

PROJETO DE AUTOMAÇÃO PREDIAL EM CENTROS COMERCIAIS

Pedro Martim Pereira Titotto – ped_titotto@hotmail.com

Rafael Arouck Gondim – rafa.arouck@gmail.com

Alexandre Lasthaus (Orientador) – alasthaus@gmail.com

RESUMO / ABSTRACT

Este trabalho consiste em uma análise e estudo sobre os sistemas de automação predial, dentre os sistemas de automação utilizados, elaboramos um referencial teórico, projetados para sistemas automatizados, fazendo-se uso das informações adquiridas junto à algumas bibliografias e projetos identificando e descrevendo suas medidas empregadas no projeto. Abrangemos alguns itens abrangidos dentro desse setor, tais como *iot*, *big data*, inteligência artificial, edifícios sustentáveis, energias renováveis, impacto ao meio ambiente e a economia obtida com a adoção de sistemas de automação predial e outras medidas tomadas em conjunto. Também foi feita uma abordagem sobre os impactos da automação, sendo eles impactos sociais, ambientais e econômicos, além de um pequeno panorama do que se esperar para automação nos próximos anos. Também foi ressaltada a importância que os edifícios com sistemas de automação têm ou podem vir a ter em relação a outros campos tais como *smart cities e smart grids* e o papel de destaque dos edifícios inteligentes dentro desse contexto, quais os impactos da automação nesse meio. Foi realizado um estudo do impacto da automação e como houve influências não só na economia de energia como também na sustentabilidade.

Palavras-chave: Automação Predial. Edifícios Inteligentes. IoT. Domótica.

BUILDING AUTOMATION PROJECTS IN COMERCIAL CENTERS

ABSTRACT / RESUMO

Performance analysis and analysis of building automation systems, among the automation systems used, elaborated by a theoretical reference, for the automated systems, making use of the information at their disposal and projects. Employed in the project. We cover a few items covered in a sector such as large volumes of data, artificial intelligence, renewable buildings, renewable energy, environmental impact and a resulting economy with the adoption of building automation systems and other measures taken together. You have been made an approach on the impact of automation as they have become social, environmental and economic, plus a scenario that was not expected to automate the coming years. It was also important to have indicator automation systems that may or may not have a relationship with other fields such as smart cities and smart grids and the prominent role of indicators such as smart cities and automation tools in that environment. This study is the impact of automation and such influences are in the sustainability of energy is also sustainability.

Keywords: Building automation. Intelligent buildings. Iot. Home automation.

1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais comum com o uso da tecnologia baseada na automação, ela é largamente utilizada na indústria a muito tempo. “Os primeiros prédios inteligentes surgiram na década de 1980 nos Estados Unidos.” (MOREIRA, 2014)., porém vem sendo cada vez mais frequente também seu uso para fins comerciais. Com diferentes finalidades, seja para utilização na gestão da segurança, na economia de recursos ou simplesmente para proporcionar mais conforto aos clientes. Antes da sua aplicação, provavelmente havia muito custo econômico e de tempo para obter as mesmas soluções de maneira humana. “Desde a segunda metade do século XVIII o homem já estava tentando avançar no campo da automação quando o sistema de produção agrário e artesanal da Inglaterra se transformava em industrial.” (SANTOS, 2017), e com um nível menor de confiabilidade no resultado final.

De acordo com Alves (2010) a automação predial já é utilizada nos anos 2000 no controle de ambientes, na melhoria da eficiência energética, no controle do fluxo, na supervisão e segurança das dependências e das pessoas. Surgiu após a automação industrial e quase como uma consequência da automação comercial e seus edifícios inteligentes isto por volta da década de 90, e que foi possibilitada a partir de propostas de padronização de organismos e grupos internacionais e os avanços na tecnologia das redes de computadores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS (MÉTODO, METODOLOGIA)

O trabalho se deu na forma de estudo de caso, onde utilizamos informações de ambientes que já possuem um sistema automatizado instalado, por meio de bibliografias onde conferimos de quais maneiras foram projetados e implementados esses sistemas.

Foram analisados ambientes comerciais dos mais variados tipos, e foram abordados temas inerentes, relacionados aos edifícios inteligentes, tais como iot e seus conceitos, sustentabilidade e meio ambiente, e benefícios e malefícios da integração do ser humano com a automação.

3 RESULTADOS

3.1 AUTOMAÇÃO PREDIAL

Segundo (TEZA, 2002) a automação predial é um processo pelo qual dispositivos automáticos, eletrônicos e inteligentes responsáveis pelo controle e gerenciamento de recursos, são utilizados para prover maior segurança e comodidade no espaço. Já o conceito de domótica inteligente para (ALVES; MOTA, 2003), se resume ao gerenciamento automático de recursos como a temperatura, energia etc.

Atualmente a evolução tecnológica dos diferentes sistemas de automação aliada as novas tecnologias de comunicação em rede, tem estimulado a indústria de construção a incorporar soluções inovadoras de automação predial em seus novos empreendimentos levantando a um crescimento deste setor em cerca de 20% ao ano e já é possível encontrar algumas construtoras que oferecem em seus empreendimentos a base dessa tecnologia. (MURATORI; AURESIDE, 2006).

Como tendência e oportunidades de mercado, o ambiente predial ainda permanece praticamente inexplorado para implantação de sistemas de redes e sistemas de controle e quando existem, são implantadas de forma isolada provocando o aumento no custo dos equipamentos, manutenção e complexidade de controle.

3.1.1 Itens devem ser considerados em um projeto de automação predial

Em um projeto de automação predial existem várias coisas que devem ser levadas em consideração, pois cada projeto tem suas especificações e aplicações proporcionais a sua finalidade, porém todos devem seguir as normas estabelecidas, os padrões de comunicação e demais especificações das instituições envolvidas com o setor onde o projeto para o edifício será implementado, ou seja, é importante sempre seguir os padrões da ABNT, ANATEL, ANEEL, ANVISA, MEC, ASHRAE, IEEE, ISO, NFPA, UL, NEMA ou qualquer outro órgão vinculado ao local e especialidade do projeto.

Abaixo segue uma lista de alguma das normas comuns a maioria dos projetos de automação predial:

- ABNT NBR IEC 61850: redes e sistemas de comunicação para automação de sistemas de potência.
- ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.
- ABNT NBR 5413: Iluminância de Interiores.
- ABNT NBR 5414: Execução de instalações elétricas de baixa tensão.
- ABNT NBR 9441: Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio.
- ABNT NBR 14565: Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada.
- TIA/EIA-568-B: Norma de cabeamento estruturado de telecomunicações de edifícios comerciais.

Ademais das normas e padrões técnicos, outro item importante de se levar em consideração no projeto de automação predial, principalmente em edifícios comerciais é um plano de ação e resposta no caso de panes e anormalidades, tais como suspensão temporária do fornecimento de energia elétrica, visto que neste edifícios o fluxo de pessoas é considerável, e sem um sistema de resposta para estes eventos poderia apresentar transtornos é até mesmo risco aos frequentadores do edifício a depender do sistema de automação afetado pelo problema.

