

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**Gestão da manutenção predial: Definição de práticas e ferramentas
a partir de conceitos aplicados da indústria 4.0 na construção civil**

Matheus Inglês Timafejn

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de São Carlos como parte dos
requisitos para a conclusão da
graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

São Carlos
2021

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia a minha mãe Janete, meu pai Sérgio, minha namorada Letícia e a todos familiares, amigos e professores que colaboraram para minha formação profissional e pessoal

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos os meus pais, Sérgio e Janete, e familiares, que me apoiaram e me incentivaram diante de decisões importantes e dificuldades. À Letícia, namorada e grande amiga, por me acompanhar nessa jornada sempre com bons conselhos e me contagiar com sua forma simples e agradável de pensar e viver a vida.

Aos meus grandes amigos do grupo “TNND” (Thales Carneiro, Mateus Quito, Bruno Furlam, Breno Oscar e Stefano Amaral, Lucas Holanda, Fernando Medeiros, Bruno Lipi, Guilherme Souto, Gabriel Cruz e Gustavo Saito), que através do grande laço de amizade se tornaram fundamentais em minha vida e me proporcionaram momentos incríveis de companheirismo.

À República Capô de Fusca e à “Baguncinha” que se tornaram grandes amigos e me fizeram amadurecer e tomar grandes lições de aprendizado e de vida, e me proporcionaram momentos inesquecíveis em São Carlos.

À UFSCar, seus professores e funcionários, obrigado pela oportunidade e aprendizado, especialmente aos professores do DECiv. Ao CACiv, por me proporcionar grandes experiências, ensinamentos e colegas.

RESUMO

Com o advento da Quarta Revolução Industrial, também conhecida como a Indústria 4.0, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas e implementadas. Na Engenharia Civil, grandes mudanças vêm ocorrendo e é importante levantar um panorama geral sobre essas novas tecnologias de forma incentivar o interesse, criação, adoção e desenvolvimento dessas inovações tecnológicas. A manutenção predial é um ramo da construção civil que possui considerável espaço para evolução em seus estudos e inovações. A fase de uso e operação é a mais longa e de maior custo no ciclo de vida de uma edificação, assim, a gestão da manutenção necessita de métodos e ferramentas que auxiliem esse processo, como o uso do BIM, drones, sensores, entre outros. O presente trabalho busca reunir ferramentas, tecnologias e métodos característicos e advindos da indústria 4.0 utilizados na gestão da manutenção predial. Para tal, utilizou-se uma metodologia de pesquisa, extração, processamento e análise de dados bibliográficos de artigos, teses, entre outros, chamada de RBS (Revisão Bibliográfica Sistemática), que visa compilar e criar embasamento analítico sobre o assunto. O documento conta com duas entrevistas com um engenheiro civil e um síndico profissional que lidam diretamente com a gestão manutenção predial e nos mostram como ela é tratada atualmente e ferramentas, práticas e tecnologias utilizadas no gerenciamento. O intuito da pesquisa é favorecer cada vez mais o uso e aplicações dessas técnicas, pois os resultados de suas utilizações envolvem aumento de produtividade, qualidade, precisão e redução de prazos. Além disso, o aprimoramento e evolução da manutenção predial e sua gestão promoverão melhorias no desempenho de sistemas construtivos, redução de processos de deterioração e custos de recuperação, e assim, aumento da vida útil do edifício.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Engenharia civil, Manutenção, Gestão, Tecnologias, BIM, RBS.

ABSTRACT

Building maintenance management: Definition of practices and tools based on applied concepts from industry 4.0 in civil construction

ABSTRACT

With the advent of the Fourth Industrial Revolution, also known as Industry 4.0, new technologies are being developed and implemented. In Civil Engineering, great changes have been taking place and it is important to raise a panorama of these new technologies in order to stimulate the interest, creation, adoption and development of these technological innovations. Building maintenance is a branch of civil construction that has considerable space for evolution in its studies and innovations. The phase of use and operation is the longest and bigger cost in the life cycle of a building, so the maintenance management requires methods and tools to assist this process, such as the use of BIM, drones, sensors, among others. The present work seeks to gather tools, technologies and methods characteristic and coming from industry 4.0 used in the management of building maintenance. For such used a methodology of research, extraction, processing and analysis of bibliographical data of articles, theories, among others, known as RBS (Systematic Bibliographical Revision), which aims to compile and to create analytical basement on the subject. The intention of the research is to favor each time more the use and applications of these techniques, since the results of their uses involve increase of productivity, quality, precision and reduction of deadlines. In addition, the improvement and evolution of building maintenance and its management will promote improvements in the performance of construction systems, reduction of the deterioration processes and costs of recovery, and thus increase the useful life of the building.

Keywords: *Industry 4.0, Civil engineering, Maintenance, Management, Technologies, BIM, RBS.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ferramentas e conceitos interligados da Indústria 4.0.....	6
Figura 2 - Uso do BIM no ciclo de vida da edificação.....	9
Figura 3 - Procedimento iterativo da fase de processamento	15
Figura 4 - Processo de avaliação das condições atuais da manutenção	18
Figura 5 - Exemplo do BIM associado a inserção de fotografias na inspeção predial	20
Figura 6 - Exemplo da inserção de informações de elementos no BIM	21
Figura 7- Inspeção predial por termografia	23
Figura 8 - Inspeção por drones de telhados, infiltrações e sistemas de ventilação...	24
Figura 9 - Checklist modelo para inspeções de obras civis com drones	26
Figura 10- BMS na manutenção predial e automação	29
Figura 11-Relatório de Planos de atividades do LeanKeep	33
Figura 12-Interface do detalhamento da manutenção.....	34

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Objetivos.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	4
3. Metodologia	13
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA	13
3.1.1 Seleção de informações	14
3.1.2 Análise e avaliação dos dados.....	14
3.1.3 Sínteses dos dados	15
3.2 ENTREVISTAS	16
4. Resultados.....	17
4.1 BIM	17
4.2 Drones.....	22
4.3 Sensores e a “internet das coisas”	27
4.3.1 BMS	28
4.4 Softwares.....	30
5. Entrevistas.....	35
5.1 Entrevista 1.....	36
5.2 Entrevista 2.....	39
6. Considerações Finais	42
Referências Bibliográficas	44

1. Introdução

Tecnologias são coleções de técnicas, habilidades, saberes e métodos que são utilizados para evolução e desenvolvimento da humanidade. Nos dias de hoje, vivemos a chamada quarta revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0, ou indústria inteligente, pois baseia-se na informação digital e o compartilhamento de dados entre os componentes, tornando a ação mais adequada automaticamente. Ela é caracterizada pela mudança no modelo de indústria, com avanço da digitalização, interação entre processos, integração do meio físico com o virtual, automação, softwares e equipamentos inteligentes e demais tecnologias que visam o futuro.

No entanto, mesmo com as tendências descritas e apresentando potencial de ganho de produtividade e qualidade, a indústria da engenharia civil ainda não está inserida nesse cenário de forma satisfatória. A construção civil amplamente utilizada no Brasil ainda é predominantemente manual e artesanal. Novas tecnologias na área já são utilizadas, mas ainda não são maioria no meio, ou são pouco difundidas. Implementações de novas tecnologias enfrentam alguns obstáculos, pois muitas empresas, ainda enraizadas em métodos tradicionais, necessitam mudar sua cultura empresarial, disponibilizar diversos treinamentos para equipe e integrar a cadeia de suprimentos.

Em meio a indústria 4.0 e a nova era digital e globalizada, construtoras, empresas e indivíduos que não seguirem as tendências mundiais de modernização perderão competitividade no setor. Cada vez mais edificações complexas são construídas, exigindo maior documentação, detalhamento, especificações, planejamento, gerenciamento, conhecimento de equipe e ferramentas compatíveis. Ao se tratar de manutenção da edificação o cenário é o mesmo, todas técnicas e métodos trabalham em conjunto para melhor desempenho dos resultados.

A manutenção predial, em prática, é amplamente tratada de forma improvisada e baseada em intervenções corretivas. Atualmente, a realidade em algumas poucas empresas já é diferente, pois o negócio imobiliário e a construção civil devem acompanhar as exigências tecnológicas e tendências mundiais, que cada vez mais exigem profissionais de manutenção predial especializados e que

utilizem de ferramentas modernas de gestão. Verifica-se uma considerável evolução nos estudos da manutenção e suas potencialidades, sua função está cada vez mais direcionada para a diminuição do consumo de recursos e aumento da produtividade. O foco por formas de corrigir falhas passa a ficar de lado e um novo foco sobre formas de evitar as falhas torna-se tendência na área.

Na fase de uso e operação numa edificação, características de requisitos básicos de desempenho e durabilidade durante seu ciclo de vida devem atender as necessidades dos usuários ao longo do tempo. Muitas vezes o planejamento de custos não é destinado à fase de uso e operação do edifício, assim, gestores e proprietários acabam por não adotar métodos ou ferramentas destinados a gestão da manutenção, o que leva ao comprometimento da edificação. Além disso, processos inadequados de manutenção podem ter graves consequências, como a desvalorização do patrimônio, surgimento ou reincidência de manifestações patológicas, comprometimento da segurança do usuário ou reduzir o desempenho e vida útil da edificação.

Diante do exposto, nesse cenário de mudanças da revolução tecnológica, a utilização e busca por ferramentas, técnicas e metodologias sobre a manutenção predial, torna-se fundamental para que empresas e engenheiros apresentem resultados cada vez mais produtivos e atraentes em termos de custo, produtividade e prazo, além de continuarem cada vez mais competitivos nesse mercado em constante evolução.

1.1 JUSTIFICATIVA

É inevitável que toda e qualquer obra civil se deprecie com o tempo. Para tal, é importante que haja preocupações no momento da construção e na manutenção da edificação ao longo do tempo.

Para o desenvolvimento e crescimento de uma sociedade deve-se olhar tanto para o passado quanto para o futuro. A indústria da construção civil tem potencial e espaço para melhorias e inovações. O presente trabalho busca gerar um referencial de utilização para o auxílio na gestão de obras de manutenção ao descrever tecnologias atuais e promissoras para a indústria 4.0 da construção civil.

O desenvolvimento desta pesquisa é de grande relevância e necessidade, pois servirá como base para tomadas de decisões estratégicas para a gestão de obras preditivas. Além disso, as diversas ferramentas, softwares e equipamentos do mercado visam, em geral, a otimização do tempo, aumento de produtividade e qualidade e redução de custos, ou seja, fatores fundamentais no cenário atual competitivo.

1.2 OBJETIVOS

Levantar a existência de ferramentas e técnicas com conceitos da indústria 4.0 aplicáveis na Indústria da Construção Civil e que possam ser empregadas na gestão de manutenções prediais.

Como objetivo específico, deseja-se:

- Conhecer e compreender inovações e suas utilizações e aplicabilidades da Indústria 4.0 no campo da Construção Civil;
- Compilar e sintetizar informações sobre novas técnicas adotadas na construção civil;
- Avaliar ferramentas e tecnologias de forma a criar embasamento sobre o assunto;
- Identificar o estágio atual de aplicação destas tecnologias na manutenção predial.

2. Revisão Bibliográfica

A palavra tecnologia tem origem grega e é composta por “techne”, que significa técnica, arte e habilidade, e “logos” que significa palavras ou conjunto de saberes, ou seja, ela é um conjunto de técnicas, habilidades, conhecimentos e métodos que são utilizados em favor do desenvolvimento da humanidade. Pode-se observar a presença da tecnologia em diversas épocas no decorrer da evolução da humanidade. A construção civil é uma arte milenar que demarca importantes mudanças e momentos de desenvolvimento, em diversos povos e épocas através das mais variadas tecnologias. Ela existe desde que o ser humano deixa de ser nômade e passa a ter uma vida mais sedentária, residindo em locais fixos e desenvolvendo a agricultura para sua sobrevivência. Dessa forma, houve a necessidade de infraestrutura para moradias e acomodações locais. Posteriormente, com projetos de estruturas civis como pontes e edifícios, o termo “engenharia civil” foi amadurecido. (PORTO; KADLEC, 2018)

Na Europa Ocidental, no período do Império Romano, surge a arte de construir de maneira organizada, com novas técnicas construtivas e maior oferta de matéria-prima e trabalho escravo. Com foco em bens públicos como portos, mercados, estradas, entre outros, os romanos foram os primeiros a utilizar concreto em suas obras, constituído a partir de cinzas vulcânicas que se solidificavam de maneira resistente e dura. (PORTO; KADLEC, 2018)

Tempos depois, iniciou-se a revolução industrial e a produção em larga escala foi possível com o advento da máquina a vapor. A partir daí surgiram novas revoluções industriais com novas descobertas. A segunda Revolução Industrial formou-se pela eletricidade e a nova produção com motores elétricos. A terceira Revolução Industrial, atual na maior parte das empresas mundiais, surgiu com a computação e a informação da computação programável. (AIRES, 2017)

Atualmente, vivemos a Quarta revolução industrial, a qual surge não apenas como um novo método de produção eficaz, mas sim como um meio flexível de produção, com produtos variados e sem desperdício de tempo, pois essa nova revolução conta com a inteligência artificial, sistemas inteligentes de internet, robôs

programáveis, bancos de dados, impressão 3D e outras novas tecnologias. (CLAUDIA et al., 2013).

