

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO - FATEC SP
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

ELLEN CRISTINA DOS SANTOS

CASAS INTELIGENTES PARA IDOSOS:
A DOMÓTICA INTEGRADA À INTERNET DAS COISAS NO BRASIL

São Paulo
2022

ELLEN CRISTINA DOS SANTOS

CASA INTELIGENTE PARA IDOSOS:
A DOMÓTICA INTEGRADA À INTERNET DAS COISAS NO BRASIL

Trabalho submetido como exigência parcial
para a obtenção do Grau de Tecnólogo em
Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Orientador: Professor Doutor Aristides
Novelli Filho

São Paulo
2022

ELLEN CRISTINA DOS SANTOS

CASAS INTELIGENTES PARA IDOSOS: A DOMÓTICA INTEGRADA À INTERNET DAS COISAS NO BRASIL

Trabalho submetido como exigência parcial para a obtenção do Grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Parecer do Professor Orientador

O Trabalho atende as exigências estabelecidas pela FATEC SP e por sua qualidade e pelo esforço e dedicação do aluno é aprovado com

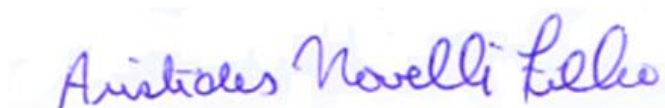
Conceito/Nota Final: 9,5 (nove e meio)

Atesto o conteúdo contido na postagem do ambiente TEAMS pelo aluno e assinada por mim para avaliação do TCC.

Orientador: Professor Doutor Aristides Novelli Filho

SÃO PAULO, 10 de dezembro de 2022.

Assinatura do Orientador



Assinatura do aluno



Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me incentivaram e me forneceram toda a estrutura para estar aqui. Também, aos amigos, pelo apoio e motivação nos momentos difíceis. E a Deus, por me manter perseverante.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aristides Novelli Filho pela orientação, dedicação e sabedoria.

A todos os amigos que participaram da minha formação de alguma forma, e principalmente aos que dividiram comigo todas as emoções, angústias e alegrias ao longo do caminho, meu eterno carinho e agradecimento.

À FATEC São Paulo e ao Centro Paula Souza, que me proporcionaram a oportunidade de frequentar um curso superior com alta qualidade e reconhecimento no mercado.

A todos os professores que participaram de minha formação e tanto me ensinaram, com destaque e carinho especial ao meu orientador, Prof. Dr. Aristides Novelli Filho, à Prof.^a Me. Grace Anne Pontes Borges e ao Prof. Victor Antonio Troitiño, de didáticas e zelos incomparáveis para com seus pupilos.

Muito obrigada.

“I hope that in this year to come, you make mistakes. Because if you are making mistakes...you're doing something”

“Espero que no ano que vem, você cometa erros. Porque se você está cometendo erros... você está fazendo algo”

Neil Gaiman

Resumo

Este trabalho estuda os impactos da implementação de uma casa inteligente, ou seja, que possui dispositivos com a tecnologia da Internet das Coisas (IoT), para pessoas idosas que vivem sozinhas, buscando identificar os benefícios, dificuldades e desafios a serem abordados a fim de oferecer um lar adaptado e adequado para o público-alvo.

É apresentada a problemática do envelhecimento populacional, que cerca todo o globo, sendo a habitação uma das principais preocupações quando se aborda a rotina deste público específico. Os familiares constantemente fazem esforços para deslocar os idosos de suas residências, levando-os para casas de parentes ou casas de repouso exclusivas para a terceira idade. Essa mudança, no entanto, costuma ser acompanhada de resistência e protestos da parte dos idosos que, na maioria das vezes, não desejam deixar seus lares, pertences pessoais e memórias, impactando negativamente no psicológico e no físico dos idosos. Levanta-se, portanto, maneiras de viabilizar a estadia na residência original do idoso. Para solucionar esta problemática, é preciso criar uma habitação adaptada, tornando-a inteligente e capaz de fornecer a segurança e a independência para o idoso, necessária para preservar os desejos de seu morador.

Esta análise de viabilidade é feita através do estudo do mercado, das soluções de produtos e serviços disponíveis, iniciativas de *startups* e dos custos de implementação. Com base na pesquisa, é realizado um estudo de caso que implementa soluções inteligentes na casa de um casal de idosos, identificando os resultados e o impacto desta automatização.

Palavras-chave: Casa Inteligente, IoT, Idosos, Habitação Adaptada, Independência para o Idoso.

Abstract

This work studies the impacts of implementing a smart home, that is, one that has devices with Internet of Things (IoT) technology, for elderly people who live alone, seeking to identify the benefits, difficulties and challenges experiencing in order to offer an adapted and suitable home for the target audience.

It presents the problem of population aging, which surrounds the entire globe, with housing being one of the main concerns when approaching the routine of this specific public. Family members constantly try to move the elderly from their homes, taking them to relatives' homes or exclusive nursing homes for the elderly. This change, however, tends to be concomitant with resistance and protests on the part of the elderly who, in most cases, do not want to leave their homes, personal belongings and memories, impacting the psychological and physical aspects of the elderly. Therefore, ways are sought to enable the elderly person to remain in their home of origin. To solve this problem, it is necessary to create adapted housing, making it intelligent and capable of providing the security and independence for the elderly, necessary to preserve the wishes of its residents.

This feasibility analysis is done through the study of the market, available product and service solutions, startup initiatives and implementation costs. Based on the research, a case study is carried out that implements intelligent solutions in the home of an elderly couple, identifying the results and impact of this automation.

Keywords: Smart Home, IoT, Elderly, Adapted Housing, Independence for the Elderly.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide etária da população mundial em 1990	13
Figura 2 – Pirâmide etária da população mundial em 2019	13
Figura 3 – Projeção da população mundial com 65 anos ou mais	14
Figura 4 – Projeção da população mundial entre 0 e 14 anos	14
Figura 5 – Projeção probabilística de fertilidade da população mundial	15
Figura 6 – Pirâmide etária do continente europeu em 2019	16
Figura 7 – Esquematização de objetos inteligentes integrados à residência	24
Figura 8 – Videoporteiro da Intelbras com monofone integrado	34
Figura 9 – Fechadura elétrica compatível com videoporteiro	35
Figura 10 – Representação visual da distribuição de dispositivos inteligentes na residência.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias da Tecnologia Assistiva	21
Tabela 2 – Custos com dispositivos implementados.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVD(s)	Atividade(s) de Vida Diária
CI	Casa Inteligente
IA	Inteligência Artificial
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IoT	<i>Internet of Things</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
ML	<i>Machine Learning</i>
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PLN	Processamento de Linguagem Natural
TA	Tecnologias Assistentes
TCI	Tecnologias de Casa Inteligente
WD	<i>Wearable Devices</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>

