


Figura 2 - Diagrama de seleção de artigos para a revisão.

de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES (Figura 3), sendo considerado o maior Qualis dos periódicos selecionados. Dessa forma, pode-se observar o grau de relevância quanto ao fator de impacto intelectual apresentado, no qual 42% dos artigos estão em periódicos do extrato Qualis A1 e A2.

Questões de pesquisa

Questão 1: Como as manifestações patológicas nos SPHS podem afetar os usuários da edificação e qual sua relação com a manutenção?

As manifestações patológicas têm gerado diversos transtornos aos usuários, sendo mais frequentemente relatados os custos financeiros, o desprendimento de tempo e o estresse emocional. Uma manifestação patológica comum nos sistemas prediais hidráulicos é o vazamento em tubulações de cobre, sendo esse material encontrado em 60 a 90% das residências e utilizado por apresentar as qualidades de durabilidade, resistência ao fogo, média resistência à corrosão, reciclagem e menor custo de manutenção. Essas manifestações patológicas geram custos diretos para os usuários, como reparos das tubulações, além de outras infraestruturas danificadas em decorrência dos vazamentos, como paredes, pisos e tetos. Outros efeitos também observados são alteração de sabor e odor da água, ou, ainda, problemas de saúde aos usuários (FAROOQI *et al.*, 2009). Em muitos casos, os reparos vão além da substituição das tubulações e esse processo de pode levar semanas ou meses e apresentar alto custo financeiro

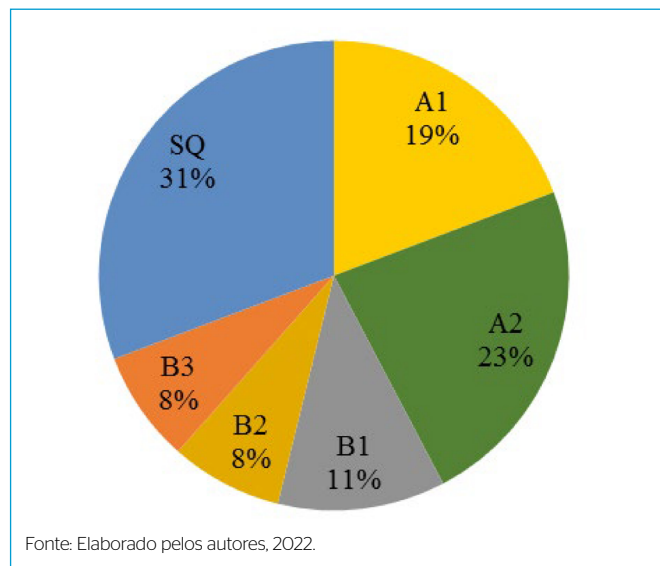


Figura 3 - Classificação dos artigos por Qualis.

(KLECZYK; BOSCH, 2008). Entre as diversas razões para a ocorrência de corrosão em tubulações de cobre, apenas as relacionadas à agressividade da água têm sido reproduzidas em laboratório, como pH alto, cloro residual livre e baixa alcalinidade (SARVER; EDWARDS, 2012).

Outra consequência de vazamentos é o prejuízo financeiro em razão do desperdício de água. Dados de um programa de racionalização de água em 17 edificações do Centro Administrativo do Estado da Bahia indicam que os principais problemas que causavam perdas de água eram avarias na boia do reservatório, infiltrações e vazamentos em reservatórios inferiores, e vazamentos na tubulação de alimentação de água, em duchas higiênicas e válvulas de descarga. Um dos motivos para tais ocorrências foi a precariedade de manutenção preventiva e corretiva, decorrente da ausência de equipes de manutenção (DA SILVA *et al.*, 2014).

A saúde dos usuários também está exposta a outros riscos, como a contaminação da água. Em pesquisa realizada em 12 hotéis do Vietnã e em 13 do Japão, foi analisada a qualidade das águas fria e quente nas redes dos quartos. Os resultados mostram que em 40% dos hotéis vietnamitas foi detectada a presença de nitrito, que é um indicador de poluição na água, enquanto a presença de cloro residual, que garante as propriedades bactericidas, não foi detectada em nenhum hotel. Quanto aos hotéis japoneses, detectou-se a presença de cloro residual em todos eles e não foi constatada a presença de nitrito. Outra análise realizada foi a identificação da presença de *Legionella*, uma bactéria encontrada em sistemas de abastecimento de água quente, cuja contaminação se dá no momento em que uma pessoa inala o vapor de água que contém a bactéria. Nas análises realizadas, verificou-se que a bactéria foi detectada na maioria dos hotéis do Vietnã, ao contrário dos hotéis do Japão, nos quais essa bactéria não foi encontrada (TOYOSADA *et al.*, 2017).