Essa nova revolução, quando comparada às anteriores, destaca-se nos quesitos de amplitude, velocidade, profundidade, união de tecnologias e na interação entre o meio físico, digital e biológico.(SANSON, 2017) Espera-se que no decorrer da atual revolução as tecnologias sejam incorporadas na sociedade e nos seres humanos, e que alterem as funções e o cenário da economia moderna. Como resultado, a tendência é que os efeitos dessa revolução sejam mais impactantes que as anteriores. (IBGE, 2018)

Nas novas indústrias inteligentes, as máquinas e os insumos trocam informações e dados durante as operações de forma autônoma e integrada. Compras e estoques de produtos são monitorados por dispositivos alocados na empresa, facilitando o processo logístico e criando maiores elos de integração na nova cadeia produtiva. O sistema de funcionamento da indústria 4.0 é composto por uma infraestrutura de tecnologias formadas por sistemas físicos e virtuais. com o apoio do Big Data, *Analytics*, robôs automatizados, simulações, manufatura avançada, realidade aumentada e a internet das coisas. Essas tecnologias possuem diferentes funções e finalidades, não sendo apenas a produção tratada como “inteligente”, mas também diversos outros sistemas e setores como o de rede de abastecimento, o sistema de marketing e vendas, o produto final e até mesmo o pós-venda com a manutenção dos produtos e serviços são “inteligentes”.(BECKER et al., 2018)

Figura 1 - Ferramentas e conceitos interligados da Indústria 4.0



Fonte 1- (NAKAMURA, 2019)

A Indústria da Construção Civil é um dos setores mais importantes para economia brasileira e possui grande participação no PIB (Produto Interno Bruto) nacional. De acordo com o IBGE (2018), o desempenho da construção civil esteve abaixo do desempenho médios dos anos anteriores. Em 2012, a participação no PIB nacional era de 6,5%, já em 2018, o percentual caiu para 4,5%. O crescimento do setor é diretamente relacionado ao aumento de produção e desenvolvimento de um país. Nos anos anteriores ao de 2013, o segmento passou por expansões, o que gerou demanda por novos desafios tecnológicos, inovações e profissionais cada vez mais qualificados, em favor do desenvolvimento do país, da competição entre empresas e do aumento da produtividade. (VIEIRA; KAUFFMANN, 2013) Essa demanda colaborou para a elevada taxa de participação no PIB brasileiro naqueles anos e, atualmente, é necessária para que novas técnicas e ferramentas sejam

estudadas e utilizadas a fim de movimentar a economia no setor e recuperar a competitividade e produtividade anterior.

Mesmo sendo uma indústria antiga e que representa grandes porcentagens da economia global, a construção civil é considerada lenta para a aquisição e utilização de novas tecnologias.(BALAGUER; ABDERRAHIM, 2008) É uma indústria bastante tradicionalista em sua cultura. Isso faz com que haja certa resistência para a aplicação dessas novas tecnologias. (TOLEDO; ABREU; JUNGLES, 2000)

Conforme Porto e Kadlec (2018), o processo de construção em geral é desestruturado. Percebe-se que o nível de padronização construtiva é baixo e a industrialização não é tão presente comparadas a outros setores, como o automotivo. O envolvimento de diversos agentes no processo construtivo, como construtores e fornecedores, aliados às condições de ambientes externos e intempéries possuem grande influência no processo construtivo. Essas condições dificultam a união da construção civil com a robótica e a automação.

Além dessas dificuldades, muitos profissionais do setor se recusam a expandir a indústria da construção civil para novos horizontes, pois acreditam que não haveria retornos consideráveis e que justifiquem a mudança. Isso impede a adoção de novas tecnologias no meio, principalmente em relação àquelas que necessitam de elevado capital de investimento para que funcionem. Fora isso, muitas empresas não conhecem ou estão desatualizadas em relação às inovações do mercado e se limitam ao conhecimento básico. (RIBEIRO, 2019)

Apesar de certa resistência por parte de algumas empresas e pessoas, muitos acompanham o aquecimento tecnológico mundial. Isso levou a indústria de engenharia e construção a um novo patamar. Cada vez mais novas *start-ups* concorrem numa “corrida” pela inovação ao criarem ferramenta e tecnologias que mudam a forma com que as empresas projetam, planejam e executam suas atividades através de novos softwares e hardwares. Dessa forma, muitos desafios que a engenharia civil sofria foram superados e adequados a uma nova maneira de serviço, um exemplo é a dificuldade que antes havia em compatibilizar e compartilhar dados e informações sobre projetos. Num cenário em que cada vez mais os projetos se tornam complexos e caros, a pressão por resultados melhores, custos baixos, prazos e produtividade é cada vez maior, e tais tecnologias surgem como aliadas nessa nova fase. (BLANCO et al., 2017)

Contudo, de acordo com Porto e Kadlec (2018), atualmente podemos observar o desenvolvimento de tecnologias automatizadas e robotizadas nas diversas fases do ciclo de vida de um edifício: planejamento, pré-construção, construção, gerenciamento, uso e operação. Na fase projetual, por exemplo, os meios digitais contam com automação de controle e integração de documentos. Na pré-construção consegue-se estimar custos e simulações de forma automatizada através da pesquisa em diversos mercados inteligentes na busca pelo melhor custo-benefício pelas diversas análises computacionais feitas.

A utilização de inovações tecnológicas melhora as condições de trabalho, proporciona maior rapidez a obra e promove a melhor utilização da mão de obra disponível ao visar o melhor custo-benefício. Além disso, proporciona maior qualidade ao produto final. (DACOL, 1996). Porto e Kadlec (2018) ressaltam as ferramentas na área de planejamento e como a integração e digitalização dos diversos processos oferece benefícios como a redução de falhas, aumento de eficiência e produtividade.

A robótica e a automação dos processos construtivos com produções automatizadas são de grande importância. Eles estão presentes fora do canteiro (off-site), em fábricas de elementos pré-fabricados, e dentro do canteiro (on-site), com robôs destinados a atividades específicas.

De acordo com pesquisas feitas, a maior parte das tecnologias desenvolvidas em prol da engenharia civil são focadas na fase de construção, com aproximadamente 1000 empresas ofertando serviços e produtos vinculados a indústria 4.0. Enquanto a menor parte, menos de 200 empresas, está focada em projetos, fases de pré-construção, operação e gestão. (BLANCO et al., 2017)

Para Ribeiro (2019), a internet das coisas, impressão 3D, Veículos Aéreos Não Tripulados, a plataforma BIM, robôs autônomos, sensores para obtenção de dados, novos materiais e softwares são as principais tecnologias encontradas no mercado e em desenvolvimento para a construção civil. Porto e Kadlec (2018) destacam a modelagem em 3D, automação de cronogramas, acompanhamento de produtividade e qualidade em tempo atual, gerenciamento de insumos através da automação e robotização, monitoramentos do progresso das etapas construtivas e acompanhamento da saúde e segurança do trabalho para os funcionários.

A plataforma BIM (Building Information Modeling), que significa modelagem da informação e construção, é a mais aceita no mercado atualmente. Ela integra os

projetos de construção, como o elétrico, sanitário, estrutural, entre outros, realizando a compatibilização do projeto e, conseqüentemente, aumentando a precisão e produção da obra, garantindo menos problemas durante a execução da obra. Ferramentas como o *Construct* auxiliam a gestão da obra ao visarem ganhos de produtividade com o acompanhamento em tempo real do canteiro de obras.(SILVA, 2018)

O BIM contempla todo o ciclo de vida da edificação, desde sua concepção até sua renovação. Na fase inicial, de projeto, o BIM auxilia ao detalhar o projeto, havendo maior compatibilidade entre os sistemas e simular interações. Na fase de construção o BIM auxilia na logística da construção, na fabricação de componentes do edifício e no seu planejamento, custo e prazo. Além disso, também contribui na fase de uso e operação do edifício, além de sua renovação e manutenção. (RIBEIRO, 2019)

Figura 2 - Uso do BIM no ciclo de vida da edificação



Fonte 2 - Governo Federal e Comitê estratégico do BIM (2018)

Para Ribeiro (2019) e Miranda (2020), a aplicação da indústria 4.0 na Engenharia Civil é ampla e contempla desde a fase de planejamento até o pós-obra com a manutenção. A manutenção objetiva promover e manter a segurança e conforto ambiental dos usuários, prevenir a deterioração de elementos e sistemas, e manter o desempenho da edificação.(FONTES, 2014)

É necessário que haja inspeções periódicas no edifício, caso contrário, pode haver consequências mais graves, pois não há o conhecimento exato do estado do sistema ou elemento do edifício. Dessa forma, o processo de deterioração pode estar agravado, o que prejudica a estrutura ou utilização do sistema/elemento. O resultado desse processo é o aumento da complexidade da operação, aumento do custo de manutenção ou, em casos mais extremos, a interdição da edificação.(COSTA, 2014)

De acordo com Villanueva (2015), a manutenção reconstrói o nível de desempenho, mantém as condições de uso e prolonga a vida útil da edificação. Além disso, destaca a importância do uso de ferramentas e técnicas modernas advindas da nova indústria 4.0 que auxiliem na estratégia e no planejamento para manutenção, não apenas como respostas a problemas no edifício, mas também como ações pré-estabelecidas e programadas, agindo de forma preventiva contra futuros problemas. O autor compara a prática da manutenção no Brasil em imóveis com outros bens, como automóveis e equipamentos eletrônicos, e ressalta que a manutenção preventiva e corretiva em imóveis não é realizada com a mesma frequência na comparação.

Diversos autores e organizações defendem que a manutenção predial no Brasil ainda está longe de ser comparada a de um país desenvolvido. Também ressaltam a quase inexistência da manutenção preventiva em edifícios residenciais no Brasil:

Os acidentes prediais decorrentes de falhas na construção ou na manutenção predial vêm causando mortes e prejuízos injustificáveis, principalmente com o envelhecimento e desvalorização de nossas edificações. Desabamentos, incêndios, quedas de marquises e fachadas, vazamentos, infiltrações e tantas outras mazelas provenientes dos descuidos com as edificações podem ser evitadas com medidas preventivas, simples, de longo prazo, através de um planejamento que se inicia com a inspeção predial, para a posterior implantação do plano de manutenção, que garante a boa performance do prédio, a segurança e conforto dos seus usuários.(IBAPE/SP, 2005)

De acordo com Villanueva (2015), falta maior capacitação profissional na área predial e mais investimentos, principalmente no que se refere à engenharia de manutenção. A estruturação das atividades de manutenção necessita de um escopo, políticas, procedimentos e organização de informações. Além disso, depende de uma análise do histórico, estudos de tendência e maior capacitação da mão de obra. Deve haver uma manutenção rotineira e sistemática para preservar o desempenho

da edificação, o que exige investimentos em controle, gestão do processo e informação da gestão junto a equipes capacitadas.