SUMÁRIO

Introdução	10
1. A Problemática do Envelhecimento	12
1.1 Envelhecimento e Longevidade da População Mundial	12
1.2 Capacidade Funcional, Autonomia e Independência	16
1.3 Envelhecimento Saudável	17
1.4 Adaptação do Ambiente Residencial	17
2. A Situação Atual da Domótica	19
2.1 Termos e Tecnologias Usuais da Casa Inteligente	19
2.2 Hardware para a casa inteligente	24
2.2.1 Interface e comunicação	25
2.2.2 Iluminação e temperatura	25
2.2.3 Segurança e monitoramento	26
2.2 Software para a casa inteligente	26
2.2.1 Visão geral e características	26
2.2.2 Software livre para automação residencial	27
2.2.3 Startups e inovações disponíveis no mercado	27
2.2.3.1 Softwares com funções exclusivas	27
2.2.3.2 Softwares centralizadores	28
2.2.3.3 Startups brasileiras e o mercado nacional	28
3. Desafios e Barreiras	30
3.1 Custos Financeiros da Implementação no Brasil	30
3.2 Aceitação e Adaptação do Usuário	30
3.3 Segurança de Dados e Integridade do Sistema	32
4. Estudo de Caso: Lar Inteligente para Idoso	33
4.1 Panorama do Cenário Estudado	33
4.2 Dispositivos Implantados	33
4.3 Interação com o Sistema	37
4.4 Adaptação	37
4.5 Resultados	38
Considerações finais	39
Referências	41

Introdução

O envelhecimento populacional é uma realidade usufruída por um número cada vez maior de idosos ao longo do mundo, sendo capaz de alterar significativamente as pirâmides etárias de diversos países e aumentando paulatinamente a busca por produtos e serviços voltados aos cuidados deste público. Uma das principais e mais relevantes preocupações quando falamos dos idosos é a habitação — a casa, a residência, o lar —, onde o idoso passa a maior parte de seu dia e onde realiza suas atividades diárias (AVDs). A realização destas atividades se torna cada vez mais complexa conforme a idade do indivíduo, podendo estar atrelada à perda da capacidade funcional oriunda da senioridade, ou à contração de doenças e demais limitações físicas e/ou psicológicas.

Prover ferramentas facilitadoras para as atividades diárias, assim como formar um ambiente residencial mais seguro, independente e autônomo para o idoso, parece ser uma preocupação de diversos autores, assim como a sociedade como um todo. Para a ONU, por exemplo, é necessário (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, 2021) criar um ambiente que possa propiciar uma experiência de “velhice sadia, segura e confortável”, concedendo ao idoso melhores condições de desfrutar de um envelhecimento saudável. A problemática acerca de criar este ambiente residencial, capaz de minimizar os obstáculos impostos pela diminuição da capacidade funcional, encontra um forte aliado na já conhecida domótica: a automação residencial.

A domótica, por sua vez, tem recebido nos últimos anos fortes integrações com novas tecnologias, permitindo *plugar* o lar a dispositivos inteligentes, aproveitando a modernização provida da Internet das Coisas (IoT), que possibilita compartilhar informações entre dispositivos sem fio e acessar suas diversas funcionalidades de qualquer lugar.

Este trabalho tem como objetivo identificar como a IoT pode servir como ferramenta no processo de envelhecimento saudável no ambiente residencial, verificando suas aplicações e funcionalidades e sua contribuição com o dia a dia do morador idoso. O resultado esperado é fornecer uma análise sobre a usabilidade da domótica por pessoas da terceira idade em ambiente residencial e compreender as dificuldades e barreiras para a implementação destes sistemas e seu impacto no dia a dia do usuário final.

Como objetivos específicos, analisar-se-á como a domótica e a IoT podem ser integradas, o que o mercado tem a oferecer como soluções (explorando os *softwares* e *hardwares*) e as iniciativas de *startups* que contribuem com essa tecnologia, além de realizar um estudo de caso para validar a teoria pesquisada e os resultados gerados pós-implantação.

A escolha deste tema justifica-se sob o viés social pois, ao compreender como a tecnologia pode ajudar a superar (ou atenuar) as barreiras físico-cognitivas no ambiente residencial dos idosos, será possível fornecer uma estrutura norteadora sobre como utilizar as ferramentas da domótica, somada ao IoT, e verificar sua

contribuição para construir ambientes mais inclusivos, seguros e com maior acessibilidade para os idosos.

A metodologia utilizada para construir este trabalho foi baseada em uma extensa pesquisa bibliográfica, que incluiu autores nacionais e internacionais, buscando fundamentar a teoria que envolve a domótica e seu uso para residências de idosos. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa de mercado para compreender as soluções disponíveis a nível nacional e internacional nos quesitos *software* e *hardware*. Compreendendo o que estava disponível, foi realizado um estudo de caso com um casal de idosos voluntário, levando em consideração a estrutura residencial atual e as opiniões individuais dos moradores sobre os dispositivos disponíveis para implementação.

A estrutura do trabalho inicia-se pela contextualização da problemática do envelhecimento populacional, justificando a necessidade da modificação do ambiente residencial. Em seguida, serão apresentados os alicerces sob os quais a domótica e a internet das coisas estão estruturadas, dando embasamento teórico e apresentando as soluções de *hardware* e *software* disponíveis no mercado. Por fim, será apresentado o estudo de caso realizado para este trabalho, descrevendo o contexto do estudo, dispositivos escolhidos para implementação e resultados obtidos.

1. A Problemática do Envelhecimento

Este capítulo tem como objetivo contextualizar a problemática do envelhecimento populacional, introduzindo o conceito do envelhecimento saudável e tratando sobre a importância da adaptação da residência para idosos.

1.1 Envelhecimento e Longevidade da População Mundial

Com o aumento da expectativa de vida da espécie humana, a longevidade, ao longo das últimas décadas, tem se tornado realidade para uma crescente fatia da população mundial. Esta fatia de idosos, ou seja, as pessoas com mais de 65 anos, (ONU, 2017) já compõem ao menos 13% da população mundial, e a expectativa é que esse percentual aumente gradativamente, de tal maneira que em 2050 uma em cada seis pessoas no mundo será idosa. Estima-se que este aumento gradativo seja desuniforme, pois o desenvolvimento social e a longevidade se expressam de maneira desigual ao redor do globo, sendo importante notar que países com alto IDH são aqueles que também possuem expectativa de vida elevada.

Os fatores que corroboram para o aumento desta expectativa são inúmeros e, segundo SENRA (2021), incluem melhores cuidados de higiene, alimentação, medicina e tecnologia e imunização. Os cuidados de higiene se expressam através dos investimentos em saneamento básico e ajudam a reduzir de forma drástica a mortalidade infantil, além de evitar contaminação por doenças e garantir que a população tenha acesso à água potável. Segundo a ONU, 10% das doenças registradas ao redor do mundo poderiam ser evitadas se os países investissem mais em acesso à água e ao saneamento básico, evitando que cerca de 4,5 bilhões de pessoas continuem sem acesso ao saneamento básico, de acordo com relatórios da OMS e Unicef. O fator alimentação é pautado no desenvolvimento da agricultura e pecuária, para expurgar a fome e evitar a insegurança alimentar, mantendo a população nutrida e saudável e, assim, reduzir a mortalidade. Sob os aspectos da medicina e da tecnologia, além dos tratamentos de doenças já mapeadas e intervenções cirúrgicas, que são possíveis graças aos avanços na área médica, também se torna possível realizar diagnósticos médicos (preventivos ou não), que são facilitados pela tecnologia, além da utilização de novas abordagens e medicamentos. Não obstante, há também o fator da imunização, que permite a expansão dos quadros vacinais e a erradicação e controle de diversas doenças nocivas à população como um todo.

As pirâmides etárias da população mundial de 1990 e 2019, disponibilizadas pelas Nações Unidas (figura 1 e figura 2), ilustram o aumento das faixas etárias no topo da pirâmide e permitem comparar a diferença demográfica entre 29 anos de história quando analisadas em conjunto. Países com menor IDH contribuem para que as bases continuem largas, pois têm grandes taxas de natalidade e uma expectativa de vida menor, enquanto os países com maior IDH e maior expectativa de vida corroboram para o alargamento dos topos da pirâmide, com uma maior concentração de idosos e menor taxa de natalidade.