Semelhantemente, Scuracchio e Farache Filho (2011) avaliaram a qualidade da água em 31 instituições municipais de ensino em São Carlos, São Paulo. As amostras foram coletadas na entrada da rede de abastecimento, no reservatório e no filtro de água. As análises foram realizadas com base nos limites previstos na legislação vigente para os parâmetros de qualidade bacteriológica e físico-químicos. Verificou-se que a água para consumo atendeu

os padrões para *Escherichia coli* nos três pontos de coleta, porém observou-se elevada porcentagem de coliformes totais e bactérias heterotróficas mesófilas. Grande parte das amostras coletadas na rede apresentou inconformidade em relação ao pH, as amostras dos filtros registraram baixa concentração de flúor e cloro residual livre, e as amostras coletadas nos reservatórios tiveram inconformidades na turbidez. Os autores afirmam que os filtros foram os maiores responsáveis pela depreciação da qualidade da água, sendo necessária uma maior atenção para ações de conservação, limpeza e manutenção dos filtros e dos reservatórios.

Desse modo, verifica-se a necessidade de órgãos públicos de saúde e serviços de saneamento proverem esclarecimentos sobre a importância da manutenção em reservatórios domiciliares e sobre os procedimentos de higiene, pois muitas pessoas entendem a necessidade da limpeza, porém não têm informações a respeito dos procedimentos para execução desta (SILVA *et al.*, 2009).

Também no âmbito escolar, Barros, Silva e De Paes (2016) realizaram estudos em escolas estaduais do Mato Grosso, onde perceberam que as manifestações patológicas que mais incomodavam os alunos e professores eram a falta de higiene, o mau cheiro dos ambientes, os vazamentos visíveis, os entupimentos, o mau posicionamento dos bebedouros e o empocamento de água. Porém, notou-se que muitas dessas manifestações patológicas são decorrentes do mau uso dos próprios usuários.

Questão 2: Os fatores manutenção e ocorrência de manifestações patológicas são determinantes para a escolha de materiais e sistemas a serem empregados nos SPHS?

A escolha de um tipo de material para a tubulação dos sistemas hidráulicos tem se baseado em necessidades particulares de cada usuário atreladas ao desempenho mínimo necessário. Em sua pesquisa, Lee *et al.* (2009), frente aos altos índices de vazamentos em tubulações de cobre, apresentaram uma metodologia para escolha dos materiais empregados em instalações prediais de água potável baseada no método de análise hierárquica. A primeira fase indica o tempo economicamente ideal para a substituição do componente por um novo, a fim de garantir o desempenho de projeto estabelecido para a edificação. Na segunda fase, ocorre a escolha do material, na qual sete atributos foram considerados: preço, resistência à corrosão, resistência ao fogo, efeitos sobre a saúde, longevidade, valorização de revenda e gosto e odor na água. Na aplicação do método, com a participação de 51 respondentes, foram apresentados três materiais, não identificados, e suas características em relação a cada um dos sete atributos. Verificou-se que os atributos mais importantes para os usuários são a consideração dos efeitos sobre a saúde, o gosto e o sabor da água, a longevidade e a resistência à corrosão.

Nesse contexto, é importante analisar a frequência da ocorrência de manifestações patológicas nos diferentes tipos de tubulações. No caso do cobre, por exemplo, vários estudos abordam problemas de corrosão e vazamentos nessas tubulações (FAROOQI *et al.*, 2009; SARVER; EDWARDS, 2012; KLECZYK; BOSCH, 2008; MIRSHAMS, 2017). Ademais, deve-se observar a interação entre diferentes materiais, tema do estudo de Mirshams (2017), que avaliou em laboratório uma mangueira flexível de cobre com acoplamento de aço, a fim de entender a ocorrência de corrosão. Constatou-se que não havia corrosão no cobre, mas sim no acoplamento de aço, concluindo que a interação de diferentes materiais deve ser evitada em ambientes úmidos.

Além disso, verifica-se que a redução do consumo de água e os custos são fatores que podem orientar a escolha dos sistemas a serem adotados, tanto na etapa de projeto quanto em ações de manutenção e melhorias em sistemas existentes. Alexandre, Kalbusch e Henning (2017) realizaram uma avaliação de substituição de equipamentos convencionais por economizadores de água (torneiras e válvulas de descarga) e ajustes de vazão de bebedouros na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Os resultados indicam uma redução no consumo de água de 12,3%, sendo a substituição das torneiras a ação mais significativa. Da Silva *et al.* (2014) relataram a implantação de um programa de racionalização de água e energia em 17 edifícios públicos na Bahia, cujos resultados indicam uma redução de cerca de 30% no consumo de água potável em cinco anos, o que permitiu uma redução de aproximadamente US\$ 2,7 milhões, ambos comparados aos dados do ano base.

Desse modo, a análise da viabilidade financeira é importante na escolha dos sistemas. Ilha e Campos (2014) apresentam uma ferramenta para avaliar a qualidade do investimento da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uso nas descargas de bacias sanitárias, serviços de irrigação e limpeza de pisos, considerando os dados da região de estudo, baseada na otimização do Valor Presente Líquido (VPL), por meio da técnica *Particle Swarm Optimization* (PSO). Os resultados sugerem que, para maiores volumes de reserva de água da chuva, a qualidade do investimento aumenta à medida que aumenta a tarifa.

Questão 3: Como a manutenção predial é vista pelo usuário e qual sua relação com o desempenho?