3.2 APLICAÇÕES DA AUTOMAÇÃO PREDIAL

3.2.1 Elementos podem ser automatizadas em um edifício

Os principais elementos que podem ser automatizados em um prédio são os seguintes:

- Controle de ar-condicionado;
- Controle de energia e consumo;
- Controle de bomba de água;
- Controle de alarme de Incêndio;
- Rateio de custos de energia;
- Controle de iluminação;
- Sistema de segurança;
- Controle de acesso;
- CFTV;
- Detecção de incêndios;
- Estacionamentos;
- Instalações elétricas, hidráulicas, gás, entre outros.



Figura 4 Sistema de automação predial Fonte: [ADKL Zeller](#)

Sistemas de Alarmes de Vazamentos de Gás, Fumaça e Incêndio Consistem em dispositivos para alertar e resolver imprevistos, dispendo de sensores para detecção de fumaça e incêndio, que podem emitir sinais sonoros de alerta e até acionar esguichos de emergência ou sensor de vazamento de gás. Uma vez que o sensor capte a vazão, um dispositivo automaticamente fecha a saída de gás,

corta a energia elétrica do local e ainda levanta as cortinas para a ventilação (MONTEBELLER, 2006).

Sistemas inteligentes de iluminação podem acentuar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar um clima especial, seja ele para reuniões ou festivo. Ligando e desligando automaticamente, podem proteger um ambiente de intrusos, fazendo-a parecer ocupada na ausência de seus proprietários. Economia de eletricidade é outra vantagem, pois a intensidade de luz é regulada conforme a necessidade e as lâmpadas não precisam ficar totalmente acesas como acontece normalmente.

O sistema de CFTV consiste no monitoramento e vigilância eletrônica para proporcionar segurança e conveniência à construção, ao ponto de permitir a visualização de visitantes em qualquer aparelho televisor dentro de uma edificação. Este sistema utiliza câmeras e monitores, que podem variar bastante em valor, complexidade do sistema e resultado obtido encontrando-se desde modelos pequenos (do tamanho de um cartão de crédito) até grandes, de uso profissional, possuindo gravação de sons como opcional e com movimentação. Câmeras externas (principalmente) podem ser dotadas de detector de movimento, para acioná-las e iniciar gravação em uma mídia de dados e até emitir bips de aviso. Pode-se levar também em consideração o modo de visualização e gravação, Preto-e-Branco ou Colorido (CISCO SYSTEMS. 2005).

Em estacionamentos podem ser utilizados sensores para indicar vagas livres, fazer uma contagem e poder direcionar o motorista para um determinado setor para que o espaço seja utilizado de maneira mais eficiente e possa ser distribuído o fluxo de veículos evitando gerar áreas onde possa gerar uma aglomeração e eventualmente uma perda de tempo esperando outros veículos se deslocarem.

Em uma edificação vale a importância de controlar o fluxo de água emitido, pela sua economia. A automação deste pode ser dividida por torneiras e sistema de irrigação. As torneiras são controladas através de um sensor de presença ou por um botão temporizado que controla o tempo do fluxo. Já o sistema de irrigação, consiste no acionamento de um botão para a liberação da água, este persiste durante um tempo e logo encerra a irrigação, dá-se um tempo de drenagem do solo e volta a repetir o processo (MOREIRA, 2009).

3.3 O QUE ESPERAR PARA O FUTURO DA AUTOMAÇÃO PREDIAL

As tecnologias Wireless podem facilitar a tomada de decisão nos casos de edifícios mais antigos, pois as mesmas estão disponíveis em sensores, equipamentos de controle e computadores e podem formar redes sem a necessidade de uma estrutura física, permitindo que prédios antigos, ou até mesmo com baixos níveis de automação, possuam seus recursos interligados sem a necessidade de se modificar a estrutura física desses edifícios.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias e o crescimento da demanda e produção, os preços dos sistemas de automação predial declinarão, como acontece com qualquer tipo de nova tecnologia, tornando-se mais acessíveis, e em futuro próximo certamente a automação predial se tornará primordial, tal qual a automação industrial é hoje para as indústrias, para manter a sustentabilidade e economia das habitações e escritórios do mundo.

3.4 IOT NA AUTOMAÇÃO PREDIAL DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS

Os dispositivos de IoT estão sendo usados por empresas para automatizar a tomada de decisões, aumentar a eficiência e reduzir os custos operacionais. A General Electric está usando sensores para monitorar remotamente o desempenho de seus motores a jato, permitindo que a empresa detecte e lide com pequenas falhas antes que elas se tornem grandes. Nos edifícios, sensores semelhantes para gerenciar o desempenho dos sistemas prediais estão começando a ser instalados. Combinado com conectividade mais rápida e avanços na computação em nuvem, a IoT tem o potencial de transformar a maneira como as empresas operam.

Em 2025, o McKinsey Global Institute prevê que as aplicações de tecnologias IoT terão um impacto econômico equivalente a US \$ 11 trilhões na economia global (MCKINSEY AND COMPANY,2015). A instalação de dispositivos conectados em edifícios é uma das principais aplicações da tecnologia IoT. Sensores que detectam a presença de uma pessoa, níveis de luz e umidade já estão sendo instalados em novos empreendimentos.

O The Edge, um prédio comercial de 40.000 m² em Amsterdã, é considerado por muitos o edifício mais inteligente do mundo. 28.000 sensores rastreiam o movimento de pessoas através do edifício (BLOOMBERG,2015). Os prédios de escritórios do futuro próximo terão centenas de milhares de sensores instalados, monitorando tudo, desde o desempenho de luminárias individuais até a saúde e o bem-estar dos funcionários.

Além do mais segundo (WEF,2018), medidas baseadas em IoT, como a análise de dados, a computação em nuvem e ferramentas de inteligência artificial são tendências a serem adotadas por empresas de diversos setores, na figura 8 é mostrado a porcentagem de empresas que pretendem utilizar essas tecnologias até 2022.