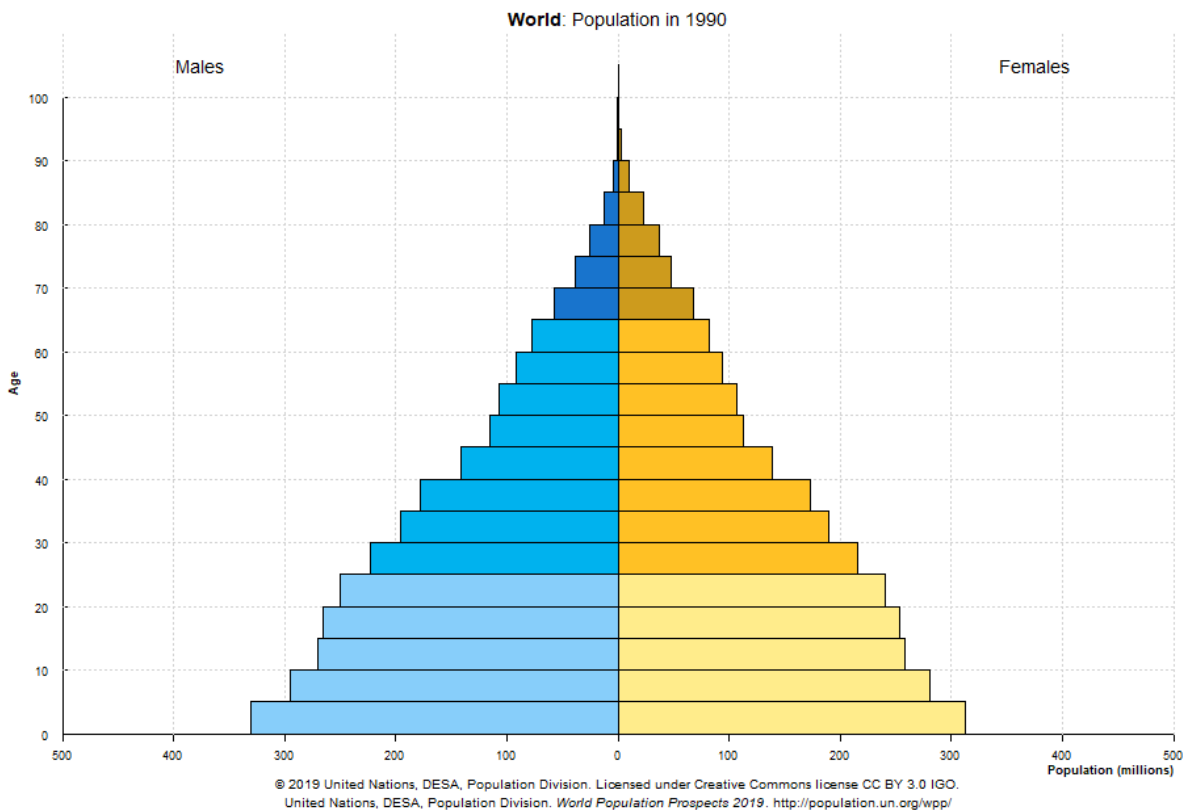


Figura 1 – Pirâmide etária da população mundial em 1990

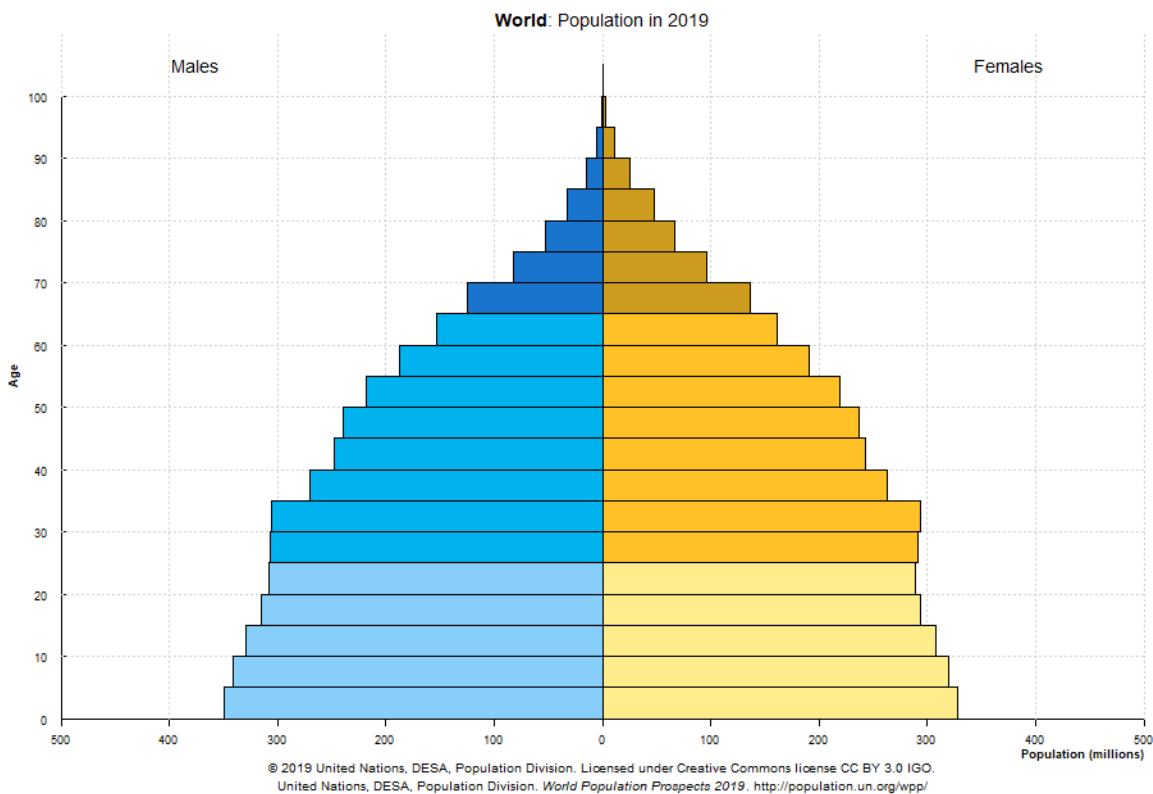


Figura 2 – Pirâmide etária da população mundial em 2019

As projeções da população mundial com mais de 65 anos (figura 3) e com idade entre 0 e 14 anos (figura 4), também elaboradas pelas Nações Unidas, ilustram o cenário que possibilita a deformação da pirâmide etária, observada na figura 2.

