XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

MANUTENÇÃO E PATOLOGIAS DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS – UM MAPEAMENTO SISTÊMICO[1]

MORAIS, Lucas (1); PAULA, Heber (2); REIS, Ricardo (3)

(1) Universidade Federal de Goiás, lucas.salomao@ufg.br
(2) Universidade Federal de Goiás, heberdepaula@ufg.br
(3) Universidade Federal de Goiás, ricardo_reis@ufg.br

RESUMO

A manutenção das instalações hidráulico-sanitárias é de suma importância considerando as peculiaridades desse sistema, o desgaste natural e o envelhecimento das peças. As demandas de reabilitação e intervenção podem virar um gargalo quando a manutenção não é realizada de forma regular e eficiente. O objeto de estudo deste artigo é a revisão de literatura da manutenção e das patologias de instalações hidráulico-sanitárias, a fim de catalogar, por meio das bases de dados indexadas, as contribuições científicas relacionadas ao tema, a partir de palavras-chave pré-determinadas. A utilização do Mapping Study proporcionou a catalogação de todo o material, a classificação por vertentes, a análise das tendências de estudo e as lacunas existentes, que são oportunidades de novas pesquisas. Observou-se que trabalhos focados na manutenção dos sistemas são mais numerosos que aqueles que avaliam a relação da ocorrência de patologias oriundas pela falta de manutenção adequada. Pesquisas sobre os métodos e técnicas de manutenção dos sistemas sanitários são mais exploradas que nos sistemas hidráulicos. Devido as características das instalações sanitárias, o estudo das patologias nesses sistemas também tem maior destaque.

Palavras-chave: *Sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Patologias de construção. Manutenção predial.*

ABSTRACT

The maintenance of building plumbing and sanitary facilities is of paramount importance considering the peculiarities of this system, the natural wear and aging of the parts. Rehabilitation and intervention demands can become a bottleneck when maintenance is not carried out regularly and efficiently. The object of study of this article is the literature review of the maintenance and pathologies of building plumbing and sanitary facilities, in order to catalog, through indexed databases, the scientific contributions related to the theme, based on pre-defined keywords. The use of the Mapping Study provided the cataloging of all the material, the classification by strands, the analysis of study trends and the existing gaps, which are opportunities for new research. It was observed that studies focused on the maintenance of systems are more numerous than those that assess the relationship between the occurrence of pathologies arising from the lack of adequate maintenance. Research on methods and techniques for maintaining sanitary systems is more explored than in hydraulic systems. Due to

[1] MORAIS, Lucas; PAULA, Heber; REIS, Ricardo. Manutenção e Patologias de Instalações Hidráulico-Sanitárias: um Mapeamento Sistêmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

the characteristics of the sanitary facilities, the study of pathologies in these systems is also more prominent.

***Keywords**: Building Plumbing and Sanitary Systems. Building Pathologies. Building maintenance.*

1 INTRODUÇÃO

A NBR 5674 (ABNT, 2012) define a manutenção predial como as intervenções realizadas que tem o objetivo de conservar e reabilitar a capacidade de funcionamento das edificações. Além de vários fatores inevitáveis, como o desgaste natural e envelhecimento, a execução de uma manutenção deficiente ou irregular pode aumentar a ocorrência de patologias e ainda agravar as existentes (TEIXEIRA *et al.* 2011). À medida que a idade de um edifício aumenta, maior é a necessidade da execução da manutenção, que muitas vezes não é realizada. A falta de conhecimento é um dos fatores que incrementam a não realização desses procedimentos, o que causa intervenções inesperadas e um custo bem mais elevado para essas correções (ROCHA e RODRIGUES, 2016).

A manutenção para ser eficiente e satisfatória deve ser vista de forma técnica e não improvisada (FERREIRA, 2010), considerando que a realização da manutenção sem técnica pode levar a falha e maiores expensas (MORAIS e LORDSLEEM, 2018), levando ao excesso de execução de práticas de manutenção corretiva de grandes vultos.