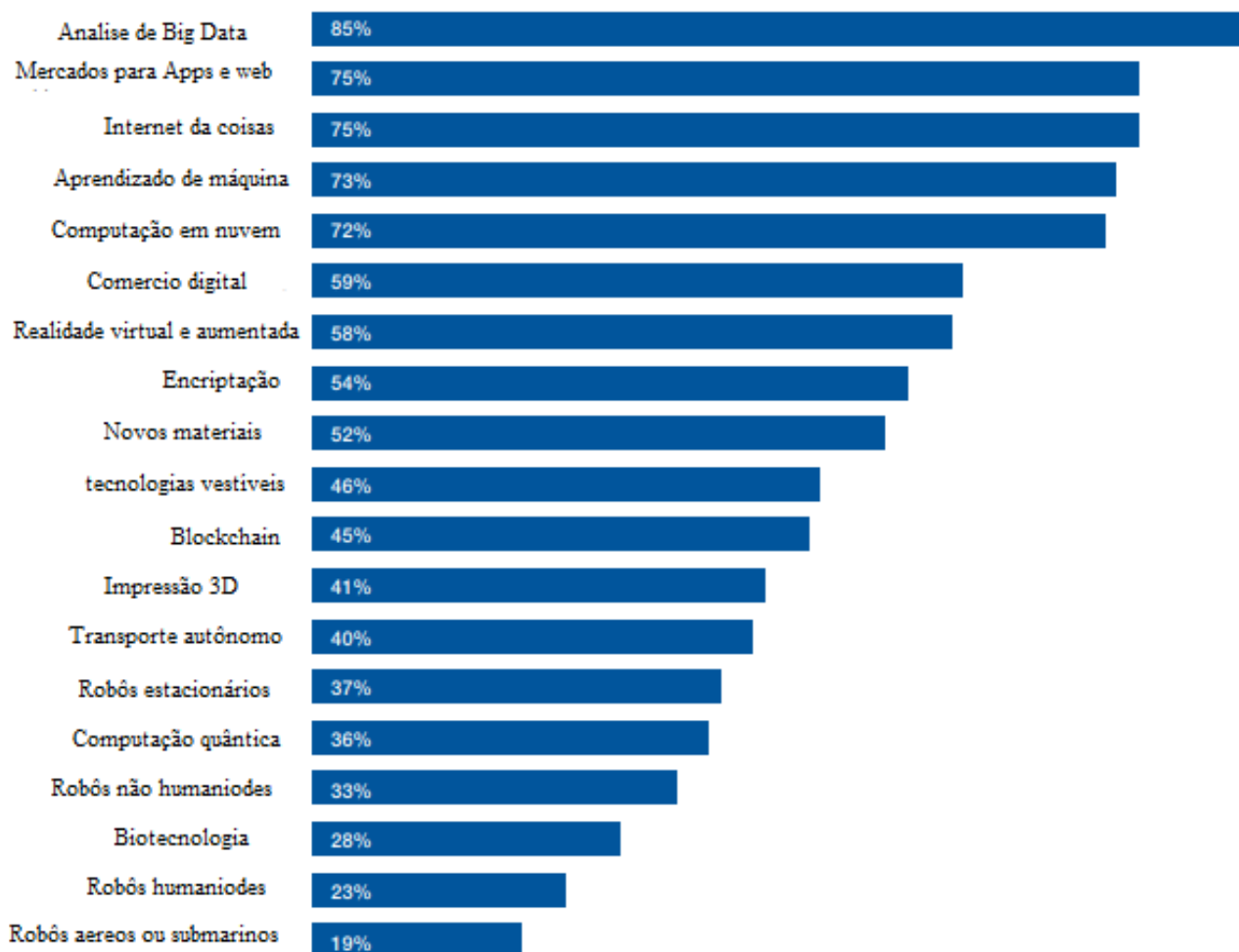


Figura 5 Tendências sobre uso de tecnologias Fonte: Future of Jobs Survey 2018, Fórum Econômico Mundial.

3.5 TECNOLOGIAS EMPREGADAS EM IOT

3.5.1 Tecnologias de detecção e coleta de dados

Os sistemas atuais de RFID utilizam esse mesmo princípio básico para permitir a identificação de objetos, pessoas ou animais, armazenando informações sobre eles, transferindo essas informações para outros dispositivos eletrônicos via comunicação sem fio.

As redes de sensores sem fio ou WSN (*Wireless Sensor Networks*) são redes formadas por dispositivos com capacidade de sensibilidade e comunicação sem fio, sendo capazes de monitorar e medir certas condições físicas e ambientais em diferentes ambientes. Essa rede é composta por nós sensores, dispositivos autônomos compostos por um microcontrolador, uma fonte de energia, um transmissor-receptor de rádio frequência e um sensor (FALUDI,2010). Com a tecnologia WSN é possível construir redes sem infraestrutura física programa ou administração central.

A topologia é dinâmica, sendo capaz de possuir autoconfiguração, auto restauração e alta confiabilidade (se um nó falhar, a rede é capaz de encontrar novas formas para encaminhar os pacotes de dados).

As tecnologias com fio demandam uma infraestrutura física adequada para a passagem de cabos e fios. A necessidade de conectar fisicamente os dispositivos para permitir a comunicação é dispendiosa e exige esforços em casos de manutenção, expansão, remoção ou atualização dos cabos utilizados. A principal vantagem é que as transmissões que ocorrem por meio de redes cabeadas são confiáveis e robustas porque são menos suscetíveis a erros e interferências do meio ambiente.

3.5.2 Inteligência artificial

Edifícios inteligentes são alimentados pela próxima geração de iBMS (Intelligent Building Management Systems). Em muitos dos prédios comerciais de hoje, o BMS existente suporta apenas a operação de sistemas críticos da planta. Todos os outros sistemas, como aqueles que controlam iluminação, segurança e proteção, são regulados por seus próprios subconjuntos de controladores, painéis de supervisão e aplicativos, cada um com suas próprias redes de suporte.

Um iBMS, por outro lado, conecta-se a todos os sistemas e serviços de construção através de uma rede IP (*Internet Protocol*). Isso permite que um iBMS funcione como o sistema operacional de um edifício, com dados de sistemas e dispositivos individuais transmitidos de volta ao iBMS. Usando esses dados, um iBMS pode tomar decisões e ações informadas que melhoram a operação do prédio. Os dados dos sensores de ocupação, por exemplo, poderiam ser introduzidos em um iBMS para permitir a identificação de partes vazias do prédio onde os sistemas de ventilação e iluminação podem ser desligados.

As eficiências operacionais geradas pelos iBMS podem reduzir significativamente os custos operacionais em áreas como consumo de utilitários, sobrecarga de gerenciamento e adaptações prediais. Além disso, os softwares de controle iBMS fornecem uma solução simples e visual que reúne todos os sistemas construtivos em uma única interface de usuário, permitindo que os administradores de edificações monitorem, ajustem e reconfigurem dispositivos de iluminação, segurança, HVAC, elevadores, energia e outros sistemas prediais conforme necessário.

Decisões táticas e operacionais sobre a operação do edifício são tomadas por algoritmos como parte do iBMS, permitindo que o administrador do prédio adote uma abordagem mais prática e cuide de vários locais remotamente. Ao analisar dados fornecidos por sistemas e sensores de edifícios individuais, o iBMS otimiza o funcionamento do edifício para reduzir os gastos operacionais, executar de forma mais sustentável e aprimorar a experiência dos ocupantes. Modelagem avançada de causa e efeito significa que o edifício pode responder dinamicamente a mudanças no uso. O desempenho de cada dispositivo de construção individual é cuidadosamente monitorado e controlado pelo iBMS, permitindo identificar quaisquer problemas e programar automaticamente a manutenção quando necessário.