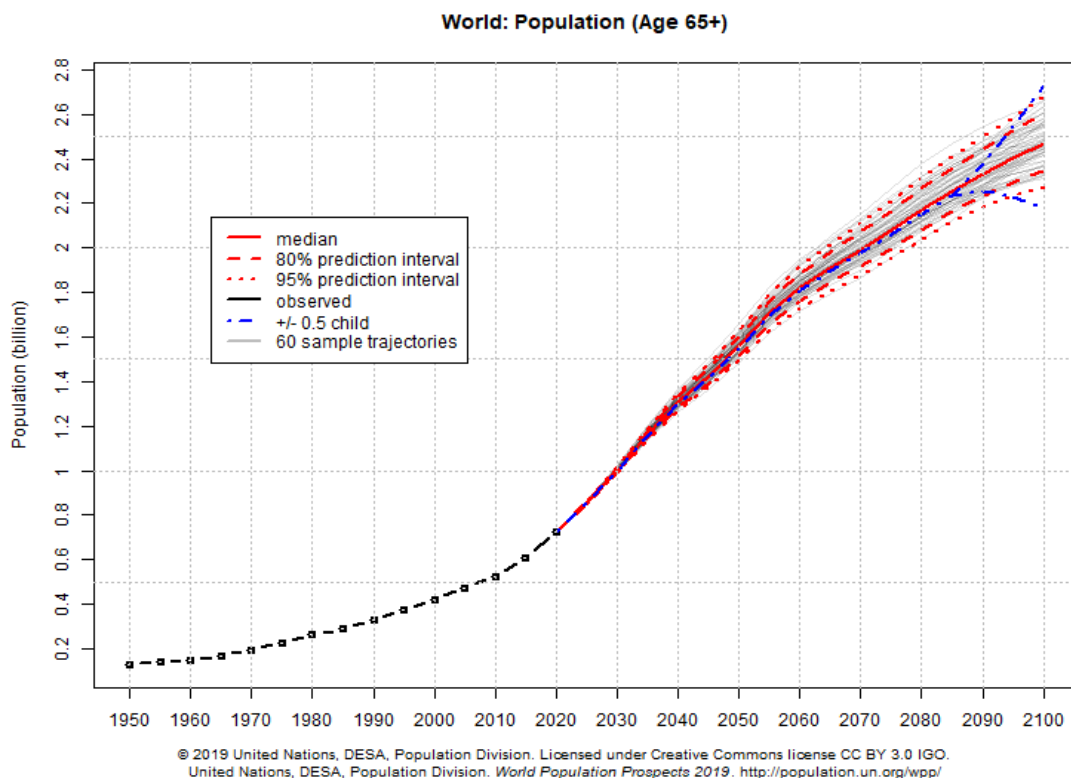


Figura 3 - Projeção da população mundial com 65 anos ou mais

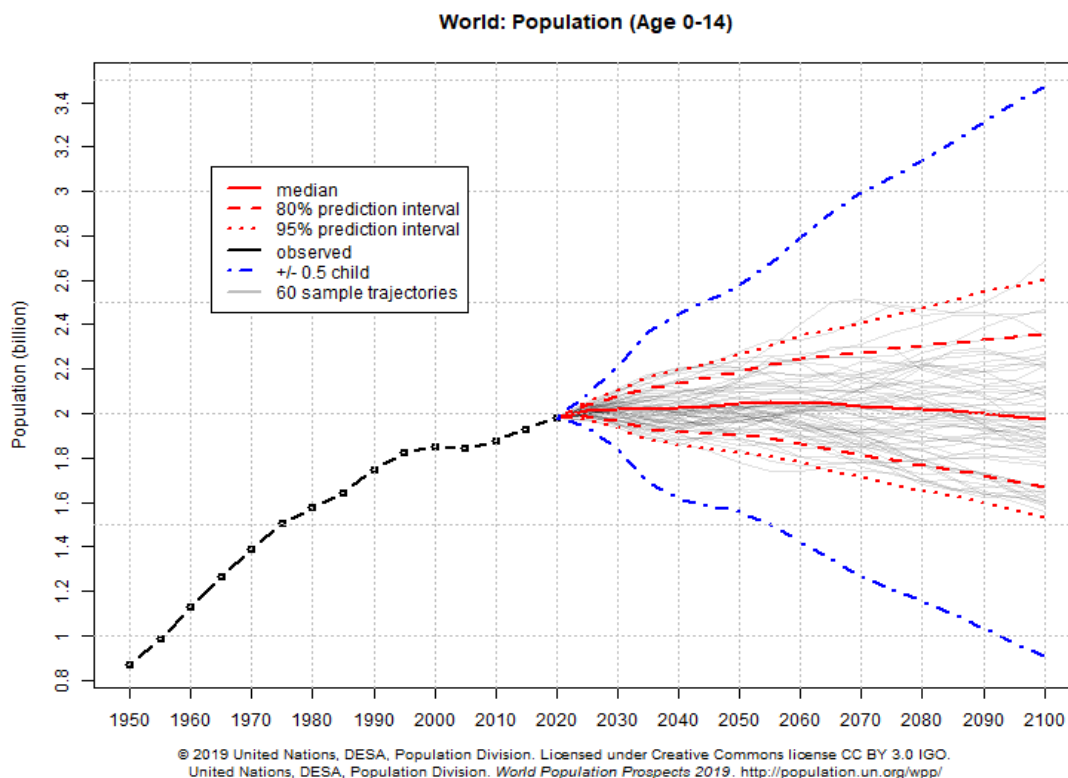


Figura 4 - Projeção da População Mundial entre 0 e 14 anos

Segundo o relatório *The World Population Prospects 2019*, elaborado pela ONU, “estamos envelhecendo devido ao aumento da expectativa de vida e à queda dos níveis de fertilidade”. Um menor número de nascimentos é justificado (FIORATTI, 2020) pela queda da taxa de fecundidade global, motivada pelo maior acesso aos métodos contraceptivos e no planejamento familiar. Segundo estudo publicado em 2020 pela revista científica *The Lancet*, a média do número de filhos que uma mulher gera passou de 4,7 filhos em 1950 para 2,4 em 2017 e pode chegar, até o final deste século, em 1,7. O número projetado está abaixo do ideal, 2,1, criando um declínio gráfico (figura 5) na fertilidade da população mundial. Este número é calculado pensando-se na “reposição” dos indivíduos e em uma margem que prevê cobrir as mortes antes da idade adulta. O cálculo entende que, se um casal tem dois filhos, está repondo a população pois, ao morrer, deixa para trás um número igual de indivíduos para a propagação da espécie.