Devido a heterogeneidade dos sistemas prediais hidráulico-sanitários, que são compostos por diferentes equipamentos e componentes (tubos, vedações, registros, bombas, acessórios e outros) e considerando a sua relação com diversos outros sistemas de forma dinâmica (ILHA, 2009), as instalações hidráulico-sanitárias apresentam uma complexidade particular. As especificidades desses sistemas fazem com que a sua manutenção seja primordial para o uso confortável das edificações (TEIXEIRA *et al.* 2011), considerando que a maioria das demandas de serviços de reabilitação tem origem nessas instalações (MORAIS e LORDSLEEM, 2018).

Nessa perspectiva, este artigo tem como objetivo principal investigar e expor o cenário das pesquisas relacionadas diretamente com a manutenção e patologias de instalações hidráulico-sanitárias, através do Mapping Study (mapeamento sistêmico), além de apresentar as perspectivas de novas direções de estudo e possíveis lacunas relacionadas ao tema.

2 MÉTODOS

No desenvolvimento da pesquisa, foi utilizada a metodologia do Mapping Study, ou mapeamento sistêmico, que tem o objetivo de investigar e mapear estudos em andamento e os já concluídos a respeito de um determinado tema, adotando como orientadores e limitadores palavras-chave. Se dá a partir do levantamento de material científico nos bancos de dados e envolve o tratamento e avaliação das informações, classificação e catalogação. Os resultados esperados são a identificação das principais vertentes estudadas, as lacunas existentes acerca do tema, os países de origem dos estudos e os periódicos de maior destaque onde os artigos são publicados (BAILEY *et al.* 2007).

Diversos autores que fizeram uso dessa metodologia, como Paula *et al.*, (2016), Rodrigues *et al.*, (2017), Bonfim *et al.*, (2017) e Fernandes *et al.*, (2017) destacam o Mapping Study com uma ferramenta eficiente de revisão de literatura que entrega bons resultados na caracterização do estado da arte sobre um determinado assunto.

Para a realização dos levantamentos, as bases de dados bibliográficos utilizadas foram o Portal de Periódicos oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES, 2020), Compendex (ENGINEERING VILLAGE, 2020), Scopus (2020) e os anais dos congressos CIB W062 e SISPRED. As pesquisas foram realizadas durante o mês de fevereiro de 2020 e todos os acessos foram através da rede da Universidade Federal de Goiás.

Fazendo uso dos recursos oferecidos pelas ferramentas de busca, como operadores booleanos e aspas, foram definidas as seguintes palavras-chave para a realização da pesquisa: (a) "Plumbing and sanitary building systems" (b) "Building pathology" AND "Building systems" (c) "Building maintenance" AND "Building systems". Os filtros aplicados foram "Periódico revisado por pares" ou "journal article" e o intervalo dos últimos 20 anos. Foram considerados os idiomas português, espanhol e inglês e não foi aplicado filtro de restrição de área de conhecimento. Nas pesquisas realizadas nas bases de dados dos congressos, não foi utilizada a palavra-chave (a), devido a temática dos eventos que tem relação direta ao assunto.

Após as buscas, foi realizada a leitura dos títulos de cada artigo, para identificar os aderentes ao escopo da pesquisa e salvá-los em uma lista dentro das próprias páginas das bases. Essas listas foram importadas em formato BibTex para acesso fora da rede de internet. Esses arquivos foram abertos dentro do Programa JabRef® para acesso dos dados das publicações. A partir desse programa, realizou-se a remoção de títulos duplicados e a leitura dos resumos dos artigos selecionados.

Na leitura dos resumos, foi realizada uma segunda seleção, descartando novamente artigos que não tivessem relação direta com o tema em estudo. Nos que tinham ligação ao assunto, realizou-se a identificação das vertentes e tendências de pesquisa. Por fim, os artigos selecionados foram exportados do programa JabRef® para uma planilha no Microsoft Excel® para tratamento e organização dos dados a partir de filtros, gráficos e tabelas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Realizada a coleta, a análise e avaliação dos dados bibliográficos obtidos, estes foram organizados de forma a alcançar os objetivos do Mapping Study. Todos os dados foram organizados em função das palavras-chave pré-determinadas.