O ciclo de vida das edificações pode ser dividido em três etapas: projeto, construção e uso. Cada uma delas necessita de uma série de processos de execução e sistemas de avaliação de desempenho. No caso da etapa de uso, a Avaliação de Pós-Ocupação (APO) é uma importante ferramenta para mensurar o grau de satisfação dos ocupantes dos imóveis, bem como o estado de conservação do imóvel. Os aspectos normalmente abordados nas APOs são ligados diretamente ao conforto e às necessidades das pessoas que ali residem. No campo da manutenção, as APOs destacam as necessidades essenciais e as prioridades para os ocupantes, podendo ser uma ferramenta útil na elaboração dos planos e programas de manutenção (PEREIRA; RODRIGUES; ROCHA, 2016; ROCHA; RODRIGUES, 2017).

Além disso, essas avaliações servem como a principal fonte de informações para melhorias em empreendimentos futuros para projetistas e construtoras, pois fornece um *feedback* preciso e confiável do nível de aceitação e satisfação das construções já consolidadas (MOSEKI; TEMBO; CLOETE, 2011; MYEDA; KAMARUZZAMAN; PITT, 2011; CAO; WANG; SONG, 2015; BARROS; SILVA; DE PAES, 2016; PEREIRA; RODRIGUES; ROCHA, 2016).

Nos edifícios residenciais, os sistemas prediais e áreas comuns são compartilhados entre os moradores. Assim, a sua manutenção é de extrema importância para o conforto do usuário e para garantir bom desempenho ao longo do ciclo de vida da edificação. Porém, pesquisas relatam reclamações dos usuários em relação à manutenção e à gestão dos edifícios (FAKHRUDIN; SULEIMAN; TALIB, 2011).

Cao, Wang e Song (2015) identificaram as principais ferramentas utilizadas por gestores de manutenção para avaliar o nível de satisfação dos usuários e os fatores que afetam a satisfação dos moradores durante o período de manutenção. Para tal, foram considerados o nível de expectativas do cliente e a qualidade do serviço prestado para a resolução dos problemas mais frequentes, como a falta de abastecimento de água, o abastecimento de água reduzido,

o ralo entupido e o vazamento. Para cada problema foi questionado o tempo de espera aceitável até sua resolução. Para problemas de abastecimento de água e ralo entupido, aceita-se solução de dois a quatro dias; já para vazamentos, esse prazo pode ser superior a quatro dias, não ultrapassando uma semana. Quanto aos aspectos de conforto analisados, constatou-se que o mais relevante para os usuários foi o térmico, e o menos relevante, o acústico. Além disso, os problemas de abastecimento de água, ralo entupido e vazamentos obtiveram o segundo, quarto e quinto lugares, respectivamente, em termos de relevância (CAO; WANG; SONG, 2015).

Pereira, Rodrigues e Rocha (2016) aplicaram APOs em dois complexos habitacionais com padrões de arquitetura e construção similares, porém com perfis diferentes de usuários. Quanto ao sistema de abastecimento de água, o índice de satisfação dos usuários foi alto, e as falhas no sistema foram consideradas raras. Quanto à qualidade da água, os usuários, embora satisfeitos, não têm conhecimento sobre a existência ou frequência de controle químico e biológico. Observou-se também que os moradores raramente estavam dispostos a pagar qualquer montante para a melhoria do desempenho dos sistemas.

Moseki, Tembo e Cloete (2011) aplicaram um questionário com os objetivos de identificar os problemas relacionados à manutenção predial, encontrar motivos para a ocorrência desses problemas e avaliar sentimentos, valores e atitudes dos ocupantes das unidades habitacionais. Observou-se falta de registros de manutenção, falta de informações precisas e ausência de procedimentos para determinar prioridades nas atividades de manutenção. Porém, mais de 90% dos entrevistados relataram que restrições como falta de treinamento, falta de acesso aos sistemas, recursos financeiros insuficientes, equipe de manutenção desqualificada, apoio gerencial limitado (gestores de manutenção) e ausência de manuais de uso e plantas foram fatores relevantes para a insuficiência de manutenção preventiva e preditiva. Semelhantemente, a pesquisa de Amorim *et al.* (2013) relata a situação das unidades de saúde no estado de Minas Gerais. Apesar de todas as unidades avaliadas possuírem responsável pela equipe de manutenção predial, alguns deles não recebiam especialização adequada, tendo que se capacitarem com a prática e a vivência profissional. Além disso, poucas unidades apresentaram projetos atualizados e uma sistemática de manutenção preventiva e corretiva das instalações e dos equipamentos.

No campo dos edifícios comerciais, uma pesquisa na Malásia buscou identificar os principais aspectos que afetam o desempenho da gestão da manutenção em edifícios de escritórios, por meio do estudo de caso de cinco edifícios, entrevistando gestores de manutenção, aplicando questionários aos usuários finais e técnicas de observação. Os resultados mostraram que a maioria dos gestores de manutenção não está enfatizando o treinamento anual da equipe no serviço ao cliente, nem mesmo a revisão semestral do plano de manutenção preventiva, entre outros apontamentos (MYEDA; KAMARUZZAMAN; PITT, 2011).