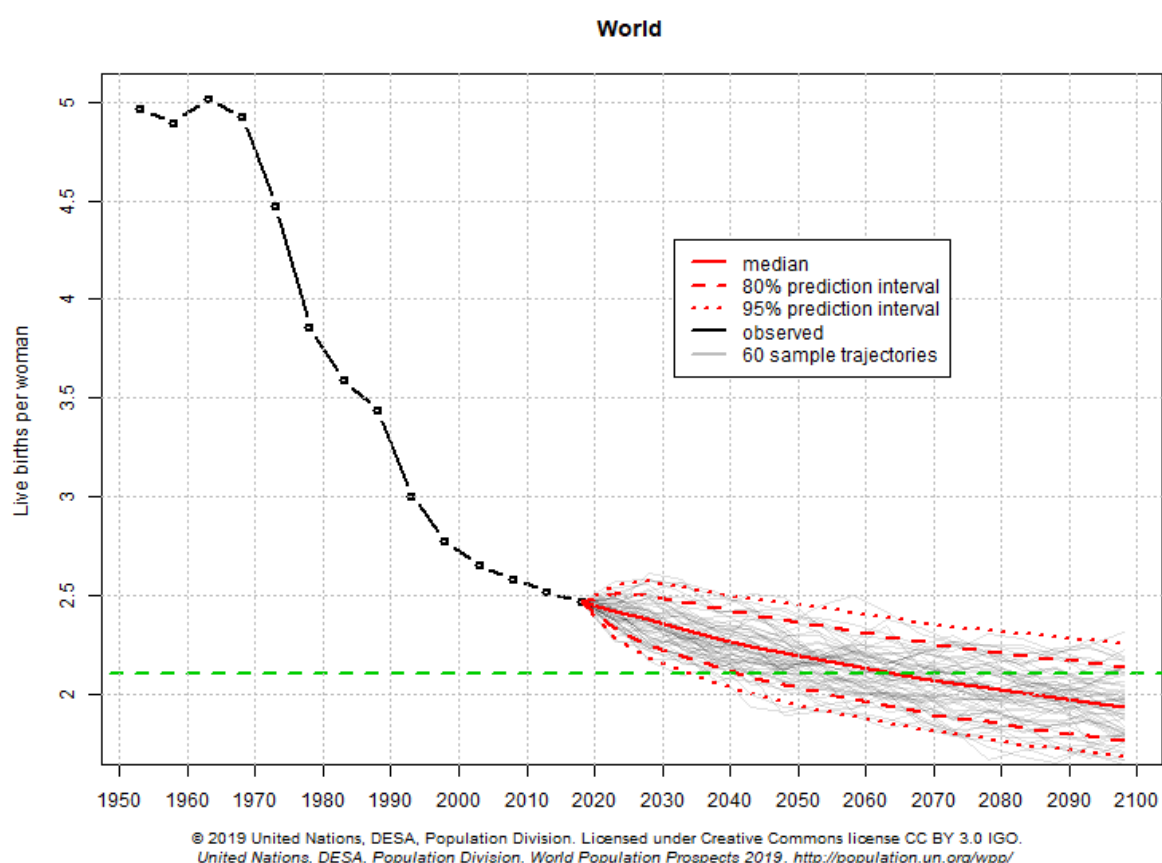


Figura 5 - Projeção Probabilística de Fertilidade da População Mundial

A diminuição da fecundidade implica, para os países desenvolvidos, em uma inversão de sua pirâmide etária, alargando seus topos e caracterizando sua população como idosa. A figura 6 ilustra a concretização desse fenômeno na Europa.

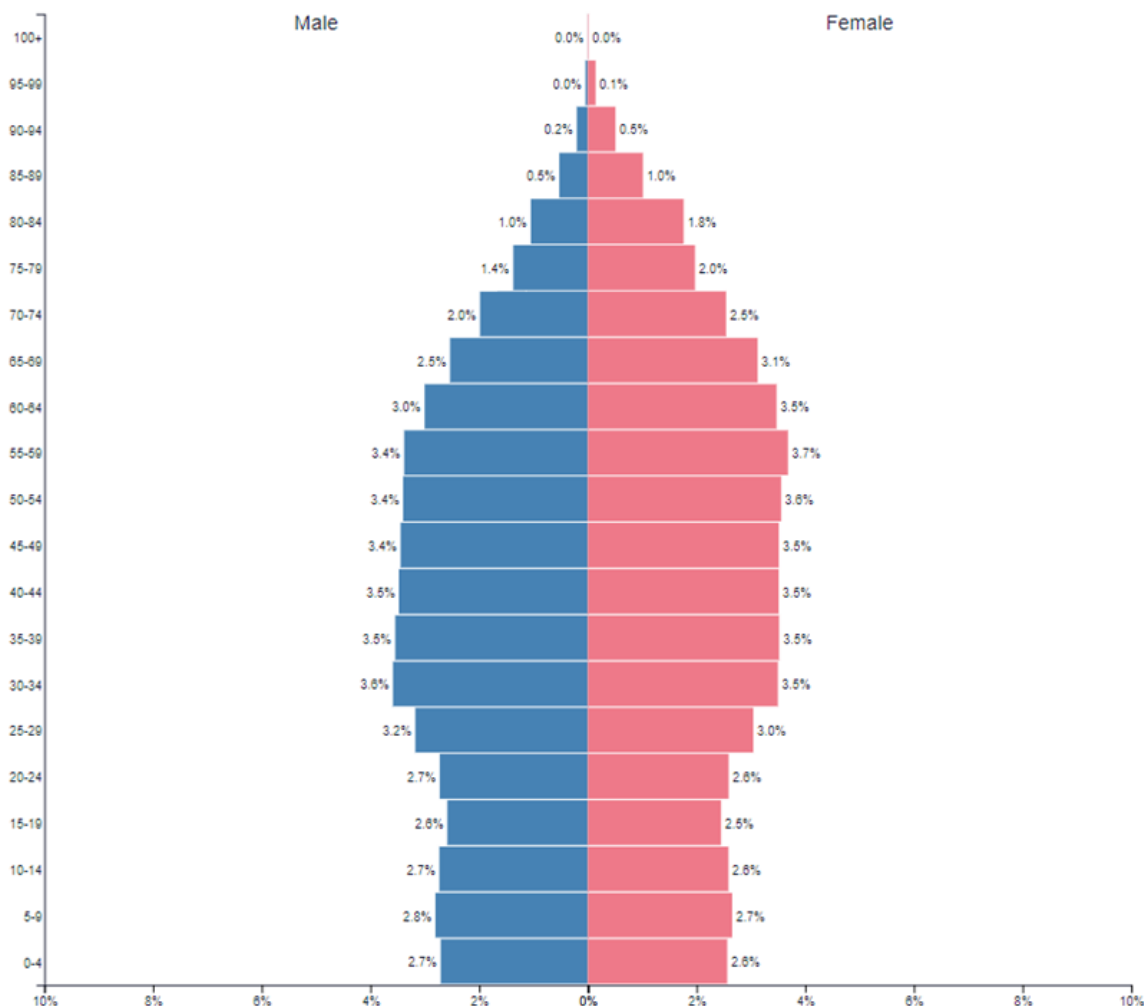


Figura 6 - Pirâmide etária do continente Europeu em 2019

1.2 Capacidade Funcional, Autonomia e Independência

A capacidade funcional, muito associada ao envelhecimento de forma geral, pode ser definida como a “capacidade do indivíduo de realizar atividades relacionadas à sobrevivência de forma autônoma e independente” (ALENEZI e ALEXANDER, 2018), sendo estas tarefas simples ou complexas. Segundo Goldstein, especialista em Gerontologia Social pela PUC-SP, os profissionais da área da saúde dispõem de diversas ferramentas para avaliar possíveis perdas funcionais em idosos.

“A idade está fortemente associada à perda de funcionalidade” (AGNELLI, 2012), influenciando diretamente na capacidade dos idosos durante o processo decisório e nas mais diversas tarefas e ações presentes em sua rotina, sendo a mobilidade e o deslocamento do indivíduo essenciais para possibilitar a concretização destas funções. Segundo Agnelli (2012), a restrição do idoso pode “gerar dependência, diminuir a autonomia e o convívio social, interferindo assim na autoestima e bem-estar”.

1.3 Envelhecimento Saudável

Envelhecer com saúde demonstra-se uma preocupação global dado o cenário demográfico atual. A Assembleia Geral das Nações Unidas de 2022, celebrada em Genebra, declarou o período de 2021 a 2030 como a “Década do Envelhecimento Saudável da ONU”, trazendo para debate a necessidade de integrar as pessoas idosas em todos os âmbitos das sociedades modernas incluindo, mas não somente, “demandas por bens e serviços como educação, habitação, cuidados de longa duração, proteção social e informação” (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, 2021). A Assembleia destaca, também, a importância do envelhecimento saudável, de forma a garantir que a experiência na velhice seja sadia, segura, confortável e não capacitista, permitindo que o idoso interaja com sua comunidade.