A Tabela 01 apresenta o número de artigos obtidos dentro das bases de dados científicos na pesquisa inicial, após a análise de título dos trabalhos, depois da remoção das duplicatas e posterior a leitura dos resumos. Ao final, o resultado obtido foi um banco de dados bibliográficos composto de 181 artigos aderentes diretamente à temática do trabalho, divididos entre as três palavras-chave escolhidas.

Tabela 01 - Resultados obtidos no Mapping Study

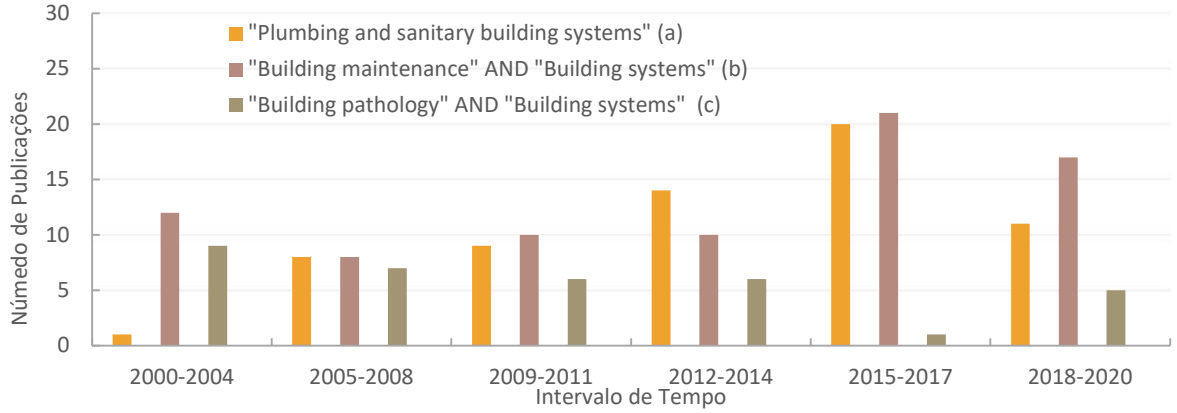
Bases de Dados	**Palavras Chaves**					
	(a) "Plumbing and sanitary building systems"		(b) "Building pathology" AND "Building systems "		(c) "Building maintenance" AND "Building systems"	
	Número de Artigos					
	Inicial	Título Aderente	Inicial	Título Aderente	Inicial	Título Aderente
Periódicos Capes	617	67	14	6	182	43
Scopus	10	1	2	-	-	-
Compendex	28	17	1	1	16	15
CIB W062	-	-	3	3	143	61
SISPRED (2009, 2011 e 2019)	-	-	-	-	2	2
Sub-Total	**655**	**85**	**20**	**10**	**343**	**121**
Artigos selecionados após retirar as repetições	81		9		118	
Artigos selecionados após leitura do resumo	63		7		111	
Total	**181**					

Fonte: Autoria Própria

Através da Tabela 01, observa-se que a palavra-chave (a) foi a que mais apresentou resultados iniciais. Isso se justifica devido a abrangência dos termos utilizados. Porém, após todo o processo do mapeamento, somente 9,62% dos artigos iniciais da palavra-chave (a) foram totalmente aderentes à área de pesquisa. Também é perceptível que o número de artigos das palavras-chave (a) e (c) correspondem a 96,13% do acervo obtido, o que indica uma possível lacuna de pesquisas relacionadas as patologias nos sistemas prediais hidráulico-sanitários.

O desenvolvimento de pesquisas ao longo dos anos em função das palavras-chave é apresentado no gráfico da Figura 01. Nota-se que artigos relativos as palavras-chave (a) e (b) sempre tiveram destaque nas pesquisas ao longo dos anos, enquanto que trabalhos ligados às patologias nos sistemas prediais hidráulico-sanitários estiveram em queda ao longo do período estudado.

Figura 01 – Número de publicações em função de intervalo de tempo e palavras-chave



Fonte: Autoria Própria

Tratando dos artigos publicados em periódicos internacionais a revista MATEC Web of Conferences foi a de maior ocorrência de publicações com o percentual de 11%, seguido das revistas Consulting Specifying Engineer e ASHRAE Journal, com oito publicações cada (Tabela 02). Durante o levantamento, foi encontrada uma grande diversidade de revistas, o que indica que não há um periódico que publique exclusivamente sobre o assunto.