A avaliação de desempenho da gestão de manutenção por parte dos usuários é de extrema importância, pois permite aos gestores de manutenção compreender os pontos fortes e os pontos fracos, assim como a importância do serviço prestado. Além disso, o estabelecimento de níveis de desempenho de gestão de manutenção é benéfico para a implantação de ações imediatas para melhorar o desempenho. Nesse sentido, uma medida que busca obter um melhor desempenho da gestão de edifícios é proposta por Weerasinghe e Sandanayake (2017), denominada *Collaborative Facilities Management* (CFM ou, em português, Gestão Colaborativa de Instalações). Nesse modelo, o serviço de operação dos edifícios pode ser compartilhado entre duas organizações para manter,

melhorar, adaptar e garantir a funcionalidade dos ambientes construídos das organizações colaboradoras. Porém, os estudos conduzidos na pesquisa revelam que, para a implantação do CFM, alguns aspectos são relevantes, como a localização geográfica, a área de negócio e a propriedade. Quando as empresas estão próximas geograficamente, o compartilhamento torna-se mais fácil, da mesma forma quando atuam em um mesmo negócio. Além disso, a abordagem coletiva é mais adequada para empresas que estão sob o mesmo domínio.

Questão 4: A realização da manutenção preventiva nos sistemas construtivos pode afetar o custo global de manutenção da edificação? Em que proporção isso ocorre nos SPHS?

Toda edificação necessita de adequado plano de manutenção e sistema de monitoramento para garantir que os custos de manutenção sejam minimizados. Portanto, é fundamental observar alguns aspectos, tanto na hora da compra de um apartamento quanto no momento em que o profissional está realizando o projeto de um novo empreendimento, e no uso e na manutenção dos imóveis. Entre esses aspectos, destacam-se alguns fatores de risco que afetam o custo da manutenção, como a falta de acessibilidade, ou seja, o difícil acesso e execução de manutenção adequada em tubulações embutidas. Outro fator importante refere-se às características dos materiais empregados, tais como durabilidade, manutibilidade, sustentabilidade e disponibilidade de compra deles para posteriores reposições. Além disso, as condições ambientais do local onde está inserida a edificação são essenciais para a escolha dos materiais e a definição do programa de manutenção adequado. Ademais, as altas expectativas dos usuários ou suas necessidades particulares também influenciam no custo final da manutenção predial (SILVA; RANASINGHE; SILVA, 2012; ROCHA; RODRIGUES, 2017).

Na pesquisa de Ali *et al.* (2010) também foram identificados fatores que influenciam nos custos da manutenção por meio de uma revisão da literatura e análise de questionários respondidos por gestores e supervisores de edifícios da Malásia, na qual se destacam cinco fatores dominantes. O primeiro é a expectativa dos usuários, os quais demandam, cada vez mais, melhores estilos de vida e melhores ambientes, o que levou à maior necessidade de manutenção. Os materiais de construção foram apontados como o segundo fator, destacando o alto custo de manutenção para reparar ou substituir os componentes de construção existentes, o que geralmente se deve à economia na fase de projeto e construção, bem como à escolha de materiais inadequados. O terceiro fator refere-se aos sistemas prediais (ventilação, iluminação e fornecimento de energia, abastecimento de água, saneamento, comunicação e outros), nos quais os custos de manutenção representam de 20 a 45% dos custos operacionais totais do edifício. A idade do edifício foi indicada como o quarto fator mais impactante, pois a necessidade de manutenções adicionais em edifícios antigos é maior. Como o quinto fator mais influente está a falha na periodicidade da manutenção, ou seja, a falha na manutenção no momento ideal, o que pode causar impactos que acarretam em novos custos de manutenção.

Um levantamento foi realizado em 1.120 residências na região de Maryland a respeito da ocorrência de corrosão e vazamentos em tubulações de cobre, estudando seus efeitos socioeconômicos. Quanto aos custos financeiros, de todos os entrevistados que tiveram problemas de corrosão e vazamento, 30% relataram despesas de, pelo menos, US\$ 500 para reparos, enquanto sete pessoas relataram que o custo foi de, no mínimo, US\$ 12.000; uma pessoa, ainda, declarou custos acima de US\$ 25.000. Em alguns casos, foi necessário realizar reparos em

paredes, pisos e tetos, além das tubulações afetadas. Os custos podem ser ainda maiores, à medida que os usuários precisam despende parte do seu tempo para resolver os problemas causados pelos vazamentos (KLECZYK; BOSCH, 2008).

Algumas medidas podem ser tomadas para minimizar os custos de manutenção em edificações habitacionais, sendo elas: participação dos usuários na gestão da manutenção; introdução de manuais de operação e regras, incluindo a educação dos usuários; gestão de manutenção; orçamentos equilibrados para as tarefas de manutenção; manter e realizar reparos no tempo correto, antes de ocasionar mais defeitos; realizar manutenção preventiva; garantir e obrigar que os moradores paguem as taxas de manutenção dentro dos prazos; empregar mão de obra qualificada e com padrões aceitáveis (ALI *et al.*, 2010).