A manutenção predial moderna exige a cultura de melhoria contínua de tarefas que agregam valor e a aplicação das melhores práticas da engenharia de manutenção de forma sistêmica. Com o intuito de suprir a necessidade de planejar e avaliar procedimentos, integrar sistemas, reduzir manutenções corretivas, e reduzir custos e desperdícios, foi criado o gerenciamento da manutenção. Esse conceito exige um planejamento responsável por realizar planos de manutenção, elaborar rotinas impressas com ordens de serviços, mapas de acompanhamento, dimensionamento de equipes, realizar o controle de atividades, treinar equipes e produzir relatórios gerenciais, para um bom desempenho das operações e serviços. (MORILHA, 2011)

Visando a organização e a sistematização das informações do edifício na operação e manutenção, surgem Sistemas de Gestão da Manutenção (Maintenance Management System – MMS). Tais sistemas devem ser estruturados de forma a capturar, gravar, armazenar e processar dados, e assim, atualizar o histórico de manutenção através do fornecimento de relatórios de gestão periódicos. Dentre os sistemas, há aqueles auxiliados por computadores (Computer-Aided Facility Management – CAFM), que utilizam da tecnologia da informação. O sistema possui banco de dados com informações sobre operações e manutenções, assim, ele auxilia na tomada de decisões a partir de informações necessárias sobre as análises do sistema. (FALORCA; RODRIGUES; SILVA, 2011)

O BIM pode ser utilizado como um sistema de gestão da manutenção auxiliado por computador, sua visão mais ampla não se restringe a modelos digitais da edificação, mas também a aspectos funcionais, documentais, técnicos, organizacionais e legais.

Nas fases de operação e manutenção, o BIM tem grande potencial para aplicações. Ele traz visualizações e relações entre os sistemas construtivos, e dados precisos das condições da edificação. Tais dados são interligados e “conversam” com os elementos do edifício, numa representação inteligente e sistemática. Contudo, para o BIM ser utilizado em inspeções de manutenções, é necessário a maior quantidade de dados possíveis, que permitam a identificação de anomalias nos componentes e as associam com suas possíveis causas, métodos, reparos e fotografias, num sistema atualizado constantemente. Dessa forma, as análises

geram formas de otimizar o processo e minimizar os possíveis riscos. Logo após, os dados são armazenados na plataforma e poderão ser utilizados para consultas e planejamentos de novas manutenções futuras. (SANTOS, 2017)

Por estarmos num processo de industrialização 4.0, diversas tecnologias ainda estão sendo estudadas ou já estão em desenvolvimento. Grande parte das ferramentas e técnicas existentes ainda estão em fase de implementação e não são difundidas de maneira satisfatória. O presente estudo analisará algumas delas e como estão sendo implementadas na construção civil brasileira.

3. Metodologia

Para a metodologia utilizou-se o método de revisão bibliográfica sistemática (RBS) e o método de entrevistas.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

A revisão bibliográfica é uma revisão planejada para responder uma questão específica e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos, e para coletar e analisar os dados destes estudos. A metodologia aplicada envolve, basicamente, três fases (Entrada, Processamento e Saída de dados).

A RBS é um método científico para busca e análise de informações de uma determinada área. É amplamente utilizada nas áreas e temas onde há massas de dados e diferentes fontes de informações. A pesquisa bibliográfica possui caráter exploratório, o que permite familiaridade com o assunto, aprimoramento de ideias, descobertas, entre outros. Além disso, ela promove o desenvolvimento de bases sólidas de conhecimento, facilitando o desenvolvimento do conceito em áreas onde já existem pesquisas e identifica áreas onde há oportunidades para novas pesquisas.

Através dela, o presente trabalho visa realizar a busca e análise padronizada e sistemática de diversos artigos, teses, estudos de caso e informações sobre tecnologias e ferramentas advindas da indústria 4.0 utilizadas na gestão de manutenções prediais.

A RBS adotada visa coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos, informações, estudos de caso, etc, e assim, os compilar de forma a criar embasamento crítico e analítico sobre o assunto pesquisado e favorecer futuros usos e aplicações.

O método consistirá nas seguintes etapas:

1. Busca na literatura do tema;
2. Seleção dos artigos e informações relevantes;

3. Extração dos dados e análises;
4. Avaliação da qualidade metodológica e das evidências;
5. Síntese dos dados;
6. Redação e publicação dos resultados.

3.1.1 SELEÇÃO DE INFORMAÇÕES

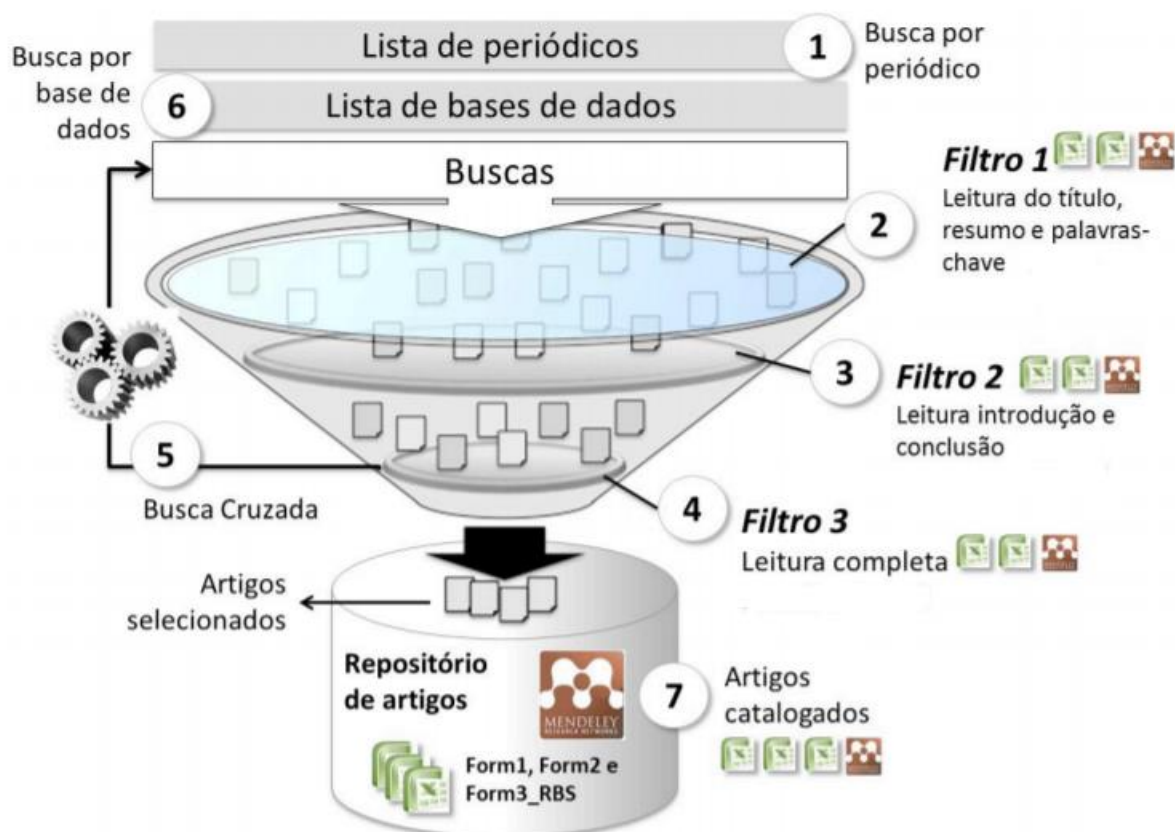
A entrada de dados envolve a definição dos objetivos da pesquisa, definição de fontes primárias de pesquisa e principais autores e artigos relevantes, além de critérios de inclusão de informações. São feitas *Strings* de busca, ou seja, a identificação de palavras e termos referentes ao tema pesquisado e suas interações e combinações na base de dados. Para a pesquisa, foram utilizadas principalmente as bases *Google Academics* e *Scopus*. Critérios de qualificação e inclusão como a metodologia da pesquisa e a quantidade de citações do artigo foram avaliados para a inclusão ou não de fontes.

3.1.2 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS DADOS

A etapa de processamento de dados envolve um passo a passo, constituído por “filtros”. O primeiro filtro envolve a leitura do título, resumo e palavras-chave. A *string* construída deve possuir relação e compatibilidade com as palavras-chave do artigo em questão. Aquelas fontes que estiverem alinhadas com os objetivos da pesquisa e atenderem aos critérios de inclusão serão selecionadas para o próximo filtro.

O próximo filtro envolve a leitura da introdução e conclusão dos artigos, além de repetir o filtro anterior. A seguir, aqueles que forem selecionados são direcionados à etapa seguinte, que envolve a leitura completa da publicação. Nessa etapa, o trabalho é lido por completo, analisado e interpretado.

Figura 3 - Procedimento iterativo da fase de processamento



Fonte 3 - (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011)

Quanto mais aspectos forem levados em consideração, mais rica será a revisão. Critérios como a quantidade de citações, objetivos e resultados do estudo, contribuição da pesquisa para teoria, método utilizado, ano de publicação, instituição do autor principal, entre outros, são fundamentais no processamento dos dados. Dessa forma, os artigos mais relevantes para o estudo são avaliados.

3.1.3 SÍNTESES DOS DADOS

Dentre os documentos lidos e avaliados foi feito o levantamento quantitativo de acordo com o tema principal da pesquisa e sua palavra chave. Alguns arquivos foram descartados devido a certos critérios e aqueles que foram utilizados encontram-se na bibliografia do presente trabalho. Segue o levantamento quantitativo.

Quadro 1: Documentos e arquivos lidos e avaliados

Tema Principal	Quantidade
Indústria 4.0	15
Manutenção predial	12
BIM	11
Softwares e programas	8
Automação e sensores	6
Drones	5

Fonte: O autor.

Após o processamento, temos a saída de dados, ou seja, a síntese e resultados da pesquisa sobre a bibliografia estudada. O modelo teórico é o resultado final da revisão, o qual será extremamente útil para tomada de decisões futuras sobre manutenções e suas aplicabilidades apresentados no tópico a seguir.

3.2 ENTREVISTAS

Através de entrevistas, busca-se verificar o atual estado da arte das manutenções prediais com profissionais habilitados do ramo e ferramentas e tecnologias utilizadas por eles em sua gestão.

A entrevista é uma técnica de levantamento de dados na qual o pesquisador busca saber opiniões acerca de um determinado tema. Deve envolver um cuidado com sua elaboração, desenvolvimento e aplicação. Além disso, o objetivo da pesquisa deve estar devidamente alinhado com os objetivos da pesquisa, de modo a obter um resultado conforme.

Os entrevistados devem possuir o conhecimento necessário de modo a constituir conteúdo pertinente. A entrevista feita é feita de modo estruturado, constituídas de perguntas planejadas e pré definidas pelo pesquisador que visem atingir o objetivo principal do assunto.

4. Resultados

4.1 BIM

O BIM é uma tecnologia que possui grande potencial para aplicação na Gestão da Manutenção, pois permite a representação da edificação por meio de modelos virtuais 3D que podem ser integrados com vários tipos de dados e informações do processo construtivo, especificações, características dos materiais, entre outros.

Apesar das potencialidades da aplicação do BIM para o processo de manutenção de edificações, existem poucos estudos que abordam como o BIM auxilia o processo de diagnóstico e análise de origens ou causas de manifestações patológicas e falhas nos diferentes sistemas construtivos da edificação, além de formas de recuperação ou reparo destes elementos.

A figura abaixo nos mostra uma análise da gestão da manutenção sem o uso do BIM, e mostra sua importância nessa área.

Figura 4 - Processo de avaliação das condições atuais da manutenção



Fonte 4 - (PORTO; KADLEC, 2018)

A grande parte das edificações existentes não possui modelos em 3D. Muitas delas também não possuem documentação atualizada, falta de informações ou informações incompletas. O modelo 2D das edificações, quando existente, muitas vezes não possui todas as informações de reformas, dificultando o processo de manutenção e geração de modelos 3D.

Com sua tecnologia visual 3D, o BIM auxilia no armazenamento, organização e troca de dados sobre as edificações, com seu desempenho e sua perda de vida útil e deterioração ao longo dos anos, colaborando com as práticas de manutenção predial. Além disso, ajuda a identificar, diagnosticar e compreender patologias e problemas. A tecnologia ainda colabora para o reparo e recuperação dos elementos e sistemas prediais, pois permite a identificação precisa do local e Inter relações entre os sistemas construtivos e os equipamentos.

Um modelo eficiente de gestão da manutenção, que utiliza a ferramenta BIM, conta com uma base de dados com as informações necessárias para a tomada de decisão e ação por parte do gestor. Essas informações contêm dados sobre o processo de diagnóstico e inspeção, a análise das possíveis origens e causas das patologias, o planejamento de ataque, os métodos que serão aplicados e o registro datado das manutenções. Assim, o gestor pode estabelecer graus de prioridades

para os processos de intervenção, que levam em consideração as avaliações técnicas e os custos gerados.