3.5.2.1 Análise preditiva

A verdadeira promessa da IoT é que os dados capturados pelos dispositivos conectados podem ser usados para não apenas relatar o desempenho de vários dispositivos e informações sobre seu ambiente, mas também prever com precisão as condições no futuro. Usando dados de sensores, por exemplo, o software de previsão climática da Schneider Electric fornece dados de previsão para o software de gerenciamento predial da empresa, que então regula as operações de construção de acordo com essas previsões.

Crescentes volumes de dados de sensores de IoT estão acelerando o desenvolvimento de novos tipos de computação que transformarão ainda mais as operações de edifícios. As redes neurais, por exemplo, são uma tecnologia emergente que usa redes de unidades de processamento interconectadas dispostas para imitar a composição do cérebro humano.

O software executado em uma rede neural pode identificar padrões e tendências em grandes conjuntos de dados históricos para aprender a antecipar eventos futuros. Ao analisar dados de sensores de edifícios e combiná-los com dados externos, o software neural especializado pode prever quantos usuários de edifícios estarão presentes em um determinado dia e otimizar os serviços de acordo. A DeepMind, empresa especializada em aplicativos de redes neurais adquirida pelo Google em 2014, anunciou recentemente que cortou a quantidade de eletricidade necessária para resfriar os datacenters do Google em 40%, delegando o gerenciamento de energia à rede neural (DEEPMIND,2016).

Uma das principais aplicações das redes neurais está no processamento de linguagem natural, permitindo que o software entenda e responda a comandos falados em linguagem natural. À medida que essa tecnologia for aprimorada, permitirá o surgimento de concierges virtuais em edifícios com os quais os usuários podem interagir, como acontece hoje com o Siri da Apple ou o Assistente do Google.

Esses concierges virtuais podem ser empregados para ajudar os usuários a encontrar colegas, reservar salas de reunião ou controlar o ambiente de trabalho.

3.5.3 Áreas de aplicações de iot em edifícios

A IoT cria uma rede invisível de comunicação que pode ser programada e controlada para sentir o ambiente ao seu redor. A IoT também progride na direção de uma rede de comunicação que envolve a sociedade, processos, dados e objetos, fenômeno que também recebe o nome de Internet of Everything ou IoE (FELL,2014). Essa definição é traduzida na capacidade que essas tecnologias possuem de conectar as pessoas de uma forma mais relevante, entregando as informações corretas para as pessoas corretas no instante adequado.

Do ponto de vista de dados e objetos, esse novo conceito tecnológico possibilita que a coleta de dados seja transformada em informações úteis a serem fornecidas para os dispositivos e objetos

interligados, possibilitando a tomada inteligente de decisões. Nesse sentido, a IoT tem potencial para o desenvolvimento de novas aplicações inteligentes em praticamente todos os campos.

Classificando os domínios de aplicações em três principais grupos, industrial, cidades inteligentes, e saúde e bem-estar, é possível identificar potenciais aplicações dentro de cada um deles.

3.6 ILUMINAÇÃO , CLIMATIZAÇÃO E SEGURANÇA

3.6.1 Iluminação

Os projetos arquitetônicos mais modernos visam cada vez mais a integração entre iluminação natural e artificial. Durante a elaboração do projeto de iluminação, segundo (MARTIRANO,2011) é necessário avaliar os seguintes pontos:

Técnicas de controle: como é feito o ajuste do fluxo luminoso (radiação emitida por fonte luminosa).

- Ações de controle: como a técnica de controle é implementada.
- Modos de controle: como funcionam as ações de controle.
- Estratégias de controle: o objetivo que o sistema de controle deve alcançar.
- Tecnologia embarcada nos componentes luminosos;
- Luminárias e sistemas de iluminação;
- Gerenciamento e monitoramento das fontes de energia e sistemas de distribuição;
- Soluções completas de iluminação incluindo monitoramento, controle e gerenciamento de aplicações;

3.6.2 Climatização

Os sistemas de climatização normalmente utilizados ao redor do mundo são baseados em equipamentos de ar condicionado com *chillers*. A maioria desses sistemas não operam com o máximo de sua eficiência, sendo que ganhos significativos nesse quesito podem ser alcançados através do aperfeiçoamento dos sistemas e projetos. Por exemplo, a maior parte dos sistemas de climatização implementados são superdimensionados devido à falta de uma análise crítica e precisa acerca da quantidade de resfriamento necessária para atender à necessidade do prédio.

O mercado de climatização mundial tem passado por um constante aumento de demanda. Tal acontecimento é consequência do crescimento econômico em países de clima quente e do fato de que muitos serviços prediais requerem certo nível de climatização – até mesmo em países frios, para compensar fontes de calor internas (bombas, máquinas, ocupação) em certas épocas do ano. Além disso, algumas técnicas de construção, como o espelhamento de fachadas de edifícios, aumentam a temperatura interna dos prédios, exigindo sistemas complexos de climatização.

Com o objetivo de propor a aplicação de conceitos como WSN, IoT e computação em nuvem, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas no campo dos sistemas de climatização. A introdução desses

conceitos permite abordar de forma holística os fatores que influenciam a temperatura interna dos prédios e o impacto no conforto térmico dos usuários.

(SKLAVOUNOS et al,2013) mostra que redes WSN possibilitam a redução do consumo energético em sistemas de climatização por zonas. Unir o monitoramento da temperatura com a atuação direta nos sistemas de climatização é uma das formas de obter ganhos em eficiência energética através do controle de temperatura de operação dos aparelhos de ar condicionado, reduzindo o desperdício de energia relacionado à manutenção de baixas temperaturas em áreas do prédio.

3.6.3 Segurança e emergência

Grande parte dos dispositivos conectados à internet utilizam a interface de programa de aplicações (API), ou seja, um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por software que permitem que o programador acesse arquivos, dados ou crie janelas de operação.

Quando comprometidos, as ferramentas dos edifícios inteligentes podem representar ameaças profundas aos arredores físicos nos quais estão instaladas, permitindo que invasores maliciosos causem danos mesmo sem ter acesso presencial ao prédio. Além disso, se estivermos dentro do ambiente empresarial e esses dispositivos compartilharem a mesma conexão de rede que a do sistema de TI utilizado pela empresa, esses dispositivos podem ser utilizados por usuários não identificados como porta de acesso a dados sigilosos. Em recente experimento realizado pela IBM (IOUNESCO,2017), foram testadas as vulnerabilidades de um sistema de automação predial para identificar quais falhas de software permitiriam o acesso de hackers.

Identificou-se que uma das configurações mais utilizadas por sistemas prediais inteligentes é formada por múltiplos dispositivos conectados a respectivas estações e que estas, por sua vez, são conectadas via internet a um servidor de gerenciamento de automação predial. Tal estrutura permite que os técnicos responsáveis acessem esses servidores para obter dados em tempo real de sensores e controlar vários dispositivos a partir de sua estação. Esse acesso é feito por meio de uma rede virtual privada (VPN – Virtual Private Network) que pode ou não ser composta por firewalls que controlam as regras de acesso. Uma vez que os técnicos precisam compartilhar o acesso a essas estações, as senhas podem ser facilmente descobertas, já que utilizam alguns padrões internos. Além disso, para evitar custos com viagens múltiplas, contas com o perfil de administrador costumam ser mantidas.