O chamado envelhecimento saudável configura-se como um farol para que a sociedade consiga mitigar os impactos da diminuição natural da capacidade funcional que acomete os mais velhos. Envelhecer com saúde, além de conforto e segurança, está também ligado à autonomia que o idoso poderá dispor no seu dia a dia, em sua casa (AGNELLI, 2012). “A perda da autonomia resulta, às vezes, na mudança de endereço residencial para mais perto de outro familiar mais capacitado, gerando ansiedade no cuidador e no idoso” (THOBER et al, 2005). A autonomia se torna aliada do idoso que deseja permanecer em sua própria casa na velhice, possibilitando descartar, em muitos casos, seu deslocamento para uma casa de repouso ou casa de parentes.

(THOBER et al, 2005) Em uma pesquisa sobre a dependência dos idosos no ambiente doméstico, demonstrou-se que os idosos são “extremamente apegados ao seu ambiente e objetos pessoais”, e uma mudança de ambiente pode ser desgastante e até mesmo gerar patologias psicológicas como a ansiedade ou a depressão. Ao propiciar ao idoso autonomia no ambiente residencial, dá-se ferramentas para que ele ou ela possa continuar em sua própria casa, reafirmando sua independência.

1.4 Adaptação do Ambiente Residencial

Para compor um ambiente residencial adequado para idosos, com o objetivo de assegurar maior nível de autonomia e independência, é necessário adaptar o ambiente. Envelhecer em casa de forma saudável, assim, torna relevante a implementação de soluções que possam “diminuir a incapacidade advinda do deterioramento motor e cognitivo” (MATIAS, 2019). Segundo Matias, a domótica pode ser utilizada como um poderoso mecanismo para sustentar o envelhecimento saudável que, além de estar em constante atualização e melhoria, possui abordagens facilmente aplicáveis a qualquer tipo de residência, que corroboram para a “minimização da significância dos obstáculos impostos e preservação da funcionalidade, em qualquer local da habitação” (MATIAS, 2019).

A preservação da funcionalidade está, também, intrinsecamente ligada à capacidade do idoso de realizar, sem auxílio de terceiros, as atividades de vida diária (AVDs) e as atividades instrumentais da vida diária (AIVDs), e fornecem informação para “avaliar a capacidade funcional do indivíduo” (AGNELLI, 2012). Segundo Agnelli (2012), os seguintes aspectos devem ser levados em consideração ao fazer adaptações: a mobilidade, a orientabilidade e a usabilidade do ambiente pelo idoso residente, visando a possibilidade de utilizar o espaço para realizar as tarefas de maneira adequada. Uma reforma na habitação privada permite adaptar o ambiente pensando de forma específica no idoso que ali reside, buscando suprir de forma ampla as dificuldades enfrentadas ao realizar suas AVDs, por dispositivos e ferramentas diversos, além de oferecer a possibilidade de ter mais segurança e praticidade. Por exemplo, no caso de idosos com mobilidade reduzida, será possível realizar a modificação doméstica, “visando a conquista de independência na alimentação, utilização do sanitário, realização de tarefas de cuidado pessoal, dentre outras” (AGNELLI, 2012), implementando modificações como a instalação de barras de apoio, modificações nos móveis para encaixe de cadeira de rodas, dentre outras mudanças.

2. A Situação Atual da Domótica

Este capítulo objetiva embasar a teoria sobre a casa inteligente e apresentar suas características fundamentais, descrever as principais tecnologias e aspectos da domótica utilizados para viabilizar a implementação de componentes em uma residência inteligente. Além disso, também discorrerá sobre o mercado para a domótica inteligente, abordando tópicos de *hardware* e *software*, no âmbito nacional e internacional.

2.1 Termos e Tecnologias Usuais da Casa Inteligente

Para o escopo deste trabalho, compreendemos como habitação e seus sinônimos — casa, lar, morada, residência, domicílio — o local de morada e residência fixa de um idoso, ou seja, um indivíduo com idade igual ou superior a 65 anos, sem enfoque ou atenção especial às casas de repouso e ou clínicas de internação coletiva para idosos.

De forma esquemática, uma casa inteligente pode ser descrita por uma casa equipada com objetos inteligentes, uma rede doméstica possibilita o transporte de informações entre objetos e um gateway residencial para conectar a casa inteligente ao mundo externo da Internet. Objetos inteligentes permitem interagir com os habitantes ou observá-los. (RICQUEBOURG et al, 2007).

De acordo com Morris et al (2013), as Casas Inteligentes são espaços residenciais “projetados de forma específica a fornecer tecnologias interativas e sistemas de suporte discretos”, que permitem que seus moradores desfrutem de maior independência e bem-estar. É um conceito que combina construção, tecnologia, engenharia, sociologia e cuidado pessoal em harmonia com robótica, sensores, telecuidados, ergonomia, comunicação, cuidado social e satisfação (MORRIS et al, 2013). A casa inteligente, além de contar com dispositivos modernos com conexões sem fio e que possuem a tecnologia da Internet das Coisas (IoT) por definição, também conta com a Tecnologia Assistiva para aprimorar sua capacidade de oferecer ao residente mais autonomia e, portanto, qualidade de vida.

A Domótica, também chamada de Automação Residencial, objetiva “o aumento da eficiência e da qualidade de vida, o uso eficaz da energia e de outros recursos naturais” (ALMEIDA, 2013). Trata de sistemas mecânicos, automatiza as tarefas domésticas, e pode partir de soluções simples, como ligar uma lâmpada remotamente através de um controle, à soluções elaboradas como um controle completo de câmeras, aquecedores, portas e portões e até rotinas de uma casa. A Automação Residencial, segundo Hendricks (2014), é um conceito que está sendo amadurecido e aprimorado há mais de cinco décadas. Na literatura “*There Will Come Soft Rains*”, de Ray Bradbury, imaginava-se, já na década de 1950 que, num futuro próximo, existiriam casas interativas, automatizadas, que funcionavam sozinhas. O primeiro avanço para a automação ainda não toca o âmbito de dispositivos automatizados,

mas representa um grande marco para o século XX: se trata da invenção dos eletrodomésticos. Em 1966, surge o ECHO IV, um dispositivo inteligente que era capaz de “calcular listas de compras, controlar a temperatura da casa e ligar e desligar aparelhos” (HENDRICKS, 2014). Um ano mais tarde, desenvolveu-se o *Kitchen Computer* (“computador de cozinha”), que tinha a capacidade de armazenar receitas. Em 1991, a combinação entre tecnologia e gerontologia cria dispositivos como o *Lifecall*, um pequeno dispositivo colocado em um colar que aciona o serviço de emergência médica quando pressionado. Segundo Hendricks (2014), a popularidade das Casas Inteligentes e da Automação Residencial aumenta drasticamente nos anos 2000, e estas opções se tornam mais acessíveis e viáveis para os consumidores, colocando nas prateleiras produtos como redes domésticas.

(SARTORETTO e BERSCH, 2022) “Tecnologia Assistiva é o termo usado para identificar todo o arsenal de Recursos e Serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover Vida Independente e Inclusão.” Inicialmente pensada pela legislação norte-americana como base legal para regulamentar os direitos das pessoas com deficiência (GALVÃO FILHO, 2009), a Tecnologia Assistiva (TA) compõe um conceito abrangente que objetiva auxiliar as pessoas com restrições físicas ou psicológicas nas tarefas do dia a dia e proporcionar “maior independência, qualidade de vida e inclusão social” (SARTORETTO e BERSCH, 2022). Segundo Matias (2019), a tecnologia assistiva engloba serviços como o controle de temperatura, controle de portas, janelas e cortinas, sistemas de iluminação, eletrodomésticos, dispositivos terapêuticos auxiliares, sistemas de segurança e sensores no geral.