Tabela 02 - Principais ocorrências de periódicos internacionais com publicação nas palavras chaves selecionadas

Principais Periódicos	Ocorrência
MATEC Web of Conferences	13
Consulting Specifying Engineer	8
ASHRAE Journal	8
Water Journal	6
Facilities Journal	6
Building Services Engineering Research & Technology	6
International Journal of Building Pathology and Adaptation	4
Outros	67

Fonte: Autoria Própria

Para a avaliação das vertentes, os artigos foram divididos em dois tópicos: I - Patologias de Construção nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários e II - Manutenção nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Após a realização da leitura minuciosa dos resumos dos artigos selecionados foram identificadas as principais vertentes, como apresentado na Tabela 03. As Figuras 02 e 03 apresentam em termos quantitativos a ocorrência de cada vertente em função dos tópicos da pesquisa.

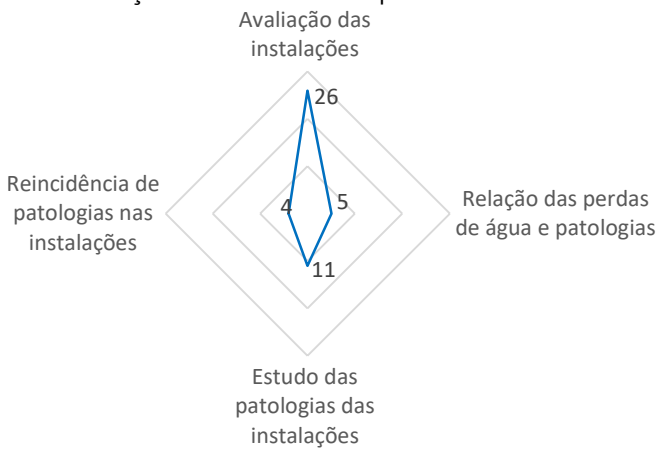
De modo geral, o tópico II apresentou um número consideravelmente maior de artigos que o tópico I. Dentro do tópico II, as vertentes que mais tem sido objeto de pesquisa dos autores foram os Métodos (técnicas) de manutenção, com 50 ocorrências e Medidas de sustentabilidade na manutenção, com 23 estudos verificados. Por outro lado, a vertente menos explorada foi o Ciclo de vida das edificações, com 8 ocorrências. No tópico I, as vertentes mais estudas foram a Avaliação das instalações, com 26 ocorrências e o Estudo das patologias das instalações, com 11 estudos encontrados. A Reincidência de patologias nas instalações foi a vertente que menos publicou artigos, com 4 estudos verificados.

Tabela 03 - Relação das Vertentes identificadas em função dos tópicos temáticos após a leitura dos resumos dos artigos

Tópico Temático	Vertente Identificada
Tópico I - Patologias de construção nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	• Avaliação das instalações • Relação das perdas de água e patologias • Estudo das patologias das instalações • Reincidência de patologias nas instalações
Tópico II - Manutenção nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	• Ciclo de vida das edificações • Métodos (técnicas) de manutenção • Medidas de sustentabilidade na manutenção • Reformas e reabilitação de instalações • Uso de Hardwares e softwares para gerenciamento • Custos de manutenção

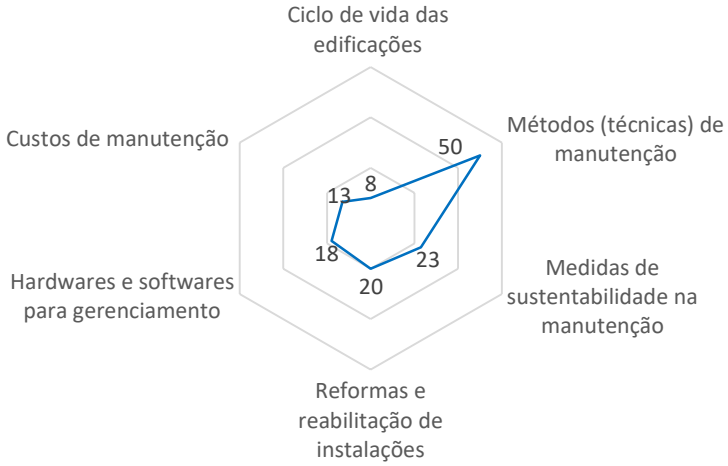
Fonte: Autoria Própria

Figura 02 – Número de publicações em função das vertentes identificadas no tópico I - Patologias de Construção nos Sistemas prediais hidráulicos e sanitários