O estudo de caso aponta que, sem grandes esforços, é possível invadir um sistema de controle predial. Entretanto, também permite identificar algumas ações capazes de evitar esse tipo de invasão. Dentre essas ações, podemos citar a necessidade de utilização de uma engenharia de segurança durante a criação de softwares, bem como o uso de certas práticas de programação; restringir IP capazes de se conectar aos dispositivos do sistema de automação predial; desabilitar administração remota;

estabelecer sistemas de segurança de incidentes e gerenciamento de eventos; fortalecer senhas e garantir a atualização de todos os softwares.

3.6.4 Projetos de edifícios com planejamento de IoT incorporado

O Majunga Tower, em uma área de 70.000 m² é uma torre de escritórios que está situada no coração do bairro de La Défense, em Paris. O edifício, de propriedade da Unibail-Rodamco, possui um iBMS que reúne o controle e gerenciamento da distribuição de energia, HVAC, iluminação e persianas do prédio para melhorar o desempenho do edifício. O consumo de energia primária na Torre Majunga é inferior a 80 kWh/m²/ano, o que é cinco vezes mais eficiente que outros blocos de escritórios. A pegada total de carbono do edifício é quatro vezes menor do que a média de outros edifícios de escritórios próximos (SCHNEIDER ELETRIC,2014).

O Al Bahar Towers em Abu Dhabi também usa um iBMS para atingir altos níveis de eficiência energética, apesar de estar situado em um clima onde as temperaturas geralmente ultrapassam 35 graus Celsius. O edifício possui uma fachada inteligente que reage ao movimento do sol para limitar o ganho solar e o brilho, ajudando a reduzir o uso do sistema HVAC (ARCH DAILY,2012).

A sede do Cooperative Group está situada em One Angel Square, em Manchester. Os 50.000 m² do edifício de escritórios é um dos prédios de escritórios mais sustentáveis da Europa, classificado como "Destacado" na escala BREEAM (Building Research Establishment Assessment Methodology). O edifício tem sua própria fonte de calor e geração de energia no local, permitindo a devolução de energia excedente à rede de eletricidade do Reino Unido (BUILDING MAGAZINE,2012).

Não são apenas novos empreendimentos como esses que podem empregar tecnologia de construção inteligente para melhorar a eficiência energética. empregados em locais existentes para reduzir significativamente as despesas operacionais e o consumo de energia. A empresa americana de telecomunicações AT&T, por exemplo, modernizou 240 de seus escritórios, garagens e call centers com sensores fabricados pela Enlightened, uma fornecedora de iluminação e sistemas de gerenciamento de energia da Califórnia. Os sensores otimizam a iluminação de acordo com os níveis de luz ambiente para economizar energia. A AT&T agora economiza US \$ 8 milhões em sua conta de energia e espera economizar mais US \$ 200 milhões nos próximos dez anos, à medida que os sensores forem introduzidos em mais instalações (IOT JOURNAL,2015).

3.7 AUTOMAÇÃO NO IMPACTO ECONÔMICO DE EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS E ECOLÓGICOS

3.7.1 O impacto da automação

Os impactos da automação predial em um projeto podem ser vistos principalmente na redução do consumo de água tratada e de energia. Já a energia elétrica é mais onerosa para o consumidor, por isso, a procura por soluções que viabilizem a redução no consumo. A Tabela 3 apresenta valores de

redução de consumo de energia nos diferentes locais a partir da utilização da Automação Predial simples, em funções também simples, sem o uso de elementos relacionados a IoT, o que demonstra um grande potencial caso haja um aprimoramento e utilização de sistemas mais complexos.

Tipos	Percentual
Estoques e Depósitos	60%
Banheiros	50%
Salas de Reuniões e Conferências	50%
Armazéns	40%
Corredores e Halls	30%
Escritórios	30%

Tabela 3 Redução de energia com aplicação de Automação Predial (DIAS, 2004).

Como consequência da racionalização de recursos naturais que a automação predial oferece, tem-se a redução dos impactos ambientais provocados pela captação de água e geração de energia.

3.7.2 Ponto de vista sustentável e de meio ambiente

O termo “edifícios sustentáveis” na construção civil tem uma variedade de denominações, como, edifícios ecológicos, edifícios energeticamente corretos, *green building*, arquitetura bioclimática entre outros, porém todos eles culminam para o mesmo ponto, a construção com redução de impactos ambientais

3.7.3 O que faz um edifício sustentável e ecológico ser economicamente viável

De acordo com o Green Building Concil Brasil o investimento nos prédios ecologicamente corretos comparados aos convencionais giram em torno de 2% a 7% a mais no valor total da construção, porém eles garantem que o consumo de energia é 30% menor, há também redução de até 50% no consumo de água, de até 80% nos resíduos e uma valorização de 10% a 20% no preço de revenda, além de redução média de 9% no custo de operação do empreendimento.

Além disso, ainda há a insegurança do investidor no momento da concepção de um projeto, e não há o esclarecimento sobre o quanto aquele acréscimo de investimento inicial pode conduzir o empreendedor a um também acréscimo na riqueza potencial do empreendimento quando comparado ao convencional, conforme (ALENCAR,2004).

Considerando não só o fator investimento x risco, sistemas prediais mais eficientes e sofisticados devem proporcionar uma maior economia quando comparamos os custos de operações de edifícios sustentáveis e o dos convencionais. Desta forma é possível apresentar uma realidade mais atrativa e consistente para os investidores (ALENCAR, 2008).

(ALENCAR,2008) ainda afirma que para atrair o interesse do investidor, é possível mostrar que a redução do Resultado Operacional Disponível médio do edifício representa diretamente o ganho no valor da exploração no ciclo de vida do imóvel, já que o aluguel se mantém na média do mercado de edifícios convencionais.

Todavia, essa diferença monetária na exploração do ciclo de vida do edifício, garante que o acréscimo no investimento inicial do imóvel seja retornado em um determinado tempo, chamamos esse tempo de retorno de *payback*.

Segundo pesquisa de (CEOTTO,2008) existe uma divergência nesse tempo estimado para retorno dos investimentos, segundo ele o *payback* de um edifício sustentável é de 3 anos, até 2 anos em alguns casos, enquanto outros profissionais estimam 8 a 10 anos, como é o caso de Alencar. Segundo Ceotto essa diferença de interpretação tão significativa se dá pelo fato de serem comparados edifícios com complexidades não compatíveis.

No cálculo do retorno financeiro de um empreendimento sustentável, existem itens que foram incluídos na construção daquele imóvel, que trouxeram benefícios para o meio ambiente e para a sociedade, porém não são passíveis de retorno na economia da operação do condomínio em si. Como exemplo desses investimentos, (CEOTTO,2008) dá a madeira certificada, que o uso induz um aumento de 20% a 30% no seu item, porém não traz redução a operação do empreendimento.