Questão 5: É possível medir o desempenho das edificações e seus sistemas e prever possíveis falhas?

O estudo de Yau *et al.* (2009) fornece um algoritmo para estimar a condição da edificação em uma área urbana de grandes edifícios e busca avaliar o desempenho dos edifícios com uma abordagem de segurança e saúde. As análises de regressão sugerem que a idade de construção, a escala de desenvolvimento e a forma de gerenciamento do edifício são fatores significativos para a condição atual dos edifícios. A abordagem estatística da pesquisa fornece uma predição de desempenho em saúde e segurança dos edifícios, servindo como o início de um sistema contra a deterioração urbana.

Nesse sentido, Cheng *et al.* (2017) propõem uma ferramenta de diagnóstico capaz de analisar o desempenho do sistema predial de esgoto sanitário de uma edificação e o respectivo risco de infecção, pois é um dos sistemas essenciais de um edifício, em que falhas podem gerar problemas de saúde aos usuários. Sendo assim, foram avaliados o desempenho do sistema nas categorias esgoto e ventilação, e o risco de infecção nas categorias de aparelho, tubulação, ambiente, operação e manutenção do sistema. Cada categoria possui itens elencados com um determinado peso, o que possibilita a avaliação quantitativa do nível de desempenho. Cruzando-se os dados de desempenho e risco de infecção é possível alcançar um índice total de avaliação, que indica o nível de operação do sistema predial de esgoto. Na aplicação do método, observou-se que o risco de infecção aumentou conforme o aumento de idade do edifício, principalmente quando superior a 15 anos. Porém, alguns edifícios com idade inferior a 15 anos apresentaram risco de infecção maior, o que indica possíveis falhas no sistema ou falhas de projeto.

Um estudo semelhante foi realizado por Farooqi *et al.* (2009), os quais apresentam uma classificação preliminar de causas de corrosão e vazamentos em tubulações de cobre dos sistemas prediais de água potável, a fim de avaliar sua suscetibilidade. Para identificar os fatores que causam essas falhas, foram avaliados 1.313 relatórios emitidos no período de 1975 a 2004. Para avaliar a suscetibilidade das instalações de cobre, os autores propõem um método de cálculo no qual os resultados de parâmetros como a concentração de cloro residual, o pH da água, a temperatura da água etc. são somados, determinando uma pontuação numérica que indica o nível de suscetibilidade a possíveis falhas. A faixa de pontuação é dividida em: “100%”, que indica que as condições são favoráveis para corrosão e vazamento nas tubulações, com testes realizados em laboratório; “aproximadamente 100%”, que indica que a presença desses atributos é extremamente corrosiva e que, certamente, haverá vazamento, porém nenhuma fonte testou em laboratório; “fortemente suspeita”, que indica que, em menos de cinco anos, provavelmente ocorrerá vazamentos; “suspeita”, que indica que

o tempo médio para vazamentos será no intervalo de 5 a 20 anos; e “baixa suspeita”, que indica que os vazamentos poderão ocorrer após mais de 20 anos.

No âmbito do desempenho, Ilha, Oliveira e Gonçalves (2009) apresentam uma proposta de um sistema de avaliação ambiental de edifícios residenciais com foco na conservação da água. Na categoria “água”, os autores indicam três subcategorias: redução do consumo de água potável, gerenciamento da água potável e gerenciamento da água pluvial. Em cada subcategoria foram estabelecidos requisitos de desempenho e seus respectivos indicadores e critérios de desempenho. Na subcategoria de redução de consumo de água, pode-se citar requisitos como: limitar a vazão de água nos pontos de consumo com a instalação de redutores de pressão; limitar o consumo de água em atividades de jardinagem por meio do uso de um sistema eficiente de irrigação ou do uso de plantas que consomem pouca água; utilizar fontes alternativas de água para fins não potáveis, como o aproveitamento de água pluvial e o reúso de água; e limitar o consumo de água nos aparelhos por meio da instalação de dispositivos economizadores. Já na subcategoria de gerenciamento de água pluvial, o requisito é gerenciar o volume destinado ao sistema público, por meio da coleta e da infiltração. Na subcategoria de gerenciamento de água potável, o requisito é medir o consumo por meio do uso de sistema de medição individualizada.

Nesse contexto, destaca-se a que os protocolos que avaliam a manutenção para tecnologias sustentáveis são escassos ou quase inexistentes, o que implica em dados deficitários quanto às mensurações de desempenho, ciclo de vida útil e custos para esse tipo de edificação. Além disso, uma das barreiras na implementação de edifícios verdes é a manutenção, pois, apesar de ter apelo sustentável, muitas vezes o edifício não é construído de maneira sustentável em razão da falta de considerações de manutenção no estágio de projeto e/ou negligências nas etapas de operação e manutenção (CHEW; CONEJOS; ASMONE, 2017).

