

BENEFÍCIOS E DIFICULDADES OBTIDOS NA CONSTRUÇÃO DE CASAS INTELIGENTES FRENTE ÀS CASAS CONVENCIONAIS

BENEFITS AND DIFFICULTIES OBTAINED IN THE CONSTRUCTION OF SMART HOMES AGAINST CONVENTIONAL HOMES

Thaynara Ferreira de Oliveira*
Rafael Fernandes Loiola**
Hugo Medeiros de Oliveira***

RESUMO

Nos últimos anos o número de técnicas construtivas vem aumentando consideravelmente no ramo da Engenharia Civil. As técnicas mais utilizadas atualmente são: automação; robótica; e uso de drones, visualizou-se também uma busca maior para avanços nas experiências dos usuários e sustentabilidade. Dentre as inovações construtivas na Engenharia Civil, destacamos o conceito de casas inteligentes, que utilizam estas técnicas para oferecer ao usuário uma melhor qualidade de vida pelo emprego de controles automáticos de aplicação e serviços de apoio e otimizam o conforto do residente. Além disso, os sistemas inteligentes, que monitoram esses tipos de moradias, podem otimizar o gerenciamento de energia elétrica e aprimorar os mecanismos tradicionais de segurança e serviços. O propósito desse estudo é identificar os principais benefícios e dificuldades das casas inteligentes sustentáveis, frente às construções convencionais.

Palavras-chave: Casas Inteligentes. Sustentabilidade. Automação.

ABSTRACT

In recent years, the number of construction techniques has increased considerably in the field of Civil Engineering. The techniques most used today are: sustainability; automation and robotics; advances in user experiences and use of drones. Among the constructive innovations in Civil Engineering, we highlight the concept of smart homes, which use these techniques to offer the user a better quality of life by employing automatic application controls and support services and optimizing the resident's comfort. In addition, intelligent systems that monitor these types of housing can optimize electricity management and improve traditional security and service mechanisms. The purpose of this study is to identify the main benefits and difficulties of sustainable smart homes, compared to conventional buildings.

Keywords: Smart Home. Sustainability. Automation.

* Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – aluno.thaynara.oliveira@doctum.edu.br – Graduando em Engenharia Civil

** Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – aluno.rafael.loiola@doctum.edu.br – Graduando em Engenharia Civil

*** Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – prof.hugo.oliveira@doctum.edu.br – Orientador do trabalho

1. Introdução

De acordo com Alam et al., 2012; Badica et al., 2013; Wong., 2008; Chan et al., 2008; 2009, as casas inteligentes sustentáveis são uma tecnologia gerada para reduzir o impacto ambiental à sua construção e que trazem novas formas de gerenciar a rotina diária, lazer e segurança. Esse tipo de construção proporciona diversas funcionalidades como, conforto, gerenciamento do consumo de água e energia elétrica, cuidados com a saúde (health care), mobilidade interna, controle de todos os aparelhos eletroeletrônicos e sustentabilidade ambiental. Se caracterizam como residências que contemplam de soluções tecnológicas integradas, de modo a oferecer uma infraestrutura tecnologicamente avançada.

Segundo Martins (2017) as casas inteligentes contribuem com uma melhor qualidade de vida, através do emprego de controles automáticos de aplicações e de serviços de apoio e otimizam o conforto do habitador, usando o conhecimento de contexto vivido e restrições pré-definidas, com base nas condições do ambiente doméstico. Possibilitam que seus residentes controlem aparelhos domésticos e dispositivos remotamente e executem tarefas antes de chegar em casa.

Conforme Cecato (2010) é possível que qualquer pessoa com uma senha, possa controlar sua residência, de qualquer lugar do mundo a baixo custo, mas para que isso ocorra, é necessário posse de internet ou sistema telefônico a sua disposição, podendo-se concluir que após a aplicação dos mais variados testes e aprimoramento de todo o projeto, é possível desenvolver tecnologias equivalentes aos grandes sistemas já existentes.

O objetivo principal da pesquisa é identificar os principais benefícios e dificuldades das casas inteligentes sustentáveis, frente às construções convencionais. Através de cada característica e funcionalidade dessas casas identifica-se a necessidade de se dispor de modelos de nova geração. Com o avanço das tecnologias e inovações, muitas dessas têm sido incorporadas nas edificações, tendo como benefícios, um sistema integrado, inteligente, onde a automação residencial oferece soluções inovadoras e econômicas a médio/longo prazo, para os moradores de uma residência. Além disso, em termos de tecnologia, ela é flexível, ou seja, podendo ser adequada para a necessidade de cada projeto.

De acordo com Yang et al. (2017), apesar dos inúmeros benefícios proporcionados por meio das tecnologias de automação residencial as taxas de adoção e difusão permanecem baixas, devido ser uma método construtivo novo e também por ter certa complexidade em sua implantação, levando em consideração que, atualmente as casas inteligentes sustentáveis não são o forte no mercado da engenharia civil, por

apresentarem um grande investimento financeiro, que só trará benefícios rentáveis a médio / longo prazo. Podemos observar que as casas inteligentes frente as casas convencionais são mais complexas, uma vez que é preciso de uma estrutura específica para integrar os sistemas, além de serem mais caras por conta da automação residencial, o que faz com que as pessoas não utilizem deste tipo de projeto. Outro fator observado é a familiaridade do usuário com a tecnologia destes sistemas.

Dito isso notou-se a necessidade de apresentar uma comparação de custos frente uma construção convencional com base em pesquisas bibliográficas e artigos. Mostrar quais as vantagens que essa nova tecnologia traz para os residentes dessas casas de última geração e por fim retratar quais são as dificuldades encontradas em sua implantação.