Ainda assim é possível estimar o *payback* de um empreendimento com simulações baseadas basicamente nos consumos de energia e água, e seguindo estes critérios, segundo ele é facilmente demonstrado um *payback* de 2 a 3 anos.

O *Fitting out*, chamado pelo autor, significa os equipamentos, acessórios, incluindo até instalações elétricas. São despesas de construção que giram em torno de R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00/m² (BOMA, 2009), cerca de 40% a 50% do total da obra, muitas vezes na entrega de escritórios estão sujeitos a alterações do proprietário, ou seja, é sugerido por Ceotto que estes itens sejam negociados a sua entrega no momento da venda do imóvel, para que não haja um retrabalho e desperdício deste investimento, exemplo: móveis, carpetes, forros, divisórias, piso elevado, persianas, luminárias, dutos de ar, entre outros.

A fase de operação é aquela referida nos 80% das despesas de um edifício. (CEOTTO ,2009) faz uma relação entre o impacto nos custos de operação do condomínio x impacto positivo no meio ambiente (Figura 14), onde temos uma visão clara de como podemos associar da melhor forma e mais eficiente o benefício ao usuário do edifício concomitante ao benefício do meio ambiente, onde a priorização, segundo ele deve ser feita a partir de altos impactos nos custos de operação do condomínio e baixos impacto no meio ambiente.

De acordo com o estudo de (CEOTTO,2008), a adoção por práticas ligadas a redução do custo de operação o edifício, é atrativa e facilmente explicada, apesar da ética que envolve o baixo consumo

de bens do meio ambiente e da essencialidade dessa condição no futuro, devido a uma tendência mundial. Para o autor, é de grande valia hoje a preparação para uma certeza que segundo ele de que água, energia e insumos naturais não renováveis terão seus preços cada vez mais elevados e edifícios construídos com tecnologias convencionais poderão se tornar rapidamente obsoletos, penalizando decisivamente seus investidores.

4 DISCUSSÃO

Através de todos os dados e análises vinculados a este trabalho, foi verificado que os sistemas de automação predial são economicamente viáveis, como foram demonstrados nas diversas tabelas e figuras utilizados neste trabalho, como por exemplo o estudo feito por (ceotto,2009) que concluiu que o total de despesa de um edifício convencional nos quesitos, água e energia, gira em torno de r\$ 10,40/m², enquanto que para um edifício mais eficiente, esse valor cai para r\$ 5,98/m², uma economia de r\$ 4,42/m², uma redução nos gastos de 42,5% e conforme foi exposto na tabela 4, em que esta economia foi alcançada com sistemas de automação e medidas sustentáveis.

Além de medidas que foram utilizadas com sistemas de automação predial, potencializando os efeitos e ainda trazendo uma valorização financeira ao projeto final, que segundo o green building concil brasil é uma valorização de 10% a 20% no preço de revenda, ainda ressalta que o investimento nos prédios com intenção na redução de gastos com energia e água se comparados aos convencionais giram em torno de 2% a 7% a mais no valor total da construção, além de redução média de 9% no custo de operação do empreendimento durante toda a sua vida útil, deixando claro que há o retorno do investimento sejam elas medidas e práticas de sustentabilidades, incentivos através de certificações ambientais, ou até mesmo medidas tomadas por governos na forma de lei.

Embora a automação predial já seja uma realidade, ela ainda sofre uma certa resistência pela falta de conhecimento geral, porém a previsão é que nos próximos 4 anos que esse panorama mude, visto que muitas empresas demonstraram interesse em implantar novas tecnologias, como por exemplo, os 85% interessados em implantariam análise de big data, os 75% agregariam a internet das coisas ,os 73% aprendizado de máquina e 72% em computação em nuvem, conforme analisado pelo wef em 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi estudado a automação predial tanto como suas fontes e objetos de estudo, foi identificado na elaboração deste texto que a automação predial é dependente de vários fatores, inclusive fatores para sustentabilidade no meio econômico, investimentos financeiros dentre outras tecnologias. O objetivo foi trazer ao leitor uma abrangência ao estudo da automação de prédios em centros comerciais como também a sua aplicação, a estrutura exigida para o investimento de um único prédio, e como conciliar tecnologia e sustentabilidade ecológica na automação, como essas

tecnologias são aplicadas ao prédio automatizado com o objetivo de diminuir gastos e melhorar a eficiência.

Houve algumas limitações nas pesquisas onde devido a abrangência do assunto não houve maiores estudos enfatizados nas áreas apresentadas, apenas uma introdução devido ao tamanho conteúdo aqui descrito.

Em estudos futuros ainda pode-se optar por estudar algumas das áreas aqui demonstradas e como elas se integram há outros sistemas automatizados, e há um foco maior no estudo de investimentos na construção de um prédio automatizado e seu ciclo de vida útil.

REFERÊNCIAS

ABDENNADHER, N. KHABOU, I. B. RODRIGUEZ E M. JMAIEL. **Designing energy efficient Smart Buildings in ubiquitous environments**. 15th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), Marrakech. 2015, pp. 122-127.

AEAMESP, **Portas De Plataforma Uma Tecnologia Necessária**, 12ª Semana de Tecnologia Metroviária, 2006. Disponível em <http://www.aeamesp.org.br/biblioteca/stm/12SMTF060831T02.pdf>, acessado em 15 de abril de 2019.

AGENDA 21: For Sustainable Construction In Developing

Countries, A Discussion Document, Pretoria, África do Sul, 2002 Disponível em:

http://www.cidb.org.za/documents/kc/external_publications/ext_pubs_a21_sustainable_construction.pdf.

ALENCAR, Claudio Tavares de: **A Qualidade Do Investimento Em Edifícios De Escritórios Com Elevado Grau De Sustentabilidade**, São Paulo, 2008 – Revista Construção e Mercado, 1 CD-ROM.

ALENCAR, Claudio Tavares de: **O Equilíbrio Entre A Sustentabilidade E A Atratividade Do Investimento Em Edifícios De Escritórios Para Locação Em São Paulo**, São Paulo, 2004 – I Conferência latino-americana de construção sustentável, 1 CD-ROM.

ALENCAR, Claudio Tavares de: **O Investimento Em Edifícios Sustentáveis: Parâmetros De Remuneração Na Conjuntura Atual**, São Paulo, 2009 – Revista Vida Imobiliária, 1 CD-ROM.

ALVES, J. A.; MOTA, J.: **Casas Inteligentes**. Centro Atlântico, 2003.

ALVES, Rodrigo. **Automação da produção industrial**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/automacao-producao-industrial.html>>. Acesso em 7 de junho de 2018.

AMERICAN COUNCIL FOR AN ENERGY-EFFICIENT ECONOMY – ACEEE. **Small actions that add up to large energy savings for Earth Day**. 2014. Disponível em <<http://aceee.org/blog/2014/04/small-actions-add-large-energy-saving>>. Acesso em 18 Maio. 2017.