O BIM 360 Ops é um programa da Autodesk para gestão da manutenção e fase operacional da edificação, que visa principalmente a manutenção preventiva. O software permite ao usuário agendar e controlar inspeções de elementos e sistemas construtivos, permite armazenar informações em nuvem dos registros das manutenções, e ainda permite a visualização dos elementos construtivos no modelo arquitetônico através do programa Revit, também da Autodesk.

O BIM 360 Field, apesar de ser voltado para o controle de produção e qualidade de execução da obra, também pode ser utilizado para a gestão da manutenção predial. Ele permite a visualização dos elementos construtivos como elétricos, arquitetônicos, hidráulicos e estruturais, além de possibilitar a manutenção preventiva, corretiva e seu controle. O software possui diversas ferramentas, as principais envolvem a possibilidade de criação de assuntos ou temas específicos através de formulários que podem ser padronizados, permite a criação de tarefas que devem ser feitas em certo período, checklists diários e atualizados, e permite o armazenamento de arquivos, imagens e relatórios.

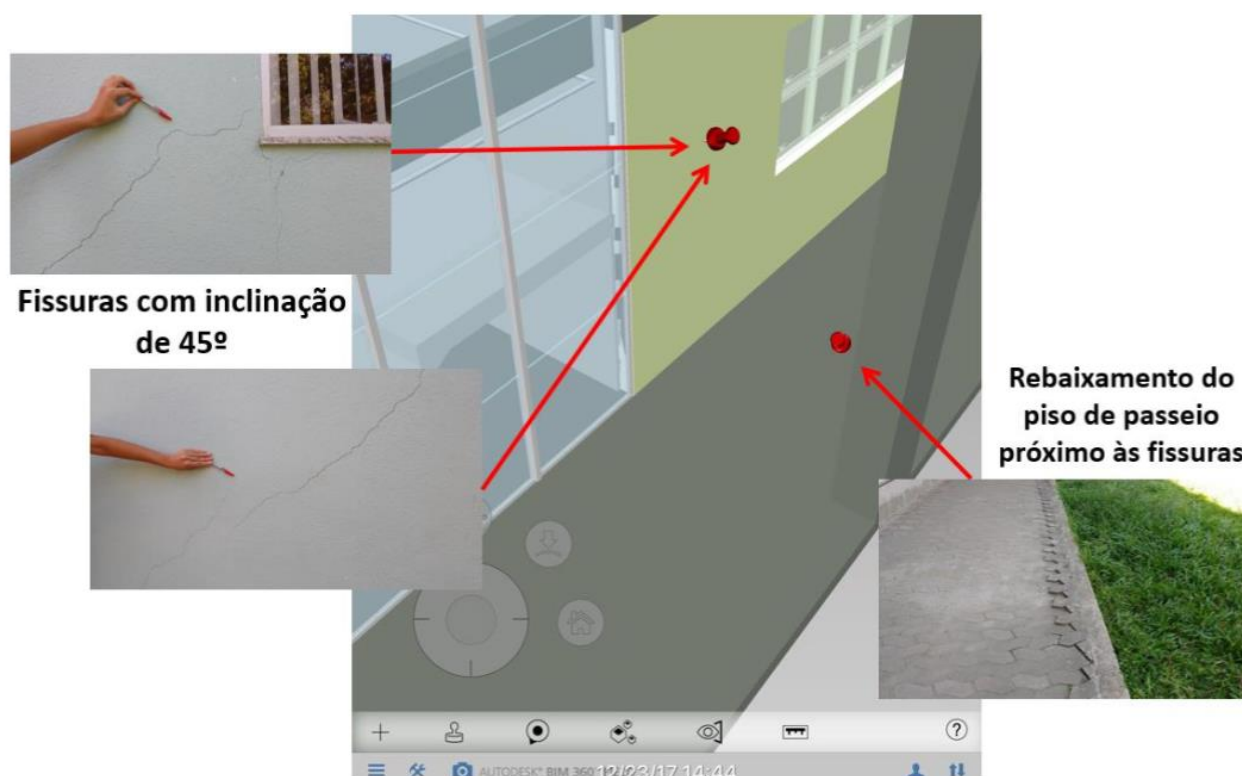
Para facilitar e otimizar o processo de gestão da manutenção, são catalogadas manifestações patológicas, defeitos e falhas que edificações podem sofrer durante sua vida útil, em todos os sistemas e elementos construtivos. Em conjunto, também são inseridos dados como origens e causas, prognósticos e principais técnicas de recuperação e reparos dos elementos e sistemas. Com todas as informações padronizadas e catalogadas o gestor melhora e desenvolve o processo da manutenção, facilitando-o cada vez mais.

Dessa forma, com um banco de dados rico e detalhado, o BIM torna-se um grande aliado das inspeções e manutenções prediais. O utilizador identifica a anomalia, problema ou patologia presente no edifício no próprio modelo BIM, e o relaciona com as possíveis causas, consertos e imagens fotográficas. Todo esse processo envolve a retroalimentação dos dados e sua constante atualização. Assim, os dados da inspeção são armazenados na Plataforma e ficam disponíveis para consultas e planejamentos futuros de manutenções.

O gestor pode utilizar os programas BIM através de um celular, tablet ou ipad. Dessa forma, durante a inspeção e vistoria, ele preenche formulários, checklist, captura fotografias, insere comentários e anotações, e ainda pode acessar o

histórico de manutenções. Além disso, a intervenção torna-se mais objetiva e prática, agilizando, otimizando e melhorando o processo geral. Tudo de forma digital, prática e rápida. Tal método trata o BIM como uma tecnologia de suporte para inspeção, identificação e resolução de problemas patológicos com consequente aprimoramento da Gestão de Manutenção de edifícios.

Figura 5 - Exemplo do BIM associado a inserção de fotografias na inspeção predial



Fonte 5 - (SANTOS, 2017)

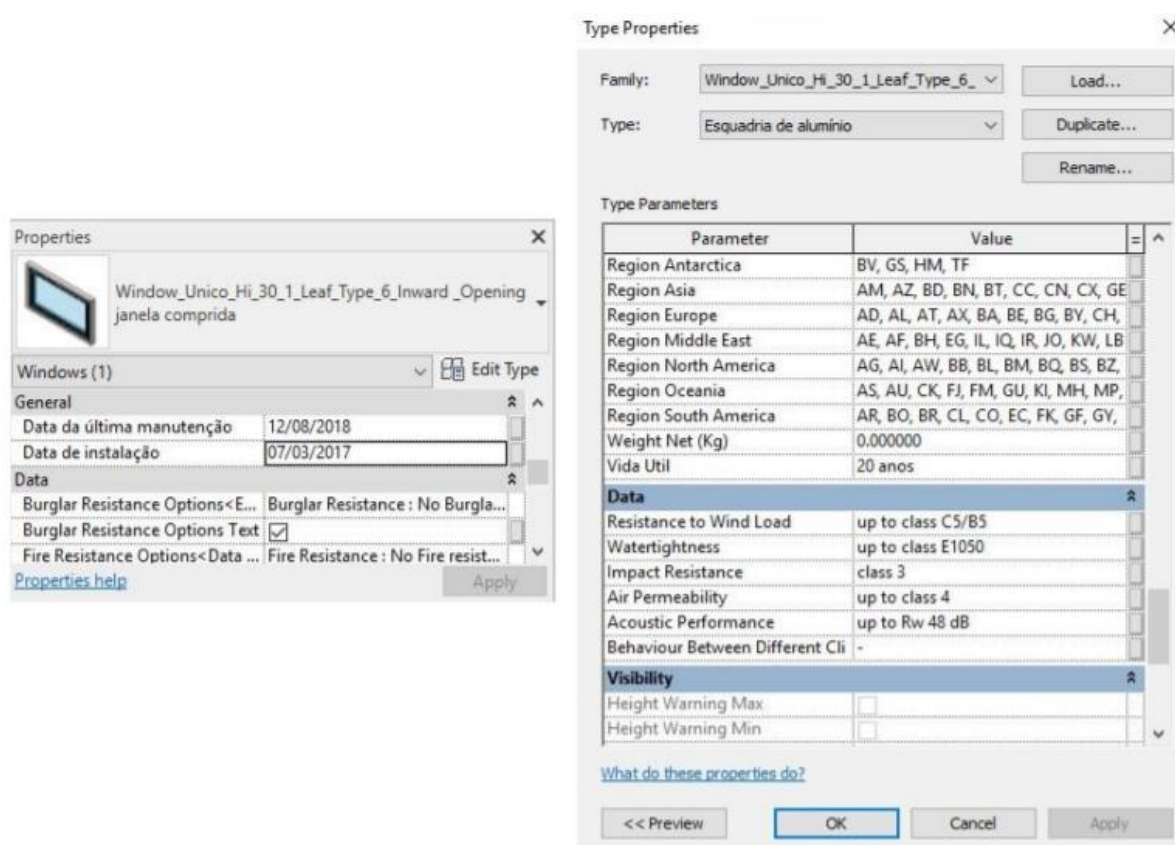
A manutenção corretiva é posta em prática quando há o surgimento de danos imprevistos na edificação, devendo haver uma intervenção rápida que defina a gravidade e a resolução do problema. Já a manutenção preventiva envolve planos de manutenção com inspeções, atividades, e programação de manutenções, como a limpeza periódica, a substituição de peças e elementos, entre outros.

O programa Revit pode auxiliar na manutenção preventiva na medida em que armazena atributos, parâmetros e características dos materiais e elementos prediais. Tais características podem envolver a resistência do material, seu estado de conservação, custo, vida útil, informações do fabricante, referências de tipo, entre

outros. Também podem ser incluídas documentações referentes a instruções de instalação, dados de substituição, prazos de trocas ou reformas, etc.

Abaixo temos um exemplo da inserção de informações de uma esquadria de hall de entrada composta por janelas e portas. O programa apresenta o modelo 3D, a data de instalação, a data da última manutenção e a previsão de vida útil do elemento, evidenciando as potencialidades do BIM nos processos de manutenção predial aplicados em edifícios públicos. O exemplo foi coletado e realizado numa Unidade Ambulatorial da Unidade Saúde-Escola (USE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). As funcionalidades do software aliadas aos parâmetros de manutenção informam dados que promovem uma gestão saudável que mantém a longa vida útil dos edifícios.

Figura 6 - Exemplo da inserção de informações de elementos no BIM



Fonte 6 -(RAMOS GARCIA; BUENO; REGINA MOTA SILVA, 2019)

Empresas terceirizadas e fornecedores também podem ser organizados e cadastrados no BIM pelos gestores. São levados em consideração os custos e o controle da manutenção de dados do serviço realizado, dos fabricantes de peças e

elementos, e dos fornecedores de materiais. Além disso, também podem ser inseridos anotações de responsabilidade técnica (ART), laudos, notas fiscais de custos, cronogramas, entre outros.

Portanto, o BIM apresenta inúmeros benefícios quando o assunto é a gestão da manutenção. Dentre eles, podemos ainda citar o aperfeiçoamento de processos manuais de informação do processo de manutenção, o aumento da agilidade e rapidez nas ordens de serviço de execução, melhor acessibilidade aos dados da gestão e uma melhor qualidade e objetividade no processo da manutenção predial em meio a indústria 4.0.