[...] No sentido amplo, o objeto da tecnologia assistiva é uma ampla variedade de recursos destinados a dar suporte (mecânico, elétrico, eletrônico, computadorizado, etc.) à pessoas com deficiência física, visual, auditiva, mental ou múltipla. Esses suportes podem ser [...] aparelhos e equipamentos nas mais diversas áreas de necessidade pessoal (comunicação, alimentação, transporte, educação, lazer, esporte, trabalho, elementos arquitetônicos e outras). (LAUAND, 2005, p. 30).

A Tecnologia Assistiva pode ser subdividida em categorias, o que permite organizar esta área de conhecimento e auxiliar a identificação dos “recursos mais apropriados ao atendimento de uma necessidade funcional do usuário final” (SARTORETTO e BERSCH, 2022).

Tabela 1 – Categorias da Tecnologia Assistiva

Categoria	Recursos
Auxílios para a vida diária	Materiais e produtos para auxílio em tarefas rotineiras tais como comer, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais, manutenção da casa etc.
CAA Comunicação aumentativa e alternativa	Recursos, eletrônicos ou não, que permitem a comunicação expressiva e receptiva das pessoas sem a fala ou com limitações da mesma. São muito utilizadas as pranchas de comunicação com os símbolos ARASAAC, <i>Symbol/Stix</i> , <i>Widgit</i> , PCS ou Bliss, além de vocalizadores e softwares dedicados para este fim.
Recursos de acessibilidade ao computador	Equipamentos de entrada e saída (síntese de voz, Braille), auxílios alternativos de acesso (ponteiras de cabeça, de luz), teclados modificados ou alternativos, acionadores, softwares dedicados (síntese e reconhecimento de voz etc.), que permitem às pessoas com deficiência acessarem com sucesso o computador.
Sistemas de controle de ambiente	Sistemas eletrônicos que permitem às pessoas com limitações moto-locomotoras, controlar remotamente aparelhos eletroeletrônicos, sistemas de abertura de portas, janelas, cortinas e afins, de segurança, entre outros, localizados nos ambientes doméstico e profissional.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Adaptações estruturais e reformas na casa e/ou ambiente de trabalho, através de rampas, elevadores, adaptações em banheiros entre outras, que retiram ou reduzem as barreiras físicas, facilitando a locomoção e o uso dessas áreas pela pessoa com deficiência.
Órteses e próteses	Troca ou ajuste de partes do corpo, faltantes ou de funcionamento comprometido, por membros artificiais ou outros recursos ortopédicos (talas, apoios etc.). Inclui-se os protéticos para auxiliar nos déficits ou limitações cognitivas, como os gravadores de fita magnética ou digital que funcionam como lembretes instantâneos.
Adequação Postural	Adaptações para cadeira de rodas ou outro sistema de sentar visando o conforto e distribuição adequada da pressão na superfície da pele (almofadas especiais, assentos e encostos anatômicos), bem como posicionadores e contentores que propiciam maior estabilidade e postura adequada do corpo através do suporte e posicionamento de tronco/cabeça/membros.

Auxílios de mobilidade	Cadeiras de rodas manuais e motorizadas, bases móveis, andadores, scooters e qualquer outro veículo utilizado na melhoria da mobilidade pessoal.
Auxílios para cegos ou com visão subnormal	Recursos que incluem lupas e lentes, Braille para equipamentos com síntese de voz, grandes telas de impressão, sistema de TV com aumento para leitura de documentos, impressoras de pontos Braille e de relevo para publicações etc. Incluem-se os animais adestrados para acompanhamento das pessoas no seu dia a dia.
Auxílios para surdos ou com déficit auditivo	Auxílios que incluem vários equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado — teletipo (TTY), sistemas com alerta tátil-visual, campainhas luminosas entre outros.
Adaptações em veículos	Acessórios e adaptações veiculares que possibilitam o acesso e a condução do veículo, como arranjo de pedais, acessórios para guidão, rampas e elevadores para cadeiras de rodas, em ônibus, camionetas e outros veículos automotores modificados para uso de transporte pessoal.

(Adaptado de SARTORETTO e BERSCH, 2022).

O foco em mitigar os efeitos causados por deficiências torna a TA uma ferramenta adequada, também, para embasar projetos residenciais e adaptar habitações de forma adequada para idosos — de maneira a compensar sua diminuição de capacidades diversas, sejam estas motoras ou cognitivas.

“O termo Internet das Coisas geralmente se refere a cenários em que a conectividade de rede e a capacidade de computação se estendem a objetos, sensores e itens do cotidiano que normalmente não são considerados computadores, permitindo que esses dispositivos gerem, troquem e consumam dados com o mínimo de intervenção humana.”¹
(ROSE, K.; ELDRIDGE, S.; CHAPIN, L., 2015, p. 1, tradução nossa).

O conceito da Internet das Coisas, em inglês Internet of Things (IoT), circula ao redor da capacidade de dispositivos não conectados fisicamente, ou seja, de uma rede de objetos físicos, de compartilhar dados e informações através da internet através de protocolos pré-estabelecidos. Estes dispositivos interconectados coletam dados regularmente e conseguem iniciar ações pois possuem informações do contexto sistêmico no qual estão conectados (PATEL, K. K.; PATEL, S. M.; SCHOLAR, P.), permitindo uma utilização inteligente dos recursos disponíveis.

¹ No original: The term Internet of Things generally refers to scenarios where network connectivity and computing capability extends to objects, sensors and everyday items not normally considered computers, allowing these devices to generate, exchange and consume data with minimal human intervention.

Quando falamos em IoT, podemos pensar em uma imensa variedade de objetos inteligentes, como *smartphones*, veículos, relógios, luzes, sistemas complexos de segurança, monitoramento e até mesmo climatização.

“Computação em nuvem é um termo usado para descrever uma plataforma e um tipo de aplicativo. Uma plataforma de computação em nuvem provisiona, configura, reconfigura e desprovisiona servidores dinamicamente conforme necessário. Os servidores na nuvem podem ser máquinas físicas ou máquinas virtuais. As nuvens avançadas geralmente incluem outros recursos de computação, como redes de área de armazenamento (SANs), equipamentos de rede, firewall e outros dispositivos de segurança.” (BOSS et al, 2007, p. 4, tradução nossa)

A computação em nuvem permite fornecer infraestrutura como um serviço, viabilizando o acesso remoto a recursos computacionais através da internet, concedendo acesso a processamento de dados e execução de programas em sistemas robustos, mesmo a partir de dispositivos simples. Todo o conceito da computação em nuvem pôde ser desenvolvido a partir da expansão e aprimoramento da virtualização e sua tecnologia é utilizada por diversos serviços atrelados ao IoT. Um exemplo bem difundido dessa conexão são os assistentes de voz como a Alexa, da Amazon, que utiliza os poderosos recursos computacionais da nuvem da empresa para realizar o processamento dos dados enviados pelo usuário, retornando uma resposta elaborada após realizar a comunicação com a nuvem (Amazon, 2022). É na nuvem, também, que são armazenados dados de diagnóstico das aplicações e sistemas e os dados necessários para treinar as inteligências artificiais que funcionam nos mais diversos tipos de produtos.