Reinisch et al. (2011) considera que o principal serviço que uma casa inteligente oferece é o gerenciamento do consumo de energia, podendo ser incorporadas a aplicações sustentáveis, como captação de energia solar e captação de água, o que a médio/longo prazo esse investimento é recuperado, além de estar contribuindo com o meio ambiente. Os sistemas inteligentes podem otimizar o gerenciamento de energia elétrica e aprimorar os mecanismos tradicionais de segurança e serviços. A automação residencial propõem também uma quebra de paradigma nos costumes da sociedade atual com essa nova tecnologia, trazendo maior segurança, comodidade, e conforto de modo que os usuários possam controlar remotamente essa automação através da internet, luzes ou equipamentos de sua casa.

Segundo Tófoli (2014) a automação de uma residência surge na necessidade de acompanhar de modo conjunto a tecnologia com o público que deseja se atualizar, visando também às pessoas com deficiências, que precisam de fácil acesso para exercer alguma tarefa na casa. A automação residencial não deve ser vista sob a concepção de luxo, mas sim como uma questão de praticidade, modernidade, segurança e economia.

A contribuição desse sistema servirá para o acompanhamento da tecnologia, focando na facilidade de acesso, economia, conforto e principalmente a segurança que é primordial nos dias de hoje.

2. Referencial Teórico

As principais características de uma casa inteligente é monitorar as atividades, proporcionar segurança e notar mudanças nas rotinas diárias de seus moradores. Visando que as casas inteligentes atuais são equipadas com uma grande quantidade de sensores conectados em rede colaborativa, sinais de radiofrequência e processadores

embutidos, que fazem deduções e processem os dados e informações adquiridos sobre a casa, como por exemplo as atividades e comportamentos de seus moradores.

A primeira definição feita por Lutolf (1992) diz que, "o conceito de casa inteligente provém da integração de diferentes categorias de serviços, utilizando um sistema comum de comunicação, no qual proporciona economia, segurança e conforto, além de possuir um alto grau de funcionalidade e flexibilidade", definição que é feita pela terminologia de automação residencial e que não refere nada sobre a inteligência doméstica, que anos depois foi apresentada por Berlo et al. (1999). Na definição desse autor, "a casa inteligente é uma casa que é capaz de mudar proativamente seu ambiente para fornecer diversas categorias de serviços que promovam um estilo de vida independente para moradores idosos". De acordo com Martins (2017) as casas inteligentes precisam ter tecnologias que forneçam serviços de forma proativa, observem a rotina diária dos moradores, e proporcionem uma vida autônoma às pessoas com deficiências e idosos.

Existem muitos modelos de casas inteligentes pelo mundo todo, com propósitos, categorias de serviços e funcionalidades diferentes. Com base nas revisões de Jeong (2009); Bolzani (2010); Ghaffarian Hoseini et al. (2013); Tascikaraoglu et al. (2014) selecionamos 7 delas localizadas nos Estados Unidos, Turquia, Japão e Brasil. A escolha foi baseada no fato de que essas casas inteligentes são consideradas laboratórios vivos, visando evidenciar o largo espectro de oportunidades do emprego de soluções tecnológicas inovadoras, selecionadas em função dos objetivos do projeto de uma casa inteligente, definidos de acordo com o perfil e necessidade de seus futuros moradores. Ressalta-se também que estes modelos comprovam os benefícios obtidos perante uma casa convencional.

2.1 Duke University Smart House (EUA)

A casa inteligente desenvolvida na Duke University é um laboratório experimental que possui todos os espaços da casa integrados com dispositivos e aparelhos inteligentes, que tem como principais objetivos a integração de valores tecnológicos sustentáveis inteligentes e a concentração na eficiência energética visando melhorar a qualidade de vida de seus usuários. Conforme Ghaffarian Hoseini et al. (2013) uma casa inteligente não deve ser só dedicada a pessoas idosas e usuários com deficiência somente, mas também a quaisquer tipos de pessoas que tem o interesse e a curiosidade de se adaptar ao uso dessa nova tecnologia.



Figura 1: Interiores da Duke University Smart House
Fonte: Ghaffarian Hoseini et al. (2013).

2.2 Drexel Smart House (EUA)

A Drexel Smart House tem o compromisso com a eficiência energética, redução da pegada de carbono e preservação do mundo natural segundo Ghaffarian Hoseini et al. (2013). Como resultado essa casa custou muito menos para manter e operar do que uma casa convencional.



Figura 2: Vista frontal da Drexel Smart House
Fonte: Ghaffarian Hoseini et al. (2013).

Segundo Ghaffarian Hoseini et al. (2013) o projeto permite que a Drexel Smart House atenda perfeitamente o propósito na qual ela foi criada, que é experimentar novas tecnologias sustentáveis de ponta e servir como um modelo de demonstração para a comunidade, para que ela tenha uma quebra de paradigma ou seja sair fora do padrão convencional e se adequar ao uso dessa nova tecnologia. Dito isso foi realizada uma parceria com a Summalux LLC, a Baiada Center Incubator Company e a Drexel Smart House Spin-off, trazendo grandes desafios para os designers que procuram maximizar a integração da luz natural. Os espaços interiores que incorporam quantidades significativas de luz do dia têm demonstrado aumentar a produtividade, a saúde dos moradores e principalmente regulando o ritmo biológico além de contribuir com a

eficiência energética reduzindo a necessidade de ligar uma lâmpada se aproveitando somente da luz natural.

A simulação de luz natural, possibilitada pela tecnologia LED de baixo consumo de energia, tem o potencial de reproduzir os benefícios da luz solar natural. Estes produtos de iluminação são totalmente adequados para os espaços comerciais que são expostos com energia solar limitada, bem como ambientes residenciais e de varejo. Os avanços mais recentes em embalagens de LED, drivers de conversão de energia e tecnologia de gerenciamento térmico estão tornando os produtos de iluminação LED muito mais acessíveis para uso geral.