Fonte: Autoria Própria

Figura 03 Número de publicações em função das vertentes identificadas no tópico II - Manutenção Predial nos Sistemas prediais hidráulicos e sanitários



Fonte: Autoria Própria

A relação entre a manutenção dos sistemas hidráulico-sanitários e a ocorrência de patologias é bastante estreita, considerando que a falta da primeira ocasiona uma maior incidência da segunda. A eficiência da manutenção desses sistemas é relacionada, principalmente, com variabilidade de mão de obra que atua no operacional, com o nível de ocupação dos espaços e com a idade do edifício (SHOHET, 2003).

Conforme observado no mapeamento, várias técnicas para gerenciamento da manutenção são objetos de estudo, como o FDD - Automated Fault Detection and Diagnostics (KATIPAMULA e BRAMBLEY, 2005), FMEA – Failure Mode Effect Analysis (DAS e CHEW, 2011), BMDSS - Building Maintenance Decision Support System (LANGEVINE *et al.*, 2005) e o BARMS - Building Augmented Reality Maintenance System (DIAO e SHIH, 2019), sendo que algumas fazem o uso de *softwares*. Outras técnicas podem utilizar *hardwares* para a detecção de falhas e patologias, conforme exposto por Dyer e Guyer (2017).

Considerando os artigos que tratam da manutenção das instalações, aqueles que abordam exclusivamente da manutenção dos sistemas de esgoto sanitário ou rede única (esgoto e água pluvial na mesma tubulação) somam 47,37%, para os sistemas

hidráulicos de água fria e quente 32,89%, enquanto artigos que tratam dos dois sistemas somam 19,74%. Na avaliação das patologias pesquisadas pelos autores, as mais observadas nos sistemas prediais sanitários foram: dimensionamento inadequado, pressões positivas ou negativas excessivas, vazamentos, mal cheiro, entupimentos, mal funcionamento de fechos hídricos e excesso de ruídos. Nas instalações hidráulicas de água fria e quente, as patologias mais estudadas foram: o desenvolvimento da bactéria *Legionella* nas tubulações e os vazamentos visíveis e ocultos.

Também foram artigos com incidência considerável aqueles que fazem avaliação das instalações hidráulico-sanitárias em órgãos públicos ou escolas como, por exemplo, Barros *et al.* (2015), Teixeira *et al.* (2011), Besiktepe *et al.* (2019), Morais e Lordsleem (2018) e Lavy e Bilbo (2008).

4 CONCLUSÕES

Após o uso do Mapping Study como método na realização da revisão bibliográfica, foi possível alcançar resultados satisfatórios e amplos, com um banco de dados de 181 artigos relacionados à proposta deste estudo. Dentro da metodologia aplicada, identificou-se o histórico de pesquisas e os periódicos relativos ao tema.

Os trabalhos com foco na manutenção dos sistemas hidráulico-sanitários são bem mais numerosos que aqueles que avaliam a perspectiva da relação entre a ocorrência das patologias e a manutenção dentro das instalações. A manutenção de instalações de esgoto sanitário (inclusive aquelas de rede única), a ocorrência de patologias nessas redes e novas técnicas para evitá-las, equivalem à dois terços das publicações, enquanto que estudos exclusivos da manutenção da rede hidráulica de água fria e quente são minoria. Por consequência, as patologias de sistemas hidráulicos são menos exploradas e se baseiam praticamente nos estudos dos vazamentos ocultos ou não. Em geral, devido as características das instalações hidráulicas, as patologias são menos detectáveis, enquanto que nos sistemas sanitários, suas particularidades podem dar vários indícios de pontos de falha, como o mau cheiro, por exemplo.