ARCH DAILY. **Al Bahar Towers Responsive Façade**, September 2012, <http://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas>

AURESIDE : **EDIFICIOS INTELIGENTES E BIG DATA**, 201? http://www.aureside.org.br/pdf/lumiere_222.pdf

L. BADGER, T. GRANCE, R. PATT-CORNER, AND J. VOAS. **DRAFT Cloud Computing Synopsis and Recommendations**. NIST Special Publication 800-146, Maio 2011.

S. BANDARA, T. YASHIRO, N. KOSHIZUKA AND K. SAKAMURA. **Access control framework for API-enabled devices in smart buildings**. Em 22nd Asia-Pacific Conference on Communications (APCC), Yogyakarta. 2016. pp. 210-217.

BANDEIRA, Livia Campos; **Crerios Para Avaliao Da Viabilidade Em Novas Edificoes Empresariais Sustentaveis** , Trabalho de concluso de curso de Engenharia Civil na Escola Politcnica da Universidade Federal da Bahia ,2013 .

BLOOMBERG. **The Smartest Building in the World**, September 2015, <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>

BOLZANI, C. A. M.: **Residncias Inteligentes: um curso de Domtica**. 1.ed. So Paulo: Editora Livraria da Fsica, 2004.

BOLZANI, C. A. M.: **Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introduo aos sistemas domticos**. – ed. rev. – So Paulo, 2004. 115 p.

BOMA BEST **Building Environmental Standards**, Toronto, 2010, Disponível em: <http://www.bomabest.com/> Acessado em: 21/05/2019.

V. BOONSAWAT, J. EKCHAMANONTA, K. BUMRUNGKHET, E S. KITTIPIYA-KUL. **Xbee wireless sensor networks for temperature monitoring**. Em 2nd ECTI-Conference on Application Research and Development, Pattaya, Chonburi, Thailand, 10-12 May 2010.

BORGIA, E. **The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues**. Em Computer Communications. Vol. 54. 2014, pp 1-31.

BRUNDTLAND, Harlem **Report Of The World Commission On Environment And Development: Our Common Future**, Oslo, 82 Março 1987 Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> Acessado em: 15/05/2019.

BUILDING MAGAZINE. **The Co-op's HQ: Have you heard the buzz?**, November 2012, <http://www.building.co.uk/the-co-ops-hq-have-you-heard-the-buzz?/5046284.article>

CARDOSO, Saullo. **O que é automação industrial? Seis benefícios dos projetos para indústrias**. Disponível em: <<http://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/tecnologia-informacao/o-que-e-automacao-industrial/>>. Acesso em: 5 de julho de 2018

E. CARRILLO, V. BENITEZ, C. MENDOZA AND J. PACHECO. **IoT framework for smart buildings with cloud computing**. IEEE First International Smart Cities Conference(ISC2), Guadalajara. 2015, pp. 1-6.

CARVALHO, Marcos Corrêa de: **Proposta de metodologia para integração de sistemas de automação predial** (Dissertação) Mestrado Campinas, SP: [156p.], 2009.

M. CASTRO, A. J. JARA E A. F. G. SKARMETA. **Smart Lighting Solutions for Smart Cities**. 2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, Barcelona. 2013. pp. 1374-1379.

CEOTTO, Luiz Henrique **Por Que Vale Investir Em Edifícios Sustentáveis**, São Paulo, 2008 Disponível em: <http://atualidadesimobiliarias.blogspot.com.br/2008/10/por-que-vale-investir-em-edificios.html> Acessado em: 21/12/2012.

CEOTTO, Luiz **Henrique Sustentabilidade Nas Edificações - Custos De Construção, Operação E Manutenção De Empreendimentos Imobiliários**, São Paulo, 2009, 1 CD-ROM.

CGEE: **Estudo Prospectivo Setorial Eletrônica para Automação – Relatório Panorama Atual**, Centro de Estudos Estratégicos, Ciência, Tecnologia e Inovação, CGEE-ABDI, Brasília, agosto de 2009.

CISCO SYSTEMS. **Internet Business Solutions Group (IBSG). i-Homes & Buildings**, Toronto, v.2, n.2, p.9, 2005.

COSTA, Henrique Dariva Nascimento; MERINO, Régis Keller Zortéa; PEREIRA, Wellington Alves : **Desenvolvimento E Análise De Um Sistema De Automação Predial Utilizando Uma Central De Controle Via Rede Externa** , Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Industrial Elétrica com Ênfase em Eletrotécnica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. 96 f.

DE MEDEIROS, A. A. D. (2003). **Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos**, Apostila.

DEEPMIND BLOG. **DeepMind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill by 40%**, July 2016, <https://deepmind.com/blog/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40/>

DENNEMAN, Jan. **The Global Voice of the Lighting Industry**. GLF. Sydney. 2011.

DIAS, C. L., PIZZOLATO, N.: **Domótica: aplicabilidade e sistemas de automação residencial**. Vértices, v.6, no03, 32p, set/dez, 2004.

EIU, **Investing in energy efficiency in Europe's buildings**, October 2012, https://www.eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/EIU_GBPN_EUROPE_A4_WEB_0.pdf

ELETROBRAS. PROCELINFO . **Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – ano base 2005 – classe residencial**.2007.

EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE. ETSI TS 102 689 V1.2.1. **Machine-to-Machine communications (M2M); M2M service requirements**. 2013. Disponível em :
<http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/102689/01.02.01_60/ts_102689v010201p.pdf>
. Acesso em 03 de março. 2019.

EXPOMUS, **Museu do Imigrante de São Paulo: Plano Museológico**, 2010, Disponível em :
<http://museudaimigracao.org.br/wp-content/uploads/2019/01/Plano-Museologico.pdf> .Acessado em
20 de abril de 2019.

FALUDI, R. **Building Wireless Sensor Networks**. – California: O’Reilly Media, 2010.

FELL, M. **Roadmap for the emerging Internet of Things**. Carré & Strauss. 2014. Disponível em:
<http://carre-strauss.com/documents/IoT_Roadmap.pdf>. Acesso em 18 Maio. 2017.

R. F. FERNANDES, C. C. FONSECA, D. BRANDÃO, P. FERRARI, A. FLAMMINI E A. VEZZOLI. **Flexible Wireless Sensor Network for smart lighting applications**. IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings, Montevideo. 2014. pp. 434-439.

GALACHE J., PAVIA D., YONEZAWA T., GRELLA M., GURGEN L. & MAEO-MICH H. **ClouT: Leveraging Cloud computing techniques for improving management of massive IoT data**. Em IEEE 7th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, Matsue. 2014, pp. 324-327.

GARTNER: **Gartner Says 6.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2016** , November 2015, <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>

GONÇALVES, Joana Carla Soares, DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura Sustentável: Uma Integração Entre Ambiente, Projeto E Tecnologia Em Experiências De Pesquisa, Prática E Ensino**, Porto Alegre, out./dez. 2006, 1 CD-ROM.

IEEE Computer Society. **IEEE Standard for Ethernet – IEEE Std 802.3TM -2015**. Disponível em: < <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html> >. Acesso em 16 maio 2017.