A instalação de revestimentos de telhado frescos foi patrocinada pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA e apoiada pela Dow Chemical Company, Divisão de Materiais Avançados e Potter 's Industries. Este projeto teve por objetivo projetar um revestimento de telhado fresco de baixo custo além de melhorar suas propriedades de reflexão infravermelho de revestimentos brancos comercialmente disponíveis. Isto é obtido através da incorporação de novos materiais com propriedades ópticas únicas e pigmentos e aditivos especialmente concebidos em um acrílico baseado em água aglutinante.

Este projeto também está incluso na iniciativa Smart House's Heat Island Mitigation Solar Gain que é responsável por até 56% da energia consumida por sistemas de refrigeração em edifícios residenciais. Além disso, a alta densidade de construção no ambiente urbano contribui para o efeito intenso de calor urbano. De acordo com Zezzo (2021), essas regiões que exibem o efeito de calor urbano podem ser tanto quanto 10 ° F mais quentes do que a própria área rural, e estas regiões podem ver uma diferença de temperaturas tão grande chegando a 22 ° F entre o dia e a noite. Amenizar o efeito de calor urbano tem o potencial para reduzir a demanda de resfriamento, demanda de pico, e doenças relacionadas ao calor e fatalidades. Aplicando revestimentos de telhado frios ao exterior de um edifício, as cargas refrigeradas podem ser reduzidas e as ilhas térmicas urbanas podem em parte ser amenizadas.

Foi desenvolvido um revestimento na cobertura utilizando microesferas ocas de vidro projetadas no intuito de reduzir a carga térmica provocada pelo bolsão de ar que fica entre a laje e o sistema de captação de energia solar, proporcionando uma melhor condição térmica. O objetivo da Drexel Smart House é oferecer um modelo inovador de rede de sensores de monitoramento de energia para futuras casas residenciais. Dentre os benefícios da Drexel Smart House, destacam-se a redução de impactos ambientais, a concentração na eficiência energética, e muitos serviços apoiados por tecnologias que simplificam e automatizam as tarefas diárias.

2.3 Escritório Verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil)

O Escritório Verde (EV) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) é um projeto de uma edificação sustentável de 150 m² criado a partir de uma parceria com mais de sessenta empresas que se utilizaram de estratégias sustentáveis segundo Urbanetz et al (2012).



Figura 3: Vista frontal do Escritório Verde da UTFPR
Fonte: Urbanetz Jr. e Casagrande Jr. (2012).

Conforme (Urbanetz Jr. e Casagrande Jr., 2012) a linha mestra de geração de energia deste escritório é toda feita pela geração fotovoltaica em conjunto com o sistema elétrico da fornecedora para proporcionar o máximo de eficiência energética possível. O Escritório Verde possui dois sistemas fotovoltaicos que trabalham de forma independente um do outro, um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica e um sistema fotovoltaico isolado. Um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica é basicamente composto de um painel fotovoltaico, que converte a energia do sol em energia elétrica em corrente contínua, e um inversor, que tem a função de converter a corrente contínua em corrente alternada, com tensão e frequência que sejam compatíveis com a rede elétrica da fornecedora ao qual o sistema está interligado.

De acordo com (Casagrande Jr., 2012; Urbanetz Jr., 2010) as principais vantagens desse tipo de sistema são: Não há necessidade de utilizar um banco de baterias; possui elevada produtividade; e caso haja uma queda de energia, o sistema se desliga automaticamente, evitando o fenômeno de ilhamento (ocorre quando parte da rede elétrica é desconectada propositalmente ou acidentalmente do restante do sistema da fornecedora de energia, mas nesse caso o escritório continua a ser energizado por um ou mais geradores conectados a ele).

O sistema fotovoltaico isolado é composto por um inversor, controlador de carga, banco de baterias e um painel fotovoltaico. Eles são instalados em locais sem acesso à rede elétrica convencional, mas podem também ser utilizados para atender cargas especiais de forma ininterrupta, independente da rede elétrica da fornecedora. O sistema

fotovoltaico isolado do escritório verde é composto por um painel de 10 módulos, sendo dividido em dois subsistemas, oito módulos formam um sistema com barramento de corrente contínua em 24V, e os outros dois módulos formam um sistema com barramento de corrente contínua em 12V, cada subsistema utiliza um controlador de carga do tipo PWM alimentando um banco de baterias formado por 16 e 12 baterias do tipo chumbo-ácido fabricadas especialmente para esse tipo de sistema fotovoltaico.

O barramento de corrente contínua em 12V alimenta uma motobomba responsável pelo recalque da água armazenada na cisterna que faz a captação da água da chuva, elevando-a até a caixa d'água que alimenta os vasos sanitários e o sistema de irrigação do escritório verde. (Urbanetz Jr. e Casagrande Jr., 2012).

O sistema fotovoltaico conectado à rede do Escritório Verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná durante os seis meses de análise gerou em média 217 kWh/mês, energia superior à necessária para atender as cargas existentes na edificação. Nos meses de verão onde ocorre a maior incidência solar, a geração chegou a atingir 273 kWh, o que permitiu exportar energia para as instalações adjacentes.

2.4 Matilda Smart House (EUA)

A Matilda Smart House foi desenvolvida na Universidade da Flórida como um ambiente experimental que abranje todos os espaços que são mais utilizados por seus usuários, como por exemplo, os quartos, banheiros, cozinha e sala.



Figura 4: Interior da Matilda Samrt House
Fonte: GhaffarianHoseini et al. (2013).