4.2 DRONES

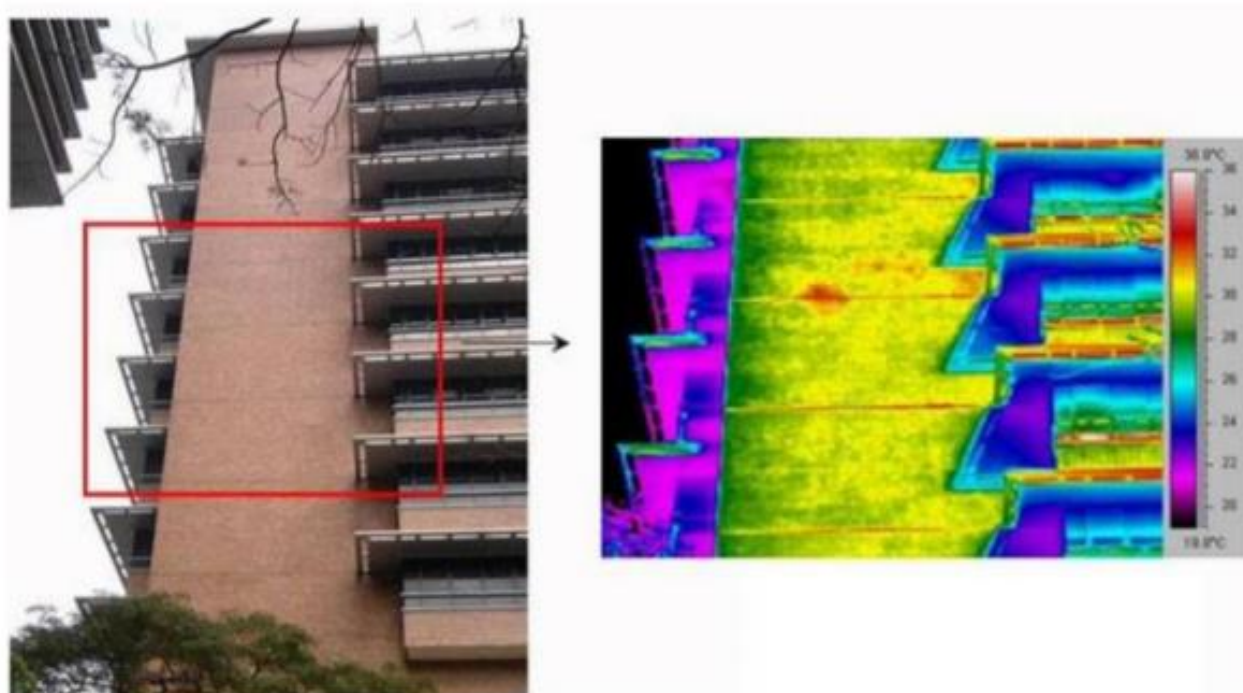
Visando a modernização das inspeções e monitoramento de obras civis, o mercado tem apostado em sistemas de tempo real que monitoram, respondem ou controlam um ambiente. Diante de um mundo cada vez mais conectado, diversos projetos abordam a evolução da tecnologia no assunto de inspeção e monitoramento. Com o avanço rápido da tecnologia, novas ferramentas e técnicas podem facilitar e agregar resultados positivos para a melhoria do sistema de gestão.

Os drones, também conhecidos como VANTs (Veículos Aéreos não tripulados), são uma classe de aeronaves pilotadas remotamente. Criado inicialmente para fins militares, os drones vêm ganhando cada vez mais espaço em ambientes civis e áreas como a agricultura, silvicultura, arqueologia, arquitetura e construção civil.

Os VANTs são capazes de realizar inspeções e acompanhamentos de obras, tornando-se uma ferramenta importante principalmente para o controle da manutenção no pós-obra, na fase de uso e operação da edificação. Eles podem levar consigo equipamentos como sensores infravermelhos, sensores térmicos, radares, lasers e câmeras. Tais equipamentos que estão cada vez mais leves e potentes, sendo possível a utilização nos mais variados tipos de VANTs, contribuindo com sua viabilidade e versatilidade. Quando comparado a outros equipamentos da área da engenharia civil, os drones apresentam baixo custo e elevada variabilidade de aplicações.

A utilização deles pode ocorrer em todas as etapas de obras de engenharia civil, desde a infraestrutura com imagens referentes a soldas em estruturas metálicas, até em coletas termográficas com imagens referentes às radiações térmicas presentes em redes de instalações elétricas. Ele auxilia na coleta de dados para manutenções e erros de execução, e pode ser utilizado até na parte final da construção, auxiliando no nível de qualidade da obra e no funcionamento da mesma com perícias e monitoramentos de condições de estabilidade da edificação.

Figura 7- Inspeção predial por termografia



Fonte 7 -(FEITAL, 2017)

Os drones possuem facilidade e versatilidade de locomoção, uma vez que se movem na vertical e horizontal, e ainda podem atingir grandes alturas e distâncias. Além disso, são equipamentos que podem ser controlados através de smartphones, o que torna o gerenciamento mais objetivo e produtivo.

Para Ítalo Coutinho, especialista em gestão de projetos, engenheiro e diretor do IBAPE-MG (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias), os drones são de grande utilidade para manutenções e prevenções de edificações. Para ele, os drones podem ser utilizados para inspeções de manutenção e detectar diversos problemas, como infiltrações e situações de telhados. Além disso, ainda destaca a precisão, a rapidez do equipamento e a segurança proporcionada pela tecnologia,

uma vez que não é necessário alguma pessoa se arriscar em alturas para a coleta de dados, principalmente em locais de difícil acesso na edificação. Ítalo ainda destaca alguns desafios a serem superados pelos drones, que são a integração com imagens internas e projetos.

Figura 8 - Inspeção por drones de telhados, infiltrações e sistemas de ventilação



Fonte 8 - Acervo Saletto Educação e Desenvolvimento, 2017

De acordo com a ABNT NBR 5674:2012, norma que trata sobre a manutenção em edificações, a inspeção predial deve ser realizada em no mínimo a cada três anos, para garantir a preservação e bom funcionamento do edifício. Elas precisam ser orientadas por listas de comparação padronizadas, conhecidas como checklists. Os itens levam em consideração o roteiro de inspeção, as configurações de patologias, as queixas e reclamações de usuários do edifício, entre outras informações. Todas as informações contribuem para a padronização do documento de inspeção, o que facilita a documentação, registro e posterior acesso aos dados em futuros eventos. Dessa forma, constituem ferramentas de organização e facilidade de coleta de dados, otimizando a análise do processo como um todo.

Para a garantia e controle da qualidade deve-se avaliar bem os resultados e elaborar documentos que integrem a imagem gerada a uma observação por escrito de um profissional técnico habilitado descrevendo sua análise. Dessa forma, a imagem passa a funcionar como uma ferramenta de entrada para a composição de um relatório de inspeção predial. Após a captura de imagens e da obtenção da estabilização de imagens com boa resolução, os técnicos partem para o laboratório para juntar, analisar e catalogar os dados coletados em campo. Com o relatório em mãos, o engenheiro pode avaliar as possíveis falhas e as devidas recomendações e medidas a serem tomadas.

A seguir, temos um modelo de checklist para inspeção de obras da construção civil com drones. As imagens geradas pela inspeção são anexas ao relatório e documentadas.

Figura 9 - Checklist modelo para inspeções de obras civis com drones

CHECKLIST INSPEÇÃO/ MONITORAMENTO DE OBRA CIVIL COM DRONE		
OPERADOR:		
OBSERVADOR RESPONSÁVEL DA OBRA:		
DATA:		
CONDIÇÃO DO TEMPO:		
HORA DE INÍCIO:		
HORA DE FIM:		
Empresa responsável pela execução da obra inspecionada:		
Engenheiro responsável pela obra:		
Quantidade de funcionários empregados:		
Finalidade da obra:		
Prazo de execução:		
Endereço da obra:		
Dimensão da obra:		
Dados do terreno:		
Dados gerais da estrutura:		
Data e hora das inspeções:		
Objetivo da inspeção:		
Informação sobre a fase da obra no dia inspecionado:		
Informar a fase atual da obra detalhadamente:		
Equipamentos utilizados:	NÃO ()	SIM () Informar
Mão de obra utilizada:	NÃO ()	SIM () Quantificar
Anomalia detectada:	NÃO ()	SIM () Informar
Evolução nos últimos 15 dias:	NÃO ()	SIM () Informar

Fonte 9 -(MIRANDA, 2020)

4.3 SENSORES E A “INTERNET DAS COISAS”

Com a manutenção deixando de ser uma área operacional e tornando-se uma área estratégica, os clientes buscam empresas que agreguem valor ao negócio, não apenas arrumando um equipamento quando apresenta defeito, mas que apresentem aumento de rendimento, redução de custos, e serviços melhores e mais precisos. Cada vez mais, edifícios brasileiros contam com recursos avançados de tecnologia que contribuem para uma manutenção predial mais econômica.

A IoT (Internet of Things) é um conjunto de tecnologias integradas que permite a conexão de objetos à internet. Assim, objetos conseguem enviar e receber dados de forma a monitorar e atuar em situações, ambientes, equipamentos, entre outros, e verificar a variação de comportamentos, o que permite a automatização de processos.

A IoT (Internet of Things) com seus dados inteligentes, passa informações que se conectam, geram análises e são utilizadas para criação de planos de ataque. No setor da manutenção, os serviços ofertados estão cada vez mais adeptos às inovações e suas transformações.

Atualmente, com a IoT em conjunto com sensores, é possível acompanhar o funcionamento e comportamento de elevadores, bombas de hidráulica, sistemas de alarme de incêndio, geradores, equipamentos elétricos, sistemas a gás, sistema SPDA, entre outros, de forma constante e em tempo real e atualizado. Pode-se acessar dados sobre praticamente todo o empreendimento de forma remota, simples e não presencial. Com os sensores de IoT, as rotinas de manutenções passam a ser individualizadas e específicas conforme o comportamento das instalações e dos equipamentos.

Os sensores são elementos utilizados principalmente para a manutenção preditiva, a qual atua principalmente na garantia da qualidade do serviço, por meio de técnicas e sistemas que detectam imprevistos a qualquer momento, até mesmo fora do prazo de inspeções programadas, de modo antecipado ao problema.

Eles podem ser aplicados em diversos locais e objetos físicos, de modo a permitir o acesso fácil a informações sobre seu comportamento. Os sensores são usados para monitorar o funcionamento de máquinas e equipamentos, por meio deles, é possível medir temperaturas, umidade, consumo elétrico e hidráulico, carga de trabalho, tempo de atuação, entre outras medidas e informações.

Um exemplo prático desse conjunto de redes de internet e sensores que também colaboram para a automação predial são câmeras que informam a contagem de pessoas presentes no local em tempo real, permitindo que a refrigeração e ventilação sejam adequadas à quantidade de pessoas e a temperatura do lugar no momento. Além disso, o sistema informa para o gestor e a equipe de manutenção predial o estado de saturação dos filtros de sistema de ar condicionado e suas condições de utilização.

Como o empreendimento é monitorado praticamente 24 horas por dia, com a telemetria, a IoT na manutenção predial possibilita que as equipes de gerenciamento de instalações sejam mais eficazes na prevenção de problemas de manutenção e reduz o tempo gasto em reparos e tarefas de manutenção regulares, pois atua principalmente para prevenir problemas e antecipá-los. Além disso, favorece uma tomada de decisão mais precisa por parte dos gestores, automatiza processos e otimiza as rotinas de manutenção de forma ágil.

Atualmente já existem diversas soluções inteligentes no mercado que utilizam a IoT e os sensores para a implementação de sistemas de controle e gestão predial e que auxiliam na gestão da manutenção predial. Veremos um deles a seguir.

4.3.1 BMS

O BMS é uma sigla que vem do inglês Building Management System e que em português pode ser traduzido para Sistema de Gestão Predial. Ele é um sistema computadorizado implantado em edifícios para monitorar e controlar toda a parte elétrica e mecânica da edificação. Seu desenvolvimento visa a eficiência energética e a manutenção predial da edificação, unindo automação predial com a gestão da manutenção predial.

O sistema é composto por um software, um banco de dados e um sistema de sensores inteligentes integrados e interligados entre si. Os sensores coletam informações e enviam em tempo real para o BMS, os dados são armazenados em nuvem e analisados pelo software para a tomada de decisões, alertas e ações por parte do gestor.