Seguindo outra vertente científica, porém de grande utilidade para uso concomitante com as ferramentas anteriormente citadas, o sistema de gerenciamento de construção baseado em *Building Information Modeling* (BIM) fornece cenas virtuais de construção em que vários participantes podem se comunicar e cooperar, melhorando a eficiência e a segurança da gestão de sistemas *Mechanical, Electrical and Plumbing* (MEP) durante o período de operação e manutenção. Cada sistema (esgoto, água fria, proteção contra incêndio, elétrico etc.) é uma combinação de vários componentes, como equipamentos, tubos e fios, que possuem relações lógicas entre si, e a tecnologia BIM permite que sejam inseridas informações nesses componentes, tais como durabilidade, resistência, desempenho, dados de inspeção e informações sobre manutenções. Com esses dados, o gestor de manutenção pode acessá-los durante as atividades de manutenção e ainda utilizar um ambiente virtual 3D com detalhes de arquitetura e os componentes de seus sistemas (HU *et al.*, 2016).

No entanto, a informação apresentada é complexa de interpretar em razão da quantidade de conjuntos de propriedades, podendo ocasionar baixa eficiência, principalmente quando grandes quantidades de conjuntos estão contidas em um único arquivo *Industry Foundation Classes* (IFC). Portanto, para auxiliar os gestores de manutenção é ideal que se estabeleça uma extensão IFC incluindo informações de manutenção e reparo (requisitos de desempenho, características do sistema, dados de inspeção), compreendendo a visualização 3D e um sistema integrado que reconheça e capture essas informações de operação e manutenção das instalações, para apoiar as operações preventivas e corretivas e demonstrar claramente como a edificação está organizada. Esse estudo fornece bases

para o planejamento de todo o período de operação e manutenção, definindo o caminho para o processo de inspeção e realização das atividades. Os autores ainda relatam que experimentos em projetos reais mostram que esse método fornece uma redução de cerca de 60% na carga de trabalho, nos quais gestores de manutenção concordaram que a aplicação do BIM nos processos de gestão poderia poupar tempo de consulta e melhorar o gerenciamento de informações, porém a aplicação dessa ferramenta demanda investimento extra e mudanças no processo de trabalho (HU *et al.*, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As manifestações patológicas nos SPHS são frequentemente relatadas pelos usuários, porém poucas pesquisas têm avaliado os seus efeitos socioeconômicos. De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, observa-se que essas manifestações patológicas, especialmente os vazamentos, têm causado prejuízos financeiros em razão dos reparos, além de requerer tempo do usuário para resolver os problemas e gerar situações de estresse. Embora muitas falhas estejam associadas à ausência ou insuficiência de manutenção preventiva, essa prática ainda é deficiente nas edificações, sendo geralmente realizada a manutenção corretiva.

Diversas medidas podem ser tomadas em ações de manutenção para melhorar e manter as condições de operação dos sistemas, como limpeza e monitoramento de reservatórios a fim de manter a potabilidade da água, zelando pela saúde dos usuários, regulação dos aparelhos com o objetivo de evitar desperdício de água, entre outras. Porém, algumas barreiras podem dificultar a prática da manutenção, como o custo dos serviços e dos materiais, a complexidade na gestão da manutenção, a falta de conscientização dos usuários, a escassa orientação sobre os processos de manutenção e a pouca cultura de realização da manutenção preventiva. Essas barreiras tendem a prejudicar o desempenho dos edifícios, bem como reduzir sua vida útil. Em relação aos custos da manutenção, os estudos abordados apontam algumas medidas que podem minimizá-los, como a participação dos usuários na gestão da manutenção, os manuais de operação, os orçamentos equilibrados, realizar reparos no tempo correto, realizar manutenção preventiva, entre outras. Além disso, deve-se considerar os tipos de sistemas e materiais a serem empregados ainda na concepção de projeto, os quais devem ser escolhidos com base no desempenho que apresentam, bem como na viabilidade técnica, ambiental e financeira que fornecem. Aparelhos economizadores de água ou sistemas de aproveitamento de água pluvial, por exemplo, além de proporcionar vantagens ambientais, podem proporcionar vantagens financeiras, principalmente quando a tarifa de água é elevada.

Para que a manutenção possa contribuir no desempenho dos sistemas, é necessário investimento e treinamentos das equipes de manutenção, elaboração de programas efetivos de manutenção e a própria conscientização dos usuários. Sendo assim, é importante conhecer a percepção dos usuários em relação à operação e à manutenção da edificação, o que pode ser alcançado com pesquisas de satisfação. Assim, é possível identificar potencialidades e dificuldades, bem como melhorar o desempenho da edificação.