De acordo com GhaffarianHoseini et al. (2013) essa casa única é dedicada a novas ideias e conceitos inovadores com vista à criação de um ambiente de vida inteligente, com o foco em automatizar as necessidades diárias de seus usuários deixando ainda mais a vida dos mesmos independente, concentrando no uso de novas tecnologias e dispositivos inteligentes e na integração dos valores tecnológicos inteligentes.

2.5 Smart Home Lab da Iowa State University (EUA)

Segundo a Iowa State University, o projeto tem como objetivo ajudar a lembrar o usuário a tomar a medicação no horário correto, monitorar a saúde, garantir a segurança do mesmo, ajudar a cozinhar suas refeições e garantir o abastecimento da geladeira, além de ajustar automaticamente a temperatura e iluminação de acordo com suas preferências. A tecnologia de casa inteligente IOWA utiliza sensores e aparelhos programáveis para melhorar a qualidade de vida dos moradores integrando a mais recente tecnologia de informática em sistemas incorporados, utilizando redes sem fios, interface homem-computador, engenharia de software e diversos outros aspectos. Além disso essa tecnologia pode instaurar uma nova era em relação a conservação de energia e recursos naturais, gerenciamento de saúde e cuidado de idosos.

Essa tecnologia possui três pontos importantes a serem citados. O primeiro deles são as tecnologias Domésticas Integradas: Uma TV que compreende os comandos de voz do usuário, um microondas que ajusta a temperatura e tempo de cozimento para um melhor preparo, ou até mesmo uma prateleira dispensa que identifica os itens que estão faltando, cria uma lista, e é encaminhada via e-mail para o usuário ou dependendo da programação feita pelo mesmo, é encaminhada diretamente ao próprio supermercado, e também uma geladeira que se comunica com o sistema de gestão de medicamentos para verificar a ingestão de alimentos com prescrições para possíveis problemas.

O segundo ponto é o ambiente inteligente: Os sistemas de sensores incorporados monitoram tudo, desde o consumo de energia doméstica à condição física dos moradores caso aconteça algum acidente dentro de casa, o serviço de emergência é automaticamente notificado, um exemplo disso é o piso inteligente, se por acaso o usuário chegar a cair no chão, dependendo da gravidade da queda ou até mesmo da idade do mesmo, o serviço de emergência é automaticamente notificado.

Os sistemas de iluminação podem ser automatizados, os sistemas de aquecimento e arrefecimento podem se auto-ajustar ou serem ajustados de acordo com a preferência do usuário, e os sistemas de segurança mantêm todos os residentes seguros. E o terceiro ponto é o smart medicine: Um sistema de gerenciamento de medicamentos que integra o médico, farmácia e o subsistema da casa inteligente. Ele garante a segurança através das condições de saúde e quais alimentos o usuário está utilizando em sua rotina diária e se o mesmo está tomando os medicamentos corretos de acordo com a prescrição passada pelo médico. A tecnologia de casa inteligente pode ser ambientalmente consciente, arquitetonicamente interessante e financeiramente acessível.



Figura 5: Smart Home Lab
 Fonte: Iowa State University (2017)

2.6 Toyota Dream House PAPI (Japão)

A Toyota Dream House PAPI é uma casa de 689 m² que levou cinco anos para ser planejada e concluída. É feita principalmente de vidro e alumínio, que são ambos materiais recicláveis que ainda possui grandes janelas de vidro com um revestimento especial que os tornaram autolimpantes quando chove. O principal objetivo deste projeto foi realizar um projeto de casa inteligente e ecológico de economia de energia.



Figura 6: Interiores da Toyota Dream House PAPI
 Fonte: GhaffarianHoseini et al. (2013).

Segundo GhaffarianHoseini et al. (2013) a Toyota Dream House PAPI foi projetada para interface com outras tecnologias Toyota e uma das mais interessante dessas outras tecnologias é que a Toyota fabricou um veículo que possui a tecnologia para fornecer eletricidade por 36 horas à uma casa inteligente caso haja uma emergência como por exemplo um terremoto que corta todos os suprimentos elétricos normais, esse veículo é o sedan híbrido Prius da Toyota Motor Corporation. Inversamente, a casa também pode fornecer a eletricidade às baterias dos veículos através do carrinho no meio da garagem. Parte dessa energia elétrica é ser obtida a partir de painéis solares que cobrem o telhado, além dos lados da estrutura e células de combustível o que o torna uma espécie de casa

de energia híbrida. Uma das vantagens de uma casa construída no campo é que ele pode ter salas maiores, quartos amplos e espaçosos, com boa iluminação interna e externa e ser rodeados por árvores.

Na Toyota Dream House PAPI, o conceito de home theater foi desenvolvido um passo adiante. Este home theater 'sabe' onde estão os moradores dessa casa e ajusta a iluminação e o som para seus locais e preferências. Se alguma mudança tiver que ser feita a quaisquer dispositivos na sala, como o ar condicionado ou a ventilação, a casa possui o Communicator Ubiquitous. Esse Communicator Ubiquitous é usado como controle remoto em toda a casa e à medida que o usuário se move de uma sala para outra, para um quarto ou cozinha, as funções do comunicador mudam, e também identifica a pessoa e suas preferências à medida que ele se move pelo espaço da própria casa.

2.7 Smart home system (Turquia)

Foi desenvolvida uma casa inteligente em um ambiente de laboratório na Universidade Técnica de Yildiz, em Istambul, com o propósito de adiar ou atrasar todas as atividades executadas pelo usuário que consomem energia as direcionando para um horário que não seja o horário de pico onde a tarifa de eletricidade é alta, diminuindo a taxa monetária com decisões autônomas, reduzindo o valor gasto com a energia em relação ao uso necessário do morador, e mudando automaticamente os costumes do mesmo. (Tascikaraoglu et al., 2014).