Através da revisão, é comprovada a importância da manutenção dos sistemas prediais hidráulico-sanitários para o uso adequado e confortável das edificações, que deve ser realizada de forma técnica e planejada. Os resultados do mapeamento podem auxiliar e orientar o desenvolvimento de estudos realizados na área, se observadas as tendências de pesquisas e as lacunas existentes nessa temática.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012

BAILEY, J; BUDGEN, D; TURNER, M; KITCHENHAM, B; BRERETON, P; LINKMON, S. Evidence relating to Object Oriented software design: A survey. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement**. Computer Society**, 2007.

BARROS, F. A; SILVA, D. V. C; PAES, R. P. Instalações Prediais Hidráulicas e Sanitárias em escolas Públicas: Patologias e Satisfação dos Usuários, 2015. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 2, p. 39-50. 2016.

BESIKTEPE, D; OZBEK, M. E; ATADERO, R. A. Analysis of the Maintenance Work Order Data in Educational Institutions, **Interdependence between Structural Engineering and Construction Management**, v. 03, p. 03-6, 2019.

BONFIM, W. B; BALDIN, V; PEREIRA, R. R; PAULA, H. M. Lama residual de usinas de concreto: características e aplicações na confecção de blocos. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 2, p. 32 - 43, 2017.

DAS, S; CHEW, M. Y. L. Generic Method of Grading Building Defects Using FMECA to Improve Maintainability Decisions. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 25, n. 6, p. 522 – 533, 2011.

DIAO, P; SHIH, N. BIM-Based AR Maintenance System (BARMS) as an Intelligent Instruction Platform for Complex Plumbing Facilities**. Applied Sciences**, v. 9, p. 2 – 12, 2019.

DYER, M. S; GUYER, E. P. Plumbing Hardware Failure Analyses. **J Fail. Anal. and Preven**., v. 17, p. 23 – 29, 2017.

FERNANDES, F. G; FERNANDES, G. R; PAULA, H. M. Mapeamento Sistemático de Referências da Análise de placas compostas por materiais heterogênos através de uma abordagem em multiescala**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n. 2, p. 176 - 188, 2018.

FERREIRA, H.C. (2010), "**The property maintenance in the face of the norm NBR 5674/1999** – **maintenance of buildings** – **procedure**", Specialization Monograph, Federal University of Paraná, Curitiba.

ILHA, M. S. O. A investigação patológica na melhoria dos sistemas prediais hidráulico-sanitários. **Hydro**, Aranda, São Paulo, a. 30, n. 30, p.60-65, abr. 2009.

KATIPAMULA, S; BRAMBLEY, M. R. Methods for Fault Detection, Diagnostics, and Prognostics for Building Systems—A Review, Part I. **Hvac&R Research**, v. 11, n. 1, p. 3 – 25, 2004.

LANGEVINE, R; ALLOUCHE, M; ABOURIZK, S; NICOLL, J. A building maintenance decision support system, In: Proceedings **- 33rd CSCE Annual Conference 2005**: 1st Specialty Conference on Infrastructure Technologies, Management and Policies, June 2-4. 2005, Canada.

LAVY, S. BILBO, D. L. Facilities maintenance management practices in large public schools, Texas. **Facilities maintenance management**, v. 27, n. 1/2, p. 5-20. 2009.

MORAIS, G.A.T; LORDSLEEM, A. C. Building maintenance management activities in a public institution. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Brasil, v. 26, n. 1, p. 85-103. 2019

PAULA, H. M. D; ILHA, M. S. D. O. Uso da Moringa oleifera no tratamento de águas residuárias de usinas de concreto: mapeamento sistemático. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 1, p. 50 - 60, 2016.

ROCHA, P; RODRIGUES, R. C. Bibliometric review of improvements in building maintenance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, Portugal, v. 23, n. 4, p. 437-456. 2017

SHOHET, I.M. Key performance indicators for maintenance of health-care facilities. **Facilities Maintenance management**, v. 21, n. 1/2, p. 5-12, 2003.

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. Campinas – SP, 2011. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, nº 2, volume 1.