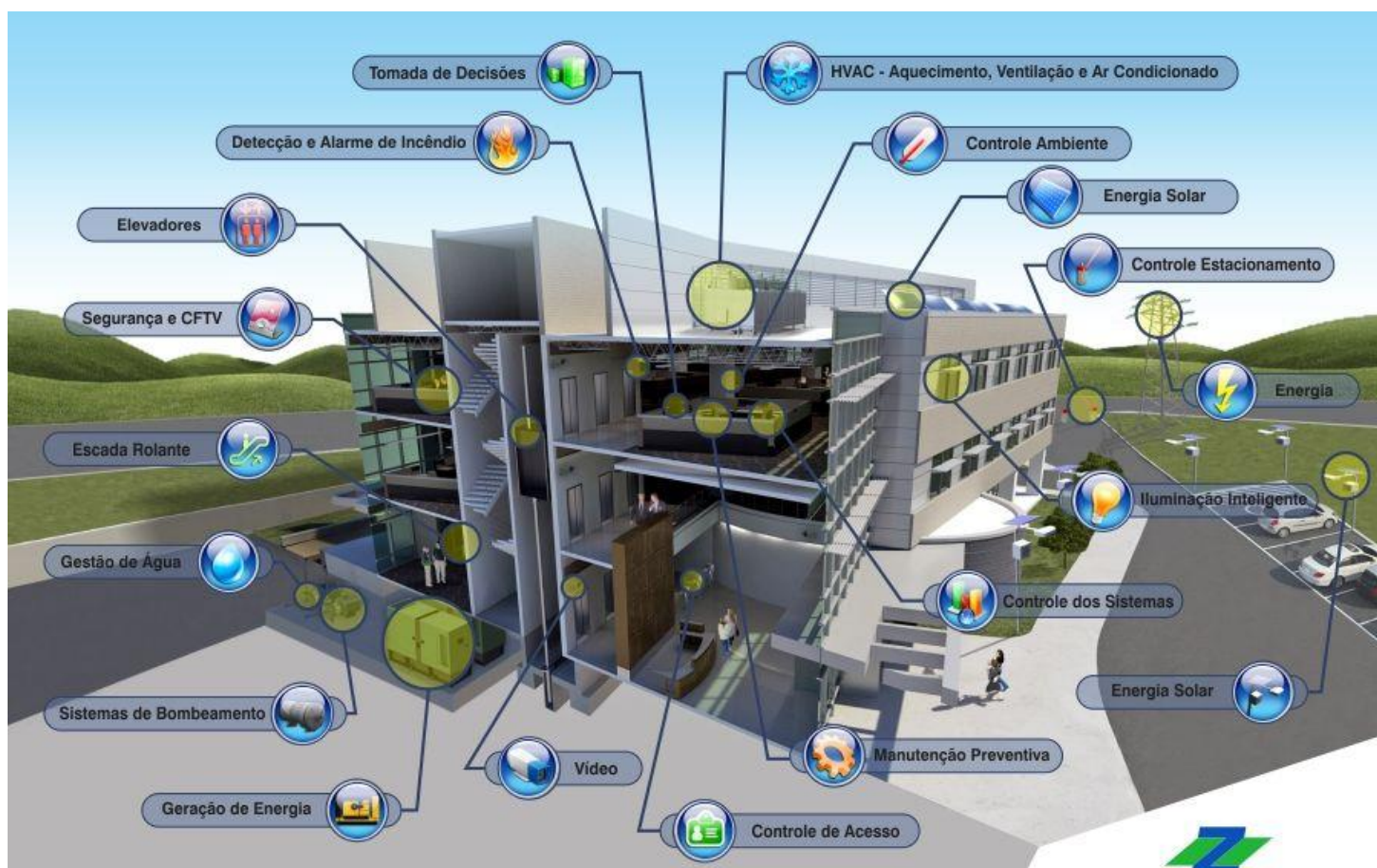
A eficiência energética é uma das grandes vantagens do sistema, pois permite analisar, acompanhar e reduzir o consumo elétrico e hidráulico, controlar a iluminação e o sistema de ar-condicionado do edifício automaticamente conforme a ocupação local, entre outros. Além disso, reduz custos operacionais e incidências de

falhas humanas ou de equipamentos e máquinas. Em casos mais desenvolvidos, o BMS pode monitorar e gerenciar grande parte dos serviços prediais, proporcionando uma visão geral de todas as operações em andamento ao administrador.


Através dos relatórios e diagnósticos do BMS, são programadas manutenções preventivas em tempo hábil e são tomadas diversas medidas que visam o uso adequado de cada equipamento. Por meio do monitoramento remoto dos equipamentos elétricos, bombas de hidráulica, elevadores, entre outros, o usuário é

Figura 10- BMS na manutenção predial e automação

alertado sobre anomalias operacionais, falhas e eventuais problemas nos equipamentos.



Fonte 10-<http://www.adkl.com.br/portfolios/bms/>


Além
disso, não há a

necessidade de contratar técnicos para detectar erros e problemas. As anormalidades são detectadas com antecedência, reduzem custos com manutenção e previne interrupções inesperadas das operações.

De acordo com Franco Morais, que trabalha como gerente de facilities na Iris, ressalta a importância do uso do sistema: “Na prática, o sistema pode gerenciar serviços de forma autônoma e torná-los mais eficientes. Nosso cliente pode contar com mais agilidade e segurança na solução ou, o que é ainda melhor, na antecipação de eventuais problemas. Se um sensor colhe informações que não combinem com condições pré-definidas, o BMS detecta a disparidade e emite um aviso sobre tal condição.”. Morais ainda destaca a necessidade de planejamento prévio para a implementação do sistema, que envolve custos e análises detalhadas: “Deve-se ter um bom planejamento antes de sair instalando sensores em todos os locais da edificação, pois as vezes na ânsia de monitorar tudo acabamos gerando uma infinidade de números onde nem todos são úteis ao gestor”.

4.4 SOFTWARES

O mercado está em constante mudanças e demanda soluções rápidas para que a empresa não perca qualidade e mantenha competitividade no setor. Atualmente, a maioria do gerenciamento da manutenção predial é feito de forma informal. A falta de controle de solicitações de serviço pode gerar divergências na comunicação interna, além de gerar atrasos e prejuízos.

Os softwares de manutenção predial podem sanar esses diversos problemas. Por meio deles o gestor acessa custos de serviços, registro de materiais, ordens de serviço e programações de forma ágil e precisa. O programa online permite que gestores e síndicos acompanhem em tempo real o andamento de manutenções, vistorias e inspeções, obtendo maior controle dos processos, além de auxiliar nas tarefas de planejamento, controle de manutenção e desempenho de equipe, sempre apontando ganhos e perdas de produtividade.

Alguns sistemas também permitem a integração com os moradores do edifício. Dessa forma, é possível convocar reuniões e assembleias, avaliar de serviços, realizar votações de assuntos e questões levantados em reunião, publicar documentações e dados, entre outras atividades, tudo de forma conectada. Como

há a organização dos dados, a ferramenta evita a perda de informações, eliminando informações duplicadas e garantindo a integridade das mesmas.

As planilhas orçamentárias dos serviços ficam registradas no programa, permitindo o acesso de todas as partes envolvidas de modo prático. As informações de ordens de serviço, materiais utilizados e valor da mão de obra são coletados e contabilizados, possibilitando a prestação de contas para os usuários, o gerenciamento dos gastos e previsões orçamentárias. A transparência de gastos é algo fundamental para que haja confiabilidade no serviço prestado e nos colaboradores, assim, todos podem compreender como as manutenções são gerenciadas e onde será o destino de arrecadações mensais.

O gestor tem a possibilidade de acessar a qualquer momento o histórico de manutenções, os relatórios e os arquivos gerados, tornando o processo mais assertivo. Além disso, os softwares possibilitam o cadastramento de fornecedores e prestadores de serviço em sua base de dados, assim, o gestor pode atribuir informações, observações, dados, datas e avaliações sobre o serviço. Alguns softwares ainda apresentam os indicadores de desempenho e/ou performance dos equipamentos utilizados, como o TMEF, KPI, entre outros.

Porém, deve-se tomar alguns cuidados ao adotar esses sistemas informatizados. É muito importante escolher uma ferramenta que se encaixe no tipo de negócio e sistema de gestão. Apesar dos diversos benefícios listados, é necessário que a empresa verifique questões como os custos e prazos referentes a implementação do software, o investimento em treinamento para as equipes responsáveis pelo programa, e o maior envolvimento e participação de supervisores no cadastro e análise de relatórios.

O software Leankeep é um dos principais softwares de manutenção predial no Brasil, sendo referência na área ao lado dos softwares Sigma Civil e do Engeman. Ele possibilita a realização de um plano de manutenção adequado e específico, melhorando a gestão da manutenção e reduzindo riscos e gastos desnecessários.

O gestor deve alimentar o software por meio de levantamentos próprios e cadastrar algumas categorias distintas. Elas ainda são definidas de maneira correta para que o usuário alimente o sistema, seguindo o cadastramento:

1. Unidades de manutenção, grupos e subgrupos: Cadastro das unidades mantidas pelo plano e seus grupos. Alimentação de dados como tipo de utilização, CNPJ, Estado, Cidade, Endereço, Email, Telefone, etc;

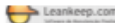
2. Áreas: Cadastro das áreas mantidas e fiscalizadas. Alimentação de dados como metragem quadrada, descrição do ambiente, etc;
3. Sistemas: Cadastro dos sistemas monitorados, como água, energia, Gás, entre outros. Dados inseridos como controle de gastos de água, energia elétrica, etc;
4. Equipamentos: Cadastro de equipamentos adquiridos e/ou que serão necessários para manutenção. Dados cadastrais como equipamentos constituintes do edifício (elevadores, climatizadores, entre outros), e equipamentos para compra ou aluguel para manutenções. Dados como notas fiscais, modelo/marca, TAG's, descrição e características são anexadas.
5. Materiais: Cadastro dos materiais adquiridos e/ou que serão adquiridos para determinada tarefa. Registro detalhado e individualizado por meio de códigos, custos, equipamentos e áreas vinculadas, armazenamento, mão de obra que utilizará, entre outros dados.
6. Usuário: Cadastro de usuários e ocorrências típicas, que podem ser classificadas em processos, quebra ou dano, anomalias críticas, anomalias simples, chamado, situação de risco. As ocorrências são registradas pelo gestor e usuários de forma padronizada e com trechos destinados a comentários e fotos.
7. Equipes: Cadastro das equipes contratadas para serviços de manutenção, tanto terceirizadas quanto próprias, responsáveis técnicos, treinamentos, além de atributos como qualidade, rotina de serviço, segurança, entre outros.

Após o cadastramento, o upload dos documentos pode ser feito para o sistema para que outros acessem via web ou via mobile, facilitando e simplificando o processo.

Com relação ao registro de ocorrências do software, temos que ele pode ser feito pelo usuário ou gestor. Ao formalizar a reclamação ele é capaz de acompanhar o processo de correção, anexar imagens do processo, solicitar o recebimento de alertas dos procedimentos realizados e alertar o gestor sobre incompatibilidades ou problemas. O gestor ainda pode controlar equipes, prazos, materiais e equipamentos por meio do programa.

O profissional executa planos de atividades de manutenções preventivas e corretivas no LeanKeep. Para a preventiva, ele pode agendar atividades periodicamente a fim de manter sistemas ou equipamentos específicos, como bombas de hidráulica, elevadores, etc. É possível obter os registros dessas atividades, com o acesso de protocolos e relatórios gerados a cada ocorrência. O programa ainda conta com uma agenda com datas e horários para notificar usuários, prestadores de serviço e gestores sobre os eventos e os planos de atividades.

Figura 11-Relatório de Planos de atividades do LeanKeep

Relatório de Planos de Atividade 

Empresa: Leankeep Demonstração Subgrupo de Unidades: CONDOMINIO RESIDENCIAL Unidade de Manutenção: Bloco A

Plano de Atividades	17	Atividades	1393			
Plano de Atividade	ANVISA - Condicionador de ar e Janelário	Data Prevista	Executor	Prioridade	Intervalo	Periodicidade
Inspeção e troca do elemento filtrante.		23/3/2016	Usuario	B	3	Mês(es)
lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
limpar o elemento filtrante.		23/3/2016	Usuario	A	1	Mês(es)
limpar o gabinete do condicionador;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
verificar a operação de drenagem de água da bandeja;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
verificar e eliminar as frestas dos filtros;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico (se está preservado e se não contém bolor);		23/3/2016	Usuario	A	3	Mês(es)
Áreas / Equipamentos:						
Assinaturas:		Executor:		Supervisor:		Data:

Fonte 11- <https://leankeep.com/>

O programa emite relatórios de PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle), que podem conter ART's, detalhamento de áreas, equipamentos e da ocorrência, cronogramas, entre outros detalhes. O software ainda conta com o uso de QR Codes específicos de cada área. Eles auxiliam na criação de ocorrências ao especificar equipamento, área, entre outros dados, e no procedimento de manutenção para que seja feito de forma precisa.

A seguir temos uma das interfaces do software Sigma Civil, ele conta com diversas funções, como a programação de manutenções a realizar com datas, a periodicidade, os responsáveis pela execução (equipe local, empresa terceirizada ou especializada, nome do fornecedor, observações, comentários e o

registro de imagens, arquivos e controle de manutenções realizadas, o planejamento físico financeiro das atividades e o registro de imagens como vemos a seguir.