Figura 7: Interiores da Smart Home System
Fonte: Tascikaraoglu et al., 2014.

Esta ação é denominada DSM (demand side management) ou controle pelo lado da demanda. Estima-se uma redução entre 10 e 30% do consumo de energia doméstica pode ser obtida fornecendo o perfil de consumo dos aparelhos a esses usuários e conseqüentemente mudando seu comportamento (Bombonato et al., 2014). Estes sistemas convencionais de gerenciamento de casas inteligentes possuem, um novo modo de operação e consumo de energia de vários eletrodomésticos em um sistema conectado à rede que utiliza previsões de energia eólica e solar, informações sobre tarifas de

eletricidade, sistemas de armazenamento e prioridades de carga para decidir qual será o melhor momento para o uso desses aparelhos. Com isso, o sistema visa minimizar as despesas monetárias, evitando comprar eletricidade em horários de preço elevado, (Bombonato et al., 2014; Tasci karaoglu et al., 2014).

A Smart Home gera a sua própria energia principalmente através de fontes de energia renováveis, tais como turbinas eólicas e painéis solares fotovoltaicos. O monitoramento em tempo real dos valores de produção e consumo de energia na casa inteligente mantém os moradores informados, com valores de consumo imediatos, diários e mensais de cada aparelho. Além disso, os dados armazenados são recuperados a partir de uma aplicação chamada Zigbee (IEEE Standard 802.15.4) permitindo monitorar remotamente os dispositivos através da tecnologia de rede sem fios utilizada para proporcionar comunicação entre os sistemas, que são subdivididos em três partes: Eletrodomésticos inteligentes, onde os aparelhos elétricos são utilizados em diversos períodos de tempo, dependendo principalmente do dia da semana e do seu tempo de uso; Fontes de energia renováveis e sistemas de armazenamento que tem como objetivo reduzir a dependência da rede elétrica e explorar o máximo de potencial possível da energia solar. Além de um grupo de baterias de alta capacidade e qualidade a ponto de ser usado como energia de emergência para suportar a casa em uma condição de deficiência ou queda de energia e armazenar o excesso de energia para uso futuro além de um sistema meteorológico que mede e registra todas as séries temporais; Comunicação, onde as redes sem fio baseadas em comunicação podem ser utilizadas para aplicações domésticas devido à sua capacidade para adicionar novos dispositivos ao sistema levando em consideração que a estação de meteorologia utiliza a comunicação com fio devido a alguns efeitos de atenuação dos pisos e paredes do edifício.

3. Metodologia

O estudo pode ser aplicado como pesquisa bibliográfica, visto que o trabalho foi desenvolvido a partir do levantamento de referências teóricas já estudadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e dissertações de mestrado. A estrutura do trabalho pode ser concluída com base nas publicações das normas e referências, além da pesquisa junto aos autores citados.

Inicialmente, conceitua-se casas inteligentes e determinam as principais categorias de serviços e funcionalidades por elas oferecidas, com base em revisão literária. A caracterização de casa inteligente tem como objetivo integrar sistemas e equipamentos inteligentes em diversos ambientes, que são criados de acordo com as

necessidades e interesse de cada usuário. Um projeto de casa inteligente envolve equipes com papéis e responsabilidades distintas pela integração dessa nova tecnologia, sendo eles, o engenheiro, arquiteto e o próprio usuário do sistema. Ela permite controlar todos os equipamentos através da Ethernet utilizando a rede Wi-Fi da residência, sem a necessidade de ter internet, ou seja, se por acaso ficar sem a rede internet, a automação não para.

As principais soluções tecnológicas se descrevem referentes a categoria “Automação Residencial”, segundo Alam et al. (2012); Badica et al. (2013); Chan et al. (2008; 2009); e Wilson et al. (2015), onde se aborda os seguintes tópicos:

- Sistema endereçável de detecção de incêndio e alarme;
- Sistema de dados e telecomunicação (PLC);
- Sistema integrado de gerenciamento de edificações;
- Sistema de monitoramento da segurança e controle de acesso;
- Sistema de acesso Remoto;

O sistema endereçável de alarme e detecção de incêndio, é referente à detecção de situações anormais e comportamentos maliciosos dentro da casa inteligente, como por exemplo acidentes, incêndios, inundações, situações que ativam o sistema de segurança ou algum acesso não autorizado. Para essa detecção, caso algum indivíduo viole a segurança, as casas inteligentes são equipadas com subsistemas de alarme, monitoramento remoto, vigilância por vídeo e resposta de emergência (Badica et al., 2013). Os sensores são elementos necessários na detecção dessas situações anormais e no caso dos sistemas endereçáveis de detecção de incêndio e alarme são usados sensores para emergências como: gás, fogo, fumaça e enchente.

O sistema de dados e telecomunicação (PLC), é vista como uma plataforma para diversas aplicações de redes inteligentes, incluindo o monitoramento em tempo real e o balanceamento de carga, integrando fontes alternativas de energia para a rede, permitindo medir em frequentes leituras do medidor fornecendo ao usuário final informações sobre o uso de carga, podendo usar isso para otimizar a geração de energia e realizar o gerenciamento de carga com mais eficácia e assim economizar em custos de energia. Isso permite que a rede elétrica seja o barramento de comunicação entre o módulo de leitura remoto e o modulo concentrador, que é conectado a um computador. O sistema proposto com os dispositivos distribuídos em uma residência com os Módulos Remotos e os Módulos Concentradores se chama SCADABR onde os dados coletados são apresentados e armazenados em um computador, no qual ele foi proposto para o gerenciamento do consumo de energia de equipamentos em uma residência ou pequena empresa.