IEEE Computer Society. **IEEE 802.11 TM Wireless LANs. 2012.** Disponível em: <<http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>>. Acesso em 10 maio 2017.

P. IONESCU. **Is Your Smart Office Creating Backdoors for Cybercriminals?.** Disponível em <<https://securityintelligence.com/author/paul-ionescu/>>. Acesso em 18 Maio.2017.

IOT JOURNAL, **AT&T Saving \$8 Million Annually With Enlighted Lighting System,** March 2015, <http://www.iotjournal.com/articles/view?12853>

R. K. JAIN, K.M. SMITH, P.J. CULLIGAN, J.E. TAYLOR, **Forecasting energy consumption of multi-family residential buildings using support vector regression: Investigating the impact of temporal and spatial monitoring granularity on performance accuracy.** Appl. Energy 123. 2014. 168-178.

JLL. **The Changing Face of Smart Buildings: The Op-Ex Advantage,** October 2013, <http://www.us.jll.com/united-states/en-us/research/3808/the-changing-face-of-smart-building>

JOHNSON CONTROLS. **Case study Shopping Iguatemi Campinas, São Paulo, Brasil** 2012 disponível

<http://gbcbrasil.org.br/sistema/case/Case%20JCI%20Shopping%20Iguatemi%20%20Campinas-SP.pdf>, acessado em 22 de abril de 2019.

C. KAMIENSKI ET AL. **Context-aware energy efficiency management for smart buildings.** IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT). Milan. 2015, pp. 699-704.

D. KOLOKOTSA. **The role of smart grids in the building sector. Energy and Buildings. 2016.** Vol. 116, pp 703-708.

MARIN, Paulo. **Edifício inteligente conceito e componentes.** Disponível em: <http://paulomarin.com/Files/intelligent_building_article.pdf>. Acesso em: 6 de junho de 2017.

MARTIRANO, L. **A smart lighting control to save energy. The 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Application.** 2011. pp. 132-138.

MCKINSEY AND COMPANY. **Unlocking the potential of the Internet of Things**, June 2015, <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>

N. MOHAMED, S. LAZAROVA-MOLNAR AND J. AL-JAROODI. **SBDaaS: Smart building diagnostics as a service on the cloud**. 2016 2nd International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG), Prague, 2016, pp. 1-6

MONTEBELLER, S.J.: **Estudo sobre o Emprego de Dispositivos sem fios – Wireless na automação do ar-condicionado e de outros sistemas prediais**, tese de doutorado Engenharia Elétrica, EPUSP, julho de 2006.

MONTEIRO, Bruno et al. **Automação predial com utilização de controlador lógico programável**. 2011. v. 4 p. 29-35. (2011). Trabalho de Conclusão de Curso (Edição Especial Interdisciplinaridade.) – Universidade de Belo Horizonte, Belo Horizonte.

MOREIRA, Bruno. **A (re) evolução da automação predial**. 2014. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/a-re-evolucao-da-automacao-predial/>. Acesso em: 29 agosto. 2017.

MOREIRA, V. F.: **Domótica: Aplicações Residenciais e no Setor de Serviços**, Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Controle e Automação, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2009. 120 f.

RACONTEUR. **Saving resources and the planet**, June 2015, <http://raconteur.net/technology/saving-resources-and-the-planet>

RACONTEUR. **Smart things in the city, The Internet of Things**, July 2015, <http://raconteur.net/internet-of-things-2015>.

B. U. T'REYIN, Y. DEDEOGLU, U. GÜDÜKBAY, E A. E. CETIN. **Computer vision based method for real-time fire and flame detection**. Em Pattern recognition letters. 2006.vol. 27, n.1, pp. 49-58.

M. SADIKU, S. MUSA, O. MOMOH. **Cloud Computing: Opportunities and Chal-**

lenges. Potentials, IEEE (Volume: 33, Issue:1). Fevereiro 2014.

SANTOS, Guilherme. **O que é automação industrial**. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-automacao-industrial/>> Acesso em: 5 de junho de 2018

SARAMAGO, M. A.P.: **Elaboração de Dispositivos Inteligentes Utilizando Conceitos de Domótica Direcionados a Automação Hospitalar**. Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, No 31/02, 05 de agosto de 2002, 224 p.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Tour Majunga, a New SmartBuilding on La Défense Skyline**, 2014, <http://www.schneider-electric.co.th/documents/press-releases/en/local/tour-majunga.pdf>

SILVA, Vanessa Gomes da **Avaliação Da Sustentabilidade De Edifícios De Escritórios Brasileiros: Diretrizes E Base Metodológica**, São Paulo, 2003, 1 CD-ROM.

SILVA, Wagner Tomé: **Sistema Automatizado para Avaliação de Exaustores em Galpões Climatizados**, Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, 2016.

D. SKLAVOUNOS, E. ZERVAS, O. TSAKIRIDIS E J. STONHAM. **A wireless sensor network approach for the control of a multizone HVAC system**. *Power, Energy and Control (ICPEC)*. International Conference on, Sri Rangalatchum Dindigul. 2013, pp. 153-158.

TEZA, Vanderlei Rabelo, **Alguns Aspectos sobre a Automação Residencial – Domótica**, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

THE WORLD GREEN BUILDINGS COUNCIL. **The Business Case for Green Buildings**, April 2013, http://www.worldgbc.org/files/1513/6608/0674/Business_Case_For_Green_Building_Report_WEB_2013-04-11.pdf

R. TOMASTIK, Y. LIN, E A. BANASZUK. **Video-based estimation of building occupancy during emergency egress**. Em American Control Conference IEEE. 2008, pp 894-901.

UNWORK, **Smart Working Smart Buildings and the Future of Work**, 2017, disponível em <http://www.unwork.com/wp/wp-content/uploads/UnWork-Reports-Smart-Working-Smart-Buildings-and-the-Future-of-Work.pdf>, acessado em 23 de abril de 2019.

VIOLINO, B. **The history of RFID technology**. Em RFID Journal. 2005.

WIRED. **IBM Watson set to transform 25,000 offices into ‘smart buildings’**, June 2016, <http://www.wired.co.uk/article/ibm-watson-set-to-enter-25000-buildings-around-the-world>

WORLD ECONOMIC FORUM, **The Future of Jobs Report** , 2018 , disponível em http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf , acessado em 1 de abril de 2019.

S. A. R. ZAIDI, A. IMRAN, D. C. MCLERNON E M. GHOGHO. **Enabling IoT empowered smart lighting solutions: A communication theoretic perspective**. IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops (WCNCW). Istanbul. 2014, pp. 140-144.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais, que sempre nos apoiaram na busca dos nossos objetivos, e em especial ao meu (Rafael) filho por ser a fonte de toda a minha perseverança.

Aos Professores por todo o conhecimento ministrado, que nos possibilitou construir e concluir nossa vida acadêmica e profissional.

As nossas famílias pela convivência e apoio na nossa jornada. E todas as pessoas que tornaram a nossa caminhada possível.