Figura 12-Interface do detalhamento da manutenção

SIGMACIVIL Ajuda

Home | Painel de Manutenções | Manutenções no mês | Documentação | Garantias

Green Design - Detalhamento da Manutenção

Sistema	Atividade	Data manutenção	Periodicidade	Responsável
Área de recreação infantil	Verificar a integridade dos brinquedos e se as peças de encaixe e/ou parafusadas, correntes e dispositivos de fixação estão em bom estado, com os parafusos de fixação bem apertados e em funcionamento	28/06/2017	Mensalmente	Equipe de manutenção local / empresa capacitada

Data Realização	Custo Estimado	Custo Real	Fornecedor
02/06/2017	0,00	0,00	Equipe Local

Escolher arquivo Nenhum arquivo selecionado

Observações / Comentários - Empreendimento Observações /

As últimas manutenções foram executadas pela empresa [PlayAlt](#) e foram realizadas a contento. Chamar esta empresa novamente para as próximas

Obs1: a inclusão ou alteração destes dados foi realizada em 2/6/2017 16:28:17

Documentos Condomínio

Fonte 12-<https://www.sigmacivil.com.br/index.asp>

O software conta com serviços para elaboração de planos de manutenção específicos para cada tipo de empreendimento de acordo com materiais, sistemas e equipamentos instalados. Controle sobre o índice de manutenções realizadas e a realizar, contato constante através de e-mails e telefones entre os agentes envolvidos para discutir sobre relatórios, visitas de vistorias ou laudos periciais. Além do completo armazenamento e controle de toda documentação necessária envolvida no processo de manutenção, como Anotações de responsabilidade técnicas (ART), planos de execução, documentos de reformas e projetos de execução.

5. Entrevistas

Para a realização do estudo do tema sobre a gestão da manutenção predial na Indústria 4.0, é importante verificar como alguns profissionais do ramo atuam e quais ferramentas e técnicas utilizam em sua gestão. Foi utilizado o método de entrevistas com um Engenheiro Civil responsável pela gestão de obras e assistência técnica de dois edifícios em São Paulo, e um síndico profissional e especializado na área, cuja empresa que é sócio atua hoje em mais de dez condomínios na grande São Paulo e região. A entrevista visa entender a visão dos mesmos sobre o tema e suas atuações no meio de modo sucinto. Por motivos de sigilo apenas a empresa e qualificação dos entrevistados serão revelados, as identidades não serão divulgadas.

Para isso, foi elaborado um questionário prévio a ser seguido para padronização da entrevista e sua estruturação. Além disso, antes da entrevista, houve uma breve conversa a respeito do tema do trabalho e a introdução do convidado no contexto do estudo. Segue abaixo as perguntas utilizadas:

1. Qual sua visão sobre a manutenção predial atualmente?
2. Acredita que as manutenções preventivas e preditivas geram menos transtornos, custos e tempo em relação à corretiva?
3. Quais tecnologias, equipamentos ou programas você utiliza ou já utilizou para a gestão da manutenção predial? Pretende utilizar alguma outra? Porquê?
4. Quais os maiores desafios enfrentados nesse ramo?

Para as respostas, foi utilizado a transcrição adaptada, a qual não reproduz todos os aspectos da fala e que permite a omissão de ocorrências entendidas como irrelevantes para o tema. Dessa forma, pode-se extrair e transcrever as respostas de maneira breve e objetiva.

5.1 Entrevista 1

O primeiro entrevistado foi um Engenheiro Civil da construtora e incorporadora Imangai Empreendimentos Imobiliários. Ele é responsável pela gestão de obra e assistência técnica do Condomínio Di Petra, em Itaquera, e do condomínio Mandi, no Butantã, ambos na cidade de São Paulo. Segue a entrevista abaixo.

1. Qual sua visão sobre a manutenção predial atualmente?

R.: “Atualmente vejo a manutenção predial em evolução no Brasil. Acredito que atualmente cada vez mais as manutenções fazem parte do dia a dia das empresas e construtoras, elas perceberam a importância delas, principalmente o impacto financeiro que causa. As empresas cada vez mais estão investindo e considerando as manutenções em seus orçamentos, elas perceberam a importância da valorização do edifício e como um projeto de manutenção impacta positivamente nesse sentido. A velha cultura da manutenção imediatista está cada vez menos presente, apesar de ainda ser dominante no meio. Hoje em dia organização e planejamento são fundamentais para uma boa gestão.

2. Acredita que as manutenções preventivas e preditivas geram menos transtornos, custos e tempo em relação à corretiva?

R.: “Com certeza, isso leva em consideração que a manutenção tardia pode gerar a necessidade de substituição completa dos materiais ou do sistema, ou até mesmo interrupções de atividades fundamentais. Isso acaba implicando em gastos superiores em relação a uma manutenção preventiva. Por exemplo, lubrificar uma peça de elevador é melhor do que a peça quebrar ou ser danificada e causar a interrupção de seu funcionamento até que ela seja trocada, isso gera custos, tempo perdido e transtornos para gestores, inquilinos e usuários. Dependendo do que apresentar o problema pode acarretar até mesmo na segurança ou fornecimento de itens fundamentais como energia e água.”

3. Quais tecnologias, equipamentos ou programas você utiliza ou já utilizou para a gestão da manutenção predial? Pretende utilizar alguma outra? Porquê?

R.: “Das tecnologias citadas só cheguei a utilizar os sensores termográficos, mas apenas para manutenções corretivas, e planilhas de controle de gestão. Atualmente utilizo um aplicativo da própria empresa que tem abas para chamadas e registros de manutenções da assistência técnica, ele já está em uso e está sendo aperfeiçoado e desenvolvido cada vez mais, funciona praticamente como um software ou programa. O morador pode abrir um chamado por algum defeito ou problema no apartamento dele, nas áreas comuns ou algum equipamento com defeito. Alguns itens não são considerados para a construtora pois perdem a garantia de manutenção, como lavar janelas com ácido. Primeiramente o cliente abre um protocolo numerado com a ficha de assistência técnica, sua data e sua unidade residencial. O segundo passo é selecionar o local da ocorrência e o problema apresentado com o auxílio do manual do proprietário disponibilizado. O terceiro passo é marcar alguma eventualidade ocorrida para saber se o usuário ainda tem garantia do sistema. Após isso, o chamado é gerado e o morador deve inserir comentários e fotos do ocorrido. Então o agendamento é feito, de acordo com a disponibilidade do morador, e transferido para uma agenda de chamados de assistência que utilizo para gerir as manutenções com seu local, data e status. Então o procedimento é feito com a mobilização de equipe adequada, materiais adequados, etc.” Segue abaixo as imagens

disponibilizadas pelo

imangai

Ficha de Assistência Técnica

Protocolo: 10020002618

Data de abertura: 27/05/2021

Escolha seu apartamento Mandi - 002 Bloco A ▾

AVANÇAR

[Voltar](#)

Mensagens SAC Financeiro **Meu Imóvel** Conta

entrevistado do aplicativo.

imangai

Ficha de Assistência Técnica

Com auxílio do manual do proprietário, selecione o tipo de serviço e o serviço.

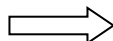
Selecione o local da ocorrência Janelas ▾

Selecione a ocor... Janela não está fechando direito ▾

AVANÇAR

[Voltar](#)

Mensagens SAC Financeiro **Meu Imóvel** Conta



imangai

Marque abaixo caso alguma dessas situações tenham ocorrido.

Troquei as esquadrias

Pinte a janela

Limpei a janela com ácido

AVANÇAR

[Voltar](#)

Mensagens SAC Financeiro **Meu Imóvel** Conta

imangai

Resumo do Chamado

PROTOCOLO: 10020002618
DATA DE ABERTURA: 27/05/2021
APARTAMENTO: 002 Bloco A
LOCAL DE OCORRÊNCIA: Janelas
OCORRÊNCIA: Janela não está fechando direito

Descreva o serviço solicitado (OBRIGATÓRIO):

Infelizmente não fecha, fica torta, preciso de reparo

Anexar fotos a solicitação (OBRIGATÓRIO):

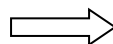
Enviar foto

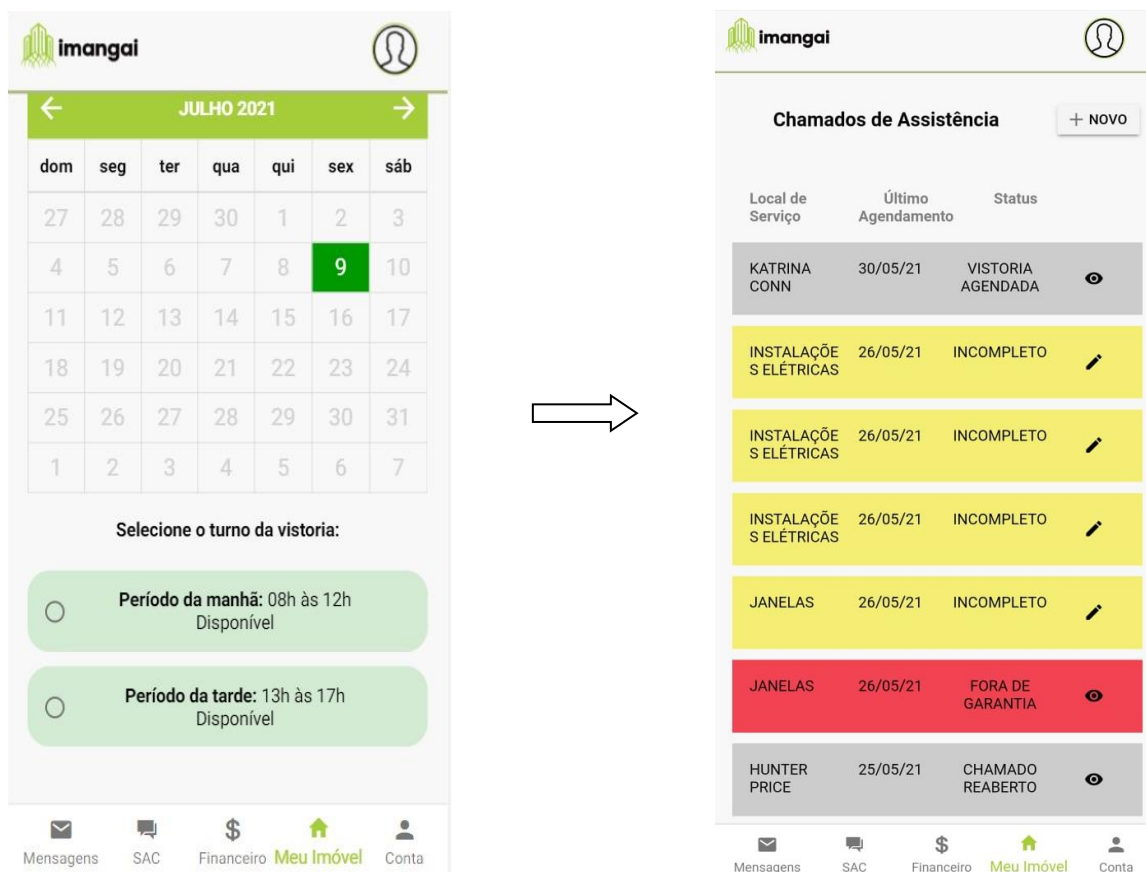
- imagem_1

AVANÇAR

[Voltar](#)

Mensagens SAC Financeiro **Meu Imóvel** Conta





Fonte: -Entrevistado e Incorporadora e construtora Imangai Empreendimentos Imobiliários

4. Quais os maiores desafios enfrentados nesse ramo?

R.: Na minha opinião o maior desafio é a falta da utilização dessas ferramentas no meio para ampliar e melhorar as técnicas gestão. Muito se fala do BIM, por exemplo, para a construção e compatibilização de projetos, mas muitos nem sabem que também serve para a área de manutenção predial. Além disso acredito que será necessário o avanço das gerações para que a importância da manutenção seja cada vez mais levada em conta.

5.2 Entrevista 2

O segundo entrevistado atua como síndico profissional como sócio na empresa Ita Mar Síndicos Profissionais há mais de 15 anos. Atualmente, a empresa é responsável pela gestão e manutenção de mais de dez condomínios residenciais distribuídos na grande São Paulo. Segue a entrevista abaixo.