Alguns estudos apresentam propostas para garantir um gerenciamento de manutenção predial eficaz, enquanto outros demonstram que a escolha por materiais com o escopo de redução de consumo pode ser um atrativo interessante para a manutenção da qualidade da edificação. Nessa perspectiva, ferramentas têm sido desenvolvidas a fim de avaliar o desempenho das edificações

e seus sistemas, bem como a suscetibilidade a riscos. Essas ferramentas podem auxiliar na tomada de decisões, na constante melhoria de programas de manutenção e até mesmo na concepção de projetos. Assim, verifica-se um panorama positivo para o aspecto da manutenção de sistemas prediais, em que se tem buscado avançar nas tecnologias de gestão da manutenção e aumentar a conscientização da sua importância.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Bottega, G.S.S.: Curadoria de Dados, Análise Formal, Escrita – Primeira Redação, Metodologia. Roscoff, N.: Curadoria de Dados, Análise Formal, Escrita – Primeira Redação. Pilz, S.E.: Supervisão, Escrita – Revisão e Edição. Dalcanton, F.: Supervisão, Escrita – Revisão e Edição. Costella, M.F.: Supervisão, Metodologia, Escrita – Revisão e Edição.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, A.C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 1005-1015, 2017. <http://doi.org/10.1590/s1413-41522016130494>
- ALI, A.; KAMARUZZAMAN, S.; SULAIMAN, R.; PENG, Y.C. Factors affecting housing maintenance cost in Malaysia. *Journal of Facilities Management*, v. 8, n. 4, p. 285-298, 2010. <https://doi.org/10.1108/14725961011078990>
- AMORIM, G.M.; QUINTÃO, E.C.V.; MARTELLI JÚNIOR, H.; BONAN, P.R.F. Prestação de serviços de manutenção predial em estabelecimentos assistenciais de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, n. 1, p. 145-158, 2013. <http://doi.org/10.1590/S1413-81232013000100016>
- AMORIM, S.V.; BENEDICTO, S.M.O. Desempenho de sistema predial de água quente. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13. 2010, Canela. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2010.
- ARANTES, G.M.; BRANDSTETTER, M.C.G.O. Proposta de aplicação do gerenciamento de risco em sistemas hidrossanitários prediais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 9.; ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, 6., 2015, São Carlos. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2015.
- BARROS, F.A.; SILVA, D.V.C.; PAES, R.P.de. Instalações prediais hidráulicas e sanitárias em escolas públicas: patologias e satisfação dos usuários. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 11, n. 2, p. 39-50, 2016. <https://doi.org/10.5216/reec.V11i2.32880>
- CAO, Y.; WANG, T.; SONG, X. An energy-aware, agent-based maintenance-scheduling framework to improve occupant satisfaction. *Automation in Construction*, v. 60, p. 49-57, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.002>
- CASTILHO, C.P.; OLIVEIRA, L.H. Avaliação de desempenho de sistemas prediais de água não potável de edifícios residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.
- CHENG, C.L.; LIAO, W.J.; LO, C.S.; PENG, J.J. A tool for detecting and diagnosing faults in the drainage systems of existing buildings. *Indoor and Built Environment*, v. 26, n. 1, p. 108-118, 2017. <https://doi.org/10.1177/1420326X15606791>
- CHEW, M.Y.L.; CONEJOS, S.; ASMONE, A.S. Developing a research framework for the green maintainability of buildings. *Facilities*, v. 35, n. 1/2, p. 39-63, 2017. <http://dx.doi.org/10.1108/F-08-2015-0059>
- VIEIRA, P.C.C.; MOYA, J.R.; SOUZA, J.A.S. Patologias nas instalações prediais de esgotos sanitários: diagnóstico de propostas terapêuticas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL NA RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2015, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: NPPG, 2015.
- SILVA, S.F. da.; BRITTO, V.; AZAVEDO, C.; KIPERSTOK, A. Rational consumption of water in administrative public buildings: the experience of the Bahia administrative center, Brazil. *Water*, v. 6, n. 9, p. 2552-2574, 2014. <https://doi.org/10.3390/w6092552>
- SILVA, N. de.; RANASINGHE, M.; SILVA, C.R. de. Risk factors affecting building maintenance under tropical conditions. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, v. 17, n. 3, p. 235-252, 2012. <https://doi.org/10.1108/13664381211274353>
- FAKHRUDIN, I.H.; SULEIMAN, M.Z.; TALIB, R. The need to implement Malaysia's Building and Common Property Act 2007 (Act 663) in building maintenance management. *Journal of Facilities Management*, v. 9, n. 3, p. 170-180, 2011. <https://doi.org/10.1108/14725961111148081>
- FAROOQI, O.E.; LOGANATHAN, G.V.; EDWARDS, M.A.; BOSCH, D. Copper pinhole failures: plumbing susceptibility and management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 135, n. 4, p. 227-236, 2009. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2009\)135:4\(227\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2009)135:4(227))
- HU, Z.Z.; ZHANG, J.P.; YU, F.Q.; TIAN, P.L.; XIANG, X.S. Construction and facility management of large MEP projects using a multi-scale building information model. *Advances in Engineering Software*, v. 100, p. 215-230, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advengsoft.2016.07.006>
- ILHA, M.S.O.; CAMPOS, M.A.S. Qualidade de investimentos no uso de água pluvial: Particles Swarm Optimization para a maximização do valor presente líquido. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, n. 4, p. 373-382, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-415220140190000000379>
- ILHA, M.S.O.; OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O.M. Environmental assessment of residential buildings with an emphasis on water conservation. *Building Services Engineering Research and Technology*, v. 30, n. 1, p. 15-26, 2009. <https://doi.org/10.1177/0143624408098274>
- KALBUSCH, A.; GONÇALVES, F.; CUREAU, R.J.; DEFAVERI, D.; RAMOS, D.A. Avaliação das condições de operação de equipamentos hidrossanitários em edificações públicas. *Ambiente Construído*, v. 18, n. 1, p. 393-408, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000100228>
- KLECZYK, E.J.; BOSH, D.J. Incidence and costs of home plumbing corrosion. *Journal AWWA - American Water Works Association*, v. 100, n. 12, p. 122-133, 2008. <https://doi.org/10.1002/j1551-8833.2008.tb09804.x>