O sistema integrado de gerenciamento de edificações tem como função monitorar, controlar e otimizar os serviços de construção, como a segurança, aquecimento, iluminação, sistemas áudio visuais, sistemas de TV, ventilação, climatização e alarme de circuito fechado (Nguyen et al., 2003). Uma casa inteligente pode ser caracterizada por quatro aspectos, infraestrutura de rede de comunicação, controle inteligente e gestão, rede de sensores ao redor da casa e recursos inteligentes, respostas automáticas de sensores e insumos humanos. No entanto a casa inteligente possui a tecnologia de comunicação e informação distribuídos por toda a casa, aparelhos e sistemas de coleta e recebimento de dados e informações que fornecem feedback para os próprios usuários. (Wilson et al., 2015; 2017).

O sistema de monitoramento da segurança e controle de acesso, funciona como um supervisor eletrônico da movimentação de todas as pessoas. Esse sistema classifica as pessoas (funcionários, visitantes, técnicos da manutenção e outros) pelas atividades desenvolvidas no local, emitindo relatórios de movimentação, controlando inclusive o ponto de frequência dos empregados (Nastrini, 1999). Na maioria das vezes, os sistemas CFTV, parecem ser os mais indicados. Os componentes básicos de um sistema de CFTV são compostos por câmeras e monitores que integram os motores para rotação adquirindo maior abrangência do campo de visão. Os modelos de câmeras variam muito, desde suas aplicações até os seus preços. Vão desde dispositivos pequenos, para não serem percebidos, até os grandes equipamentos profissionais, podendo ou não fazer gravação de sons. Quanto aos monitores automatizados, o morador da casa possui uma chave eletrônica que possibilita abrir todas as portas da residência sem a necessidade de carregar diversas chaves comuns no bolso. Essas chaves não precisam ser necessariamente objetos físicos, podendo ser também um reconhecimento de voz, impressão digital ou até mesmo facial, sendo assim, impossíveis de serem copiadas e extremamente seguras. Integrando a chave a outros serviços, ela ainda pode servir para acionar as luzes da casa, desarmar o sistema de alarme e ligar a TV ou reproduzir uma saudação por voz. Se algum indivíduo tentar desligar ou danificar esse sistema, todo o sistema de alarmes pode ser acionado avisando o usuário ou de forma automática a empresa de segurança. Todos os eventos que acontecem diariamente são registrados e armazenados na central de controle de acessos e na central de segurança para melhor monitoramento (Ferreira, 2010).

O acesso remoto as casas inteligentes contribuem para o acesso e comando remoto de aparelhos e sistemas. Um importante estudo que vem evoluindo é o apoio dos idosos, pessoas com doenças crônicas e pessoas com deficiência que vivem sozinhas em casa. Este novo modo de avaliação da saúde pode melhorar a qualidade e a variedade das informações transmitidas ao clínico e aos cuidadores. Medidas de sinais fisiológicos e padrões comportamentais podem ser traduzidas precisamente, e podem ser

combinadas com sistemas de alarme como uma plataforma técnica para iniciar ações apropriadas, como por exemplo o monitoramento de queda, e ações de rotina com preparação de café e ingestão de comprimidos. O monitoramento de doenças crônicas a distância é uma abordagem promissora para o paciente, pois fornece dados precisos e confiáveis, capacita os pacientes, influencia suas atitudes e comportamentos e, potencialmente, melhora sua condição médica. Além disso, o acesso remoto a dispositivos, eletrodomésticos e câmeras de segurança, por exemplo, permitem programar estes equipamentos a distância, gerenciando o tempo do indivíduo, otimizando recursos e trazendo praticidade e conforto para ele (Alam et al., 2012; Chan et al., 2008; 2009).

Em síntese, as principais características de uma casa inteligente são a capacidade de integrar sistemas, a facilidade de utilização pelo usuário, a facilidade de reprogramação, a autocorreção, a memória, a noção temporal e a possibilidade de acesso remoto.

4. Resultados e Discursões

De acordo com a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial, nos dias atuais existem uma média de 900 mil a 2 milhões de casas inteligentes no País, algo que em 2015 chegava perto de 300 mil. Estamos em um momento de usar a casa, e um exemplo disso é o home office, no qual apresentou novas necessidades, das quais a automação precisa desempenhar.

Para os idosos, trazer a tecnologia para a realidade é sinônimo de independência, com lâmpadas que acendem automaticamente ao sentir movimento a gavetas de remédios com sensores programados, que avisam o morador o horário da medicação. Segundo Ranieri (2020), a casa inteligente é aquela que simplesmente entende suas necessidades. Para começar a utilizar o sistema, a única diferença da tecnologia para a terceira idade e para os mais jovens é que o primeiro grupo precisa de um suporte maior para se integrar.

A nova perspectiva digital das casas inteligentes é dividida em dois grandes grupos: automação de projeto e plug and play (conecte e use, em tradução livre). O primeiro é pensado, geralmente, antes das obras, uma vez que exige uma infraestrutura específica para integrar os sistemas. Já o segundo segue a linha do "faça você mesmo" e que de acordo com a necessidade do próprio usuário realize as transformações inteligentes, o que tornou esse universo atraente até para leigos no assunto.

Com o aumento de produtos no mercado, o preço, que antes era inatingível para muitos, caiu, há produtos inteligentes por menos de R\$50 reais no mercado e mais

empresas e usuários passaram a investir no conceito de automação. No entanto, o valor para criar uma casa inteligente varia muito. De acordo com a empresa WDC Networks, para uma casa de 100 m², a partir de R\$450 reais é possível instalar um controle de quatro circuitos de iluminação e dispositivos que utilizam controle remoto, como ar-condicionado e televisão. Já com base nos produtos da linha Smarteck, da Steck, R\$2 mil são suficientes para instalar interruptores internos, fechaduras e plugues inteligentes ao longo de toda a casa. Para projetos de automação completos e maiores, o valor fica em torno dos R\$10 mil.