1. Qual sua visão sobre a manutenção predial atualmente?

R.: “Sou responsável por cuidar de alguns empreendimentos, então vejo a manutenção predial como essencial pro curto, pro médio e pro longo prazo. Sem as manutenções preventivas e corretivas durante os períodos adequados, ou na entrega do empreendimento durante a garantia e até mesmo depois de certo tempo da garantia, o empreendimento vai se deteriorando. Com isso, o patrimônio perde valor e a gestão é prejudicada, gastando-se muito mais recursos que o necessário para manter a edificação.”

2. Acredita que as manutenções preventivas e preditivas geram menos transtornos, custos e tempo em relação à corretiva?

R.: “Quando temos nos empreendimentos ações preventivas, caso tenhamos algum problema, conseguimos identificar o problema no início e na origem. Sanando isso, evitamos um custo maior e um estresse maior com obras ou com intervenções com os moradores. Por exemplo, uma válvula de retenção de uma bomba sem um funcionamento adequado pode danificar mais coisas além dela, gerando mais estresse e mais custos. Então quanto antes for identificado uma situação problemática, tudo é melhor, o financeiro, o estresse e a até mesmo a gestão será facilitada.”

3. Quais tecnologias, equipamentos ou programas você utiliza ou já utilizou para a gestão da manutenção predial? Pretende utilizar alguma outra? Porquê?

R.: “Com relação as tecnologias, vejo que vários processos podem ser feitos com a automação e sensores. Vou dar um exemplo, a gestão de caixas d’água. Hoje em dia pelo celular e de qualquer lugar que esteja, você consegue saber o nível da caixa d’água para saber se determinada torre está ficando sem água, com antecedência à falta de água. Ou seja, antes do problema surgir, você possui uma ferramenta que te dá condições de ter uma atuação rápida e objetiva sobre o problema anunciado. Então a tecnologia só veio para somar e contribuir. E não é só isso, tecnologias em planilhas de manutenções preventivas que sinalizam que algo está para vencer, seja uma renovação de AVCB, seja uma recarga de extintor, também são de grande ajuda. Atualmente não utilizo softwares de gestão, utilizo apenas alguns

sensores e essas planilhas que dão direcionamentos semanais, quinzenais, mensais e anuais de tudo o que devo fazer de intervenções e manutenções. Com relação as tecnologias que pretendemos utilizar estão os drones. Pretendemos comprar um para verificar as condições de fachadas, telhados e outras intervenções que se fazem necessárias.”

4. Quais os maiores desafios enfrentados nesse ramo?

R.: “Sobre os desafios enfrentados nesse ramo acredito que seja o ‘conjunto da obra’. A partir do momento que você aceita o desafio de gerir um empreendimento como síndico profissional, você possui inúmeras variáveis desafiadoras como manutenções, lidar com pessoas e finanças. Mas acredito que o principal desafio disso seja a organização e utilizar essas ferramentas que o mercado disponibiliza hoje para facilitar a gestão, sempre com muita transparência e qualidade para os moradores, pois eu os represento no empreendimento. Não adianta uma ação ser tomada sem eles saberem o que está sendo realizado. Então o principal desafio é manter o empreendimento bem administrado com as manutenções preventivas e corretivas adequadamente em dia, dando transparência de tudo o que está sendo feito para os moradores, o que gera uma gestão sólida e sem problemas.”

6. Considerações Finais

A construção civil é de grande importância para o desenvolvimento social, econômico da sociedade. Sua adaptabilidade a novas tecnologias é fundamental para tal avanço nessa quarta revolução industrial em que vivemos, também chamada de Indústria 4.0. Seus conceitos e técnicas já são realidade em aplicações em métodos de produção e novas tecnologias desenvolvidas que estão se adaptando as necessidades do setor.

Um gerente de manutenção predial, além de suas atribuições e responsabilidades do dia a dia, não pode ficar alheio à evolução dos sistemas e equipamentos advindos dessa nova era, ele deve seguir as exigências tecnológicas e tendências mundiais do setor, que cada vez mais exigem profissionais de manutenção especializados e que utilizem ferramentas modernas de gestão.

É de extrema importância que a gestão da manutenção evolua junto com essa nova revolução, de forma que as atividades preventivas substituam as atividades corretivas, de modo estratégico. Assim, os resultados trarão custos menores, maior qualidade e segurança aos usuários, operacionalidade e atratividade ao empreendimento e a maior conservação das edificações, seus sistemas e sua vida útil. No entanto, a conscientização dessa necessidade de se realizar atividades preventivas ainda é pouco difundida no Brasil.

Para alcançar tais resultados, as empresas necessitam de meios para gerenciar a manutenção de forma integrada e proativa com sistemas informatizados de gerência, como softwares e o BIM, equipamentos tecnológicos como Drones e sensores integrados, treinamento e capacitação dos funcionários e responsáveis, e investimentos em novas tecnologias que colaborem nesse processo de gerenciamento.

Nos dias de hoje, e com o atual nível de exigência dos clientes, é praticamente impossível promover uma gestão de manutenção eficiente e organizada sem a implantação de um sistema informatizado que contenha as ferramentas adequadas para essa atividade, que exigem esforço e dedicação dos

profissionais responsáveis pelo processo. Os softwares e sensores integrados são exemplos desses sistemas, por meio deles é possível gerir manutenções, relatórios, programações e controlar o estado de funcionamento dos sistemas e equipamentos do prediais.

O BIM segue o princípio da interoperabilidade da indústria 4.0 ao integrar dados e digitaliza-los, melhorando o planejamento de manutenções e mostrando-se uma ferramenta de grande utilidade para o setor. A utilização do BIM ainda tende a aumentar com o apoio governamental e projetos de implementação. Portanto, a plataforma BIM é uma tecnologia com um grande potencial, boa aceitação do mercado e que já está sendo implementada.

Os drones, disponíveis a preços relativamente acessíveis, fornecem economia e segurança com relação a mão de obra, possuem alta mobilidade, fornecem digitalizações, levantamentos e coleta de informações. Os equipamentos acoplados ao drone também vem sofrendo evoluções. Assim, os drones constituem ótimos equipamentos para o auxílio da manutenção na construção civil, seja em relatórios, inspeções ou perícias.

Pode-se observar com as entrevistas feitas que os profissionais da área estão cada vez mais utilizando ferramentas e tecnologias a seu favor na manutenção predial nessa era digitalizada e conectada. As construtoras estão implementando e desenvolvendo aplicativos para o auxílio e controle do gerenciamento e os administradores profissionais já utilizam planilhas auxiliares, sensores e buscam novas tecnologias para facilitar a gestão, como os drones.

Deseja-se que este estudo tenha resultados positivos na comunidade da engenharia civil, possibilitando uma visão ampla sobre as novas oportunidades que estão surgindo na área da manutenção predial. Dessa forma, os profissionais da área são atualizados e acompanham o desenvolvimento dessa corrida tecnológica com novas opções e possibilidades cada vez mais promissoras de gestão e gerenciamento.

Referências Bibliográficas

- AIRES, R. W. do; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. de S. **Indústria 4.0: Desafios e tendências para a gestão do conhecimento**. SUCEG - Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo, [S.l.], dez. 2017.
- BALAGUER, C.; ABDERRAHIM, M. Trends in Robotics and Automation in Construction. In: **Robotics and Automation in Construction**. Spain: InTech, 2008. p. 23.
- BALLESTEROS, R. D.; JUNIOR, A. C. L. **Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para inspeção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico**, 2020.
- BECKER, A. et al. **OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 ASSOCIADOS A ABORDAGEM DA CAPACIDADE DINÂMICA**, 2018. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/203/194>>. Acesso em: 1 jun. 2020
- BLANCO, J. L. et al. **The new age of engineering and construction technology**. 2017.
- CARVALHO, C. M. H. DE. **Building information modelling na manutenção predial e reformas de edificações hospitalares existentes**. [s.l.] Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.
- CLAUDIA, A. et al. **A MODULARIZAÇÃO E A INDÚSTRIA 4.0**. II SIGEPRO - Simpósio Gaúcho de Engenharia de Produção. **Anais...**Rio Grande do Sul: 2013
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática : aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos**. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CNGDP 2011. **Anais...**2011Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9149.pdf>>
- COSTA, S. P. F. S. DA. **PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE CENTROS COMERCIAIS**. [s.l.] Universidade de Porto, 2014.
- CUNHA, C. A. S. **Proposição e análise de metodologia para gerenciamento de serviços de manutenção predial**. [s.l.] Universidade Federal Fluminense, 2007.
- DACOL, S. **O POTENCIAL TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL UMA PROPOSTA DE MODELO** SILVANA DACOL. Santa Catarina: UNIVERSIDADE

FEDERAL DE SANTA CATARINA, 1996.

DIGICOMP- ENGENHARIA E TECNOLOGIA. **O que é Building Management System, o BMS e as suas principais vantagens?** Disponível em: <<https://digicomp.com.br/o-que-e-building-management-system-bms-e-suas-principais-vantagens/>>.

FALORCA, J.; RODRIGUES, C.; SILVA, M. DA. **A Utilidade das aplicações informáticas na gestão da manutenção de edifícios.** 2º Forum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2011: Sistemas de Informação na Construção. **Anais...**Porto: 2011

FEDERAL, G.; INDÚSTRIA, M. DA; SERVIÇOS, C. E. E. **BIM BR Construção Inteligente**, 2018.

FEITAL, M. R. **Pós-Graduação em Gerenciamento de Projetos Uso de VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) para inspeção de Projetos de Construção Civil.** [s.l: s.n.].

FONTES, A. D. R. **Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de edifícios suportado por ferramentas BIM - estudo de caso.** [s.l.] Universidade de Porto, 2014.

IBAPE/SP. **Norma Nacional de Inspeção Predial**, 2005.

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**, 2018.

KLINK, B. G. **UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS NA IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO EM EDIFÍCIOS.** [s.l: s.n.].

MARTINS, F. S. **FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO E GESTÃO DA CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM OBRA DE EDIFICAÇÕES.** [s.l.] Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

MIRANDA, M. P. **Inspeção e monitoramento de obra civil com drone.** [s.l.] CONSELHEIRO LAFAIETE, 2020.

MORILHA, A. M. **GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO PREDIAL: escolha e implantação de um sistema informatizado.** [s.l.] Centro Universitário FEI, 2011.

NOUR, A. A. **MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS E RESIDENCIAIS.** [s.l.] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

NAKAMURA, J. **Construção 4.0: como esse conceito vai revolucionar o setor | Buildin.** Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/construcao-4-0/>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

ORION, G.; GESTÃO, I. **A importância do BMS (Building Management System)**

para operação eficiente de edifícios. Disponível em:
<<https://www.gbcbrazil.org.br/a-importancia-do-bms-building-management-system-para-operacao-eficiente-de-edificios/>>.

PINTO, B. F. **Avaliação Dos Benefícios Da Manutenção Preventiva Em Edificações Apoiada Em Modelo Bim.** [s.l.] UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, 2018.

PORTO, G. D. B. P.; KADLEC, T. M. D. M. K. **MAPEAMENTO DE ESTUDOS PROSPECTIVOS DE TECNOLOGIAS NA REVOLUÇÃO 4.0: UM OLHAR PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

RAMOS GARCIA, L.; BUENO, C.; REGINA MOTA SILVA, S. **ESTUDO DO POTENCIAL DE FERRAMENTAS BIM APLICADAS À MANUTENÇÃO PREDIAL EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS.** Potential of BIM tools applied to maintenance of public buildings. Campinas: 2019

RIBEIRO, D. A. C. **Tecnologias advindas da Indústria 4.0 aplicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

SANSON, C. **A quarta revolução industrial: Revolução 4.0.** Disponível em:
<<https://pt.slideshare.net/RitaCasiraghiMoschen/a-quarta-revoluo-industrial-klaus-schwab>>.
Acesso em: 1 jun. 2020.

SANTOS, K. D. P. B. **GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES COM O BIM. ENFOQUE NAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO VITÓRIA 2017.** Vitória: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2017.

SILVA, A. D. DA. **Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil brasileira.** Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. **Anais...**2018

TOLEDO, R.; ABREU, A. F. DE; JUNGLES, A. E. **A DIFUSÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

VIEIRA, E. E. G. V.; KAUFFMANN, R. **Construção Civil: Desafios 2020.** p. 52, 2013.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.