- LEAL, C.M.S.; BATISTA, A.P.S.; FUZARI, D.G. Diagnóstico da manutenção preventiva das instalações prediais de água fria do CEFET-PB, unidade João Pessoa. *Principia*, n. 16, p. 47-56, 2008. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n16p47-56>
- LEE, J.; KLECZYK, E.; BOSCH, D.; TANELLARI, E.; DWYER, S.; DIETRICH, A. Case study: preference trade-offs toward home plumbing attributes and materials. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 135, n. 4, p. 237-243, 2009. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2009\)135:4\(237\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2009)135:4(237))
- MATTOS JUNIOR, V.H.C. *Manutenção e desempenho em habitações de interesse social*. 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão do Ambiente Construído)-Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.
- MIRSHAMS, R.A case study on using corrosion analysis in forensic engineering. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, v. 17, n. 4, p. 642-646, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11668-017-0293-4>
- MOSEKI, L.K.; TEMBO, E.; CLOETE, C.E. The principles and practice of facilities maintenance in Botswana. *Journal of Corporate Real Estate*, v. 13, n. 1, p. 48-63, 2011. <https://doi.org/10.1108/14630011111120341>
- MYEDA, N.E.; KAMARUZZAMAN, S.N.; PITT, M. Measuring the performance of office buildings maintenance management in Malaysia. *Journal of Facilities Management*, v. 9, n. 3, p. 181-199, 2011. <https://doi.org/10.1108/14725961111148090>
- PEREIRA, N.B.; RODRIGUES, R.C.; ROCHA, P.F. Post-occupancy evaluation data support for planning and management of building maintenance plans. *Buildings*, v. 6, n. 4, 2016. <https://doi.org/10.3390/buildings6040045>
- RAMOS, H.R. *Manutenção de sistemas hidráulicos prediais: manual de intervenção preventiva*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.
- ROCHA, H.F. Importância da manutenção predial preventiva. *Holos*, ano 23, v. 2, p. 72-77, 2007. <https://doi.org/10.15628/holos.2007.104>
- ROCHA, P.; RODRIGUES, R.C. Bibliometric review of improvements in building maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 23, n. 4, p. 437-456, 2017. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2016-0030>
- SANTOS, F.M.A.S.; HIPPERT, M.A.S. Gestão da manutenção e a NBR 15.575/2013. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.
- SARVER, E.; EDWARDS, M. Inhibition of copper pitting corrosion in aggressive potable waters. *International Journal of Corrosion*, 2012. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/857823>
- SCURACCHIO, P.A.; FARACHE FILHO, A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v. 22, n. 4, p. 641-647, 2011.
- SILVA, S.R.; HELLER, L.; VALADARES, J.C.; CAIRNCROSS, S. O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 4, p. 521-532, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522009000400012>
- TEIXEIRA, P.C.; REIS, R.P.A.; GNIPPER, S.F.; MONTEIRO, J.V.F. Estudo de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários do prédio do ciclo básico II da Unicamp. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 2, n. 1, p. 34-50, 2011. <https://doi.org/10.5216/reec.v2i1.15124>
- TENÓRIO, D.D.; ALMEIDA, L.D.; QUINTAES, F.O. Sistema de gestão de manutenção aplicado no IFRN Campus Mossoró. *Holos*, v. 4, n. 25, p. 127-135, 2009. <https://doi.org/10.15628/holos.2009.355>
- TOYOSADA, K.; OTANI, T.; SHIMIZU, Y.; MANAGI, S. Water quality study on the hot and cold water supply systems at vietnamese hotels. *Water*, v. 9, n. 4, 2017. <https://doi.org/10.3390/w9040251>
- VASCONSELOS, A.P.O. *Manutenção preventiva em instalações de edifícios*. 2005. Dissertação (Mestrado em Reabilitação do Patrimônio Edificado) - Universidade do Porto, Porto, 2005.
- VILLANUEVA, M.M. *A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação*. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2015.
- YAU, Y.; CHING-WING HO, D.; CHAU, K.; LAU, W. Estimation algorithm for predicting the performance of private apartment buildings in Hong Kong. *Structural Survey*, v. 27, n. 5, p. 372-389, 2009. <https://doi.org/10.1108/O2630800911002639>
- WEERASINGHE, R.P.N.P.; SANDANAYAKE, Y.G. Collaborative facilities management model: Sri Lankan perspective. *Built Environment Project and Asset Management*, v. 7, n. 3, p. 284-299, 2017. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2016-0004>