Além do investimento de dispositivos de controle e iluminação, temos também os custos na instalação de painéis solares, que ajudam no quesito sustentabilidade e eficiência energética. Este custo varia conforme diversos fatores, tais como tamanho e complexidade do projeto. No geral, para imóveis de pequeno porte, o valor se encontra entre 12 e 15 mil reais.

O custo de uma casa inteligente em comparação com uma casa convencional dependerá muito da quantidade de dispositivos tecnológicos que vão compor a automatização da residência, além de outros componentes, como por exemplo os painéis solares. Sendo notório que o custo final é maior em relação a uma casa convencional, não sendo acessível a grande parte da população. A estimativa é que uma construção sustentável fique 5% mais cara do que uma obra comum. No entanto, afirma Vilar (2018), que a valorização do imóvel pode chegar a 15%.

Sabendo que existem benefícios e dificuldades em relação a construção de uma Casa Inteligente, criamos uma enquete no LinkedIn para saber das pessoas suas percepções em relação a uma casa inteligente sustentável, se possui mais vantagens ou mais desvantagens referentes a uma casa convencional.

Tabela 01: Conhecimento do entrevistado sobre vantagens e desvantagens

ITENS AVALIADOS	Mais Vantagens Mais desvantagens	
	97%	3%
Uma casa Inteligente Sustentável possui mais vantagens ou mais desvantagens em relação a uma casa convencional		

Fonte: Dados obtidos na pesquisa

Conclui-se que 97% dos votos acreditam que as casas inteligentes sustentáveis possuem mais vantagens do que desvantagens em relação a uma casa convencional. Sendo que 58% das pessoas que votaram na enquete, na opção possuem mais vantagens são da área da Engenharia.

5. Considerações Finais

Conclui-se que ao comparar as vantagens e desvantagens de uma casa inteligente sustentável em relação a uma casa convencional, a casa inteligente se apresenta como uma solução mais benéfica tanto no ponto de vista sustentável quanto econômico a médio / longo prazo. A sustentabilidade nada mais é que a exploração dos recursos naturais de modo que ele dure para sempre, e quando se fala em sustentabilidade na automação residencial, isso quer dizer que, em todos os exemplos citados dessas 7 casas inteligentes, a automação possibilita um controle de iluminação, som, temperatura e diversos outros sistemas integrados, gerando uma eficiência energética somente com o uso otimizado para cada usuário, e não constante. Segundo Rebouças (2020), existem quatro incentivos para os utentes adotarem tecnologias de automação residencial em sua casa, sendo eles, a economia de energia, o interesse em novas tecnologias, a proteção do meio ambiente e ter um melhor controle das funções residenciais. De acordo com Sovacool (2020), foi feita uma pesquisa através de entrevistas com 31 especialistas em automação residencial no Reino Unido, chegando na conclusão que essa nova tecnologia oferece 13 benefícios aos seus moradores. Os fatores mais pontuados em cima dessa pesquisa foram relacionados com economia de energia, economia de dinheiro, comodidade, e benefícios para sistemas de redes e operadoras, foram os quatro fatores com maior número de citações.

Em relação aos fatores financeiros relacionados a economia de energia foram citados por 80,65% dos especialistas, o que demonstra o alto grau de importância deste benefício para o mercado de casas inteligentes. Porém em relação as desvantagens Marikyan et al. (2019), foi feito um estudo de acordo com a percepção do usuário em relação a adoção dessas novas tecnologias. Foram citadas três barreiras, a primeira delas, foi elencada a barreira tecnológica, citada em 36 trabalhos científicos e seus principais exemplos práticos são: segurança, usabilidade, privacidade, confiabilidade e complexidade. A segunda barreira, com 27 citações em trabalhos científicos, vem as barreiras financeiras, éticas e legais. Elas podem ser exemplificadas através do: preço, custo de instalação, custo de manutenção e reparos e uso indevido dos dados dos usuários. E por fim a terceira barreira, com 22 citações em trabalhos científicos, vêm a lacuna nos conhecimentos e fatores psicológicos associados, pode-se exemplificar essa barreira através da resistência ao uso de novas tecnologias, falta de conhecimento com relação ao assunto e limitações pessoais relacionadas a falta de experiência (MARIKYAN, 2019).

REFERÊNCIAS

- GHAFFARIANHOSEINI, AmirHosein et al. The essence of future smart houses: From embedding ICT to adapting to sustainability principles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 24, p. 593-607, 2013.
- JEONG, Kyeong-Ah. Design and operation of smart homes in USA and Korea. 2009. Tese de Doutorado. Purdue University.
- BOLZANI, Caio Augustus Morais. Análise de arquiteturas e desenvolvimento de uma plataforma para residências inteligentes. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- MARTINS, F.; DE ALMEIDA, MARIA FATIMA LUDOVICO; CALILI, RODRIGO FLORA. Design Thinking aplicado a projetos de Casas Inteligentes: Modelo para geração e seleção de concepções baseadas em soluções tecnológicas inovadoras. 2017.
- CECATO, JOÃO CARLOS. CASA INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO. 2010. Monografia
- LUTOLF. Projetos de casas inteligentes e Design Thinking: geração e seleção de concepções baseadas em soluções tecnológicas inovadoras. Dissertação de Mestrado, 158 p, 1992. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- BERLO ET AL,. Projetos de casas inteligentes e Design Thinking: geração e seleção de concepções baseadas em soluções tecnológicas inovadoras. Dissertação de Mestrado, 158 p, 1999. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- ALAM, Muhammad Raisul; REAZ, Mamun Bin Ibne; ALI, Mohd Alauddin Mohd. A review of smart homes—Past, present, and future. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, part C (applications and reviews)*, v. 42, n. 6, p. 1190-1203, 2012.
- BADICA, Costin; BREZOVAN, Marius; BADICA, Amelia. An Overview of Smart Home Environments: Architectures, Technologies and Applications. *BCI (Local)*, v. 78, 2013.
- CHAN, Marie et al. A review of smart homes—Present state and future challenges. *Computer methods and programs in biomedicine*, v. 91, n. 1, p. 55-81, 2008.
- CHAN, Marie et al. Smart homes—current features and future perspectives. *Maturitas*, v. 64, n. 2, p. 90-97, 2009.
- RANIEIRI. Casas Inteligentes: como funcionam e quanto custa para transformar a sua. 2020. Notícia. São Paulo. Disponível em: <https://emails.estadao.com.br/noticias/casa-e-decoracao,casas-inteligentes-como-funcionam-e-quanto-custa-para-transformar-a-sua,70003494270>. Acesso em: 03 de jun.2021.
- WONG, Johnny KW; LI, Heng. Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems. *Building and Environment*, v. 43, n. 1, p. 108-125, 2008.
- WONG, Johnny KW; LI, Heng. Construction, application and validation of selection evaluation model (SEM) for intelligent HVAC control system. *Automation in Construction*, v. 19, n. 2, p. 261-269, 2010.
- TASCIKARAOGLU, Akin; BOYNUEGRI, A. R.; UZUNOGLU, Mehmet. A demand side management strategy based on forecasting of residential renewable sources: A smart home system in Turkey. *Energy and Buildings*, v. 80, p. 309-320, 2014.

URBANETZ JUNIOR, Jair et al. Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade. 2012. Tese de Doutorado

AURESIDE. Associação Brasileira de Automação Residencial. Disponível em:<http://www.areside.org.br/> . Acesso em: 13 de jun.2021.

REINISCH, Christian et al. Thinkhome energy efficiency in future smart homes. EURASIP Journal on Embedded Systems, v. 2011, p. 1-18, 2011..

CASAGRANDE JR. Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade. 2010. 210 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

VILAR., 2018. Valorize seu imóvel oferecendo automação residencial. Disponível em:<https://blog.positivocasainteligente.com.br/valorize-seu-imovel-oferecendo-automacao-residencial/>. Acesso em 03 de set.2021.

SOVACOOOL, Benjamin K.; DEL RIO, Dylan D. Furszyfer. Smart home technologies in Europe: a critical review of concepts, benefits, risks and policies. Renewable and sustainable energy reviews, v. 120, p. 109663, 2020.

REBOUÇAS, Eduardo Pimentel. Análise do mercado de casas inteligentes no Brasil: uma pesquisa exploratória por meio de Surveys. 2020.

MARIKYAN, Davit; PAPAGIANNIDIS, Savvas; ALAMANOS, Eleftherios. A systematic review of the smart home literature: A user perspective. Technological Forecasting and Social Change, v. 138, p. 139-154, 2019.

TÓFOLI, RICARDO JOSÉ. Casa inteligente–sistema de automação residencial. Trabalho de Conclusão de Curso–Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis-IMESA, Assis, SP, 2014.

NASTRINI, Célia Diniz Soares. Metodologia para projeto de Edifícios Inteligentes: Tecnologias. 1999. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

FERREIRA, Victor Zago Gomes. A DOMÓTICA COMO INSTRUMENTO PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DOS PORTADORES DE DEFICIÊNCIA. Trabalho de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba. João Pessoa, PB, v. 20, 2010.

SMART HOME LAB DA LOWA STATE UNIVERSITY (2017). Disponível em :<http://smarthome.cs.iastate.edu>. Acesso em: 01 de out.2021.

WDC NETWORKS.,2021. Produtos de automação residencial. Disponível em:<https://wdcnet.com.br/enterprise/casa-inteligente-e-home-cinema/automacao-residencial/> . Acesso em: 25 de ago.2021.

SMARTECK.,2021. Linhas de produtos para automação residencial. Disponível em:<https://www.smarteck.com.br/produtos/>. Acesso em: 25 de ago.2021.

YANG, Heetae; LEE, Hwansoo; ZO, Hangjung. User acceptance of smart home services: an extension of the theory of planned behavior. *Industrial Management & Data Systems*, 2017.

BOMBONATO, Fabiele Aparecida; NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo. ESTUDOS SOBRE A ENERGIA ELETRICA, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. *Revista Thêma et Scientia*, v. 4, n. 2, p. 120-126, 2014.

WILSON, Charlie; HARGREAVES, Tom; HAUXWELL-BALDWIN, Richard. Benefits and risks of smart home technologies. *Energy Policy*, v. 103, p. 72-83, 2017.

WILSON, Charlie; HARGREAVES, Tom; HAUXWELL-BALDWIN, Richard. Smart homes and their users: a systematic analysis and key challenges. *Personal and Ubiquitous Computing*, v. 19, n. 2, p. 463-476, 2015.

NGUYEN, Nam T. et al. Multiple camera coordination in a surveillance system. *ACTA Automatica Sinica*, v. 29, n. 3, p. 408-422, 2003.

ZEZZO, Larissa Vieira et al. DOENÇAS INFECCIOSAS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 28, 2021.

IOWA STATE UNIVERSITY.,2005. ISU Smart Home Lab, Department of Computer Science. Disponível em:<https://smarhome.cs.iastate.edu/>. Acesso em: 12 de out.2021.