A inteligência artificial (IA), por sua vez, “refere-se a sistemas ou máquinas que mimetizam a inteligência humana para executar tarefas e podem se aprimorar iterativamente com base nas informações que eles coletam” (ORACLE, 2022). A IA é capaz de trabalhar com padrões e aprimorar sua base de conhecimento através da alimentação do sistema com dados fornecidos pelos desenvolvedores ou usuários. Essa capacidade é explorada pelos sistemas baseados em IoT pois permite que os dispositivos plugados ao sistema aprendam com as iterações dos usuários, tornando as soluções robustas e com maior confiabilidade sob o viés de fornecer respostas e ações corretas, isto é, responder de maneira coesa ao acionamento do usuário ou do próprio sistema, influenciando o processo decisório do sistema e conferindo características voláteis e dinâmicas às aplicações.

O processamento da linguagem natural (PLN) apoia a IA e a IoT, sendo fundamental para a implementação de sistemas com acionamento por voz e texto.

“A área de Processamento de Linguagem Natural (PLN) (Jurafsky and Martin, 2008) ocupa-se do estudo da linguagem dos seres humanos, com o objetivo de construir ferramentas que permitam compreender, analisar e gerar linguagem natural. Ao longo dos anos, um conjunto de tarefas foram criadas e desenvolvidas, como por exemplo a extração de classes gramaticais, identificação de frases, desambiguação de palavras, entre outras.” (PINTO, S. C. S., p. 19, 2015).

A interpretação dos signos e da voz pode ser utilizada por dispositivos dotados das tecnologias da IA e da IoT para acessar suas funcionalidades e a aplicação da inteligência artificial, neste âmbito, é essencial para possibilitar o aprimoramento das respostas e da tomada de decisão, processando os dados enviados pelo usuário. É imprescindível para qualquer acionamento por voz, pois permite reconhecer as frases e padrões do idioma, fornecendo a opção de, literalmente, falar com o sistema, provendo maior acessibilidade e facilidade no dia a dia.

2.2 Hardware para a casa inteligente

As Casas Inteligentes (CI), também conhecidas como casas automatizadas, casas integradas ou apenas “domótica” incorporam dispositivos que controlam recursos da casa. (RICQUEBOURG et al, 2007) A tecnologia da casa inteligente originalmente era utilizada para controlar sistemas de iluminação e aquecimento, mas, graças ao desenvolvimento da tecnologia, componentes eletrônicos puderam ser incluídos no sistema. Segundo Ricquebourg et al (2007), as casas inteligentes usam de vários dispositivos, que já eram utilizados na tecnologia assistiva, para criar um ambiente onde diversas funcionalidades da CI são automatizadas e que permite comunicação entre os dispositivos utilizados na rede doméstica sendo, neste novo modelo, possível compartilhar informação entre os dispositivos, mesmo sem a existência de uma conexão física entre eles.



Figura 7 - Esquemática de objetos inteligentes integrados à residência
(Fonte: TechTarget, 2018)

Estes dispositivos inteligentes que, quando integrados, montam uma rede de diferentes componentes (figura 7), são normalmente munidos da tecnologia da

internet das coisas (IoT) combinada com a computação em nuvem, para garantir que o acesso às funcionalidades possa ser flexível e conveniente. Alguns exemplos incluem dispositivos que se popularizaram nos últimos anos, com um destaque especial para os tempos da pandemia da Covid-19, trazendo a “voz do lar” para muitas residências ao implementar no dia a dia o uso de assistentes de voz como a Alexa, da Amazon, o Google Assistente ou a Siri, da Apple. Outros dispositivos populares incluem lâmpadas e tomadas inteligentes, travas de segurança e câmeras, centrais de acesso com conexão *wi-fi*, dentre outros.

2.1.1 Interface e comunicação

Dentre as diversas classificações de dispositivos IoT para integrar um ambiente residencial inteligente, a interface é um importante divisor de águas, pois permite ao usuário interagir com o sistema de diferentes maneiras e pode ser uma barreira a depender do público-alvo a qual o sistema está destinado. Os *smartphones* se apresentam como uma constante quando o assunto é controlar os dispositivos das casas inteligentes, interagindo com os aplicativos criados especificamente para este propósito. Além dos *smartphones*, os *tablets* são uma outra solução popular de interface e controle.

A diferença primordial está na mobilidade: enquanto o *smartphone* se locomove junto com o morador, a tendência para os *tablets* que funcionam como interface para este tipo de sistema é estar afixado à parte interna da casa, funcionando como um painel inteligente de controle. Mas os painéis inteligentes e os *smartphones*, embora comuns, não são as únicas opções de acionamento e controle do sistema. As assistentes virtuais, populares e acessíveis, oferecem a opção de interagir com o sistema através de comandos de voz, facilitando a interação com o sistema.

2.1.2 Iluminação e temperatura

Os aspectos da iluminação e temperatura podem ser controlados, também, a partir de um sistema integrado ou de *softwares* exclusivos de seus respectivos fabricantes. As lâmpadas inteligentes possuem conexão *wi-fi* e podem ser acionadas (ou desligadas) com comandos de voz ou através do aplicativo. Também, podem ser combinadas a sensores de movimento ou presença para ter acionamento totalmente automatizado. A temperatura do ambiente residencial automatizado pode ser controlada por dispositivos inteligentes específicos, como aquecedores, termostatos e ar-condicionado munidos da tecnologia IoT. Estes, quando capazes de se conectar a um sistema centralizado, podem participar de processos automatizados a fim de manter a casa aquecida (ou resfriada!) conforme a temperatura do ambiente e as configurações do usuário.

2.1.3 Segurança e monitoramento

Sob o viés da segurança, a IoT pode ser aplicada a uma gama variada de dispositivos inteligentes, que se conectam com as interfaces para viabilizar o monitoramento do ambiente residencial. Estão inclusos na lista de dispositivos utilizados para prover segurança as câmeras de segurança (podendo ter conexão *wi-fi*), travas eletrônicas e digitais, fechaduras digitais, sensores de movimento e de presença, porteiros e videoporteiros digitais, sensores de fumaça e alagamento, dentre outros aparelhos. Os dispositivos podem transmitir informação para os aplicativos centralizadores, proporcionando a oportunidade de monitorar o ambiente de forma remota, controlar o acesso à residência com um toque no *smartphone* e prevenir desastres com os sistemas detectores de incêndio.

2.2 Software para a casa inteligente

2.2.1 Visão geral e características

Quando falamos em *softwares* capazes de facultar a automatização residencial, podemos abordar diferentes estratégias de sistemas: centralizados ou fragmentados em programas menores, com capacidade (ou não) para conexões remotas entre os aparelhos, baseados em *software* proprietário ou *software* livre, dentre outros conceitos e comportamentos escolhidos para definir o *software*. A implementação deste tipo de sistema deve preocupar-se, ainda, com o grau de compatibilidade dos dispositivos eletrônicos e/ou digitais necessários para formar o “ecossistema inteligente”, com o custo do projeto — considerando, também, o *hardware* necessário — e com a adaptação e usabilidade para o usuário final.

Estes *softwares* podem ser fragmentados de maneira individual, ou seja, ter a capacidade de controlar um único dispositivo ou aparelho (por exemplo, um *software* para exclusivo controle de iluminação) ou atuar como um *software* centralizador. O chamado *software* centralizador de sistemas tem como objetivo (GUERRA, 2021) “integrar vários dispositivos, independente do fabricante ou da quantidade de interações entre esses sistemas”.

A fim de viabilizar este sistema centralizado, que tenha a capacidade de se comunicar com os diversos dispositivos vinculados, é conveniente que o *software* centralizador possua uma ampla compatibilidade com fabricantes diversos, permitindo que o *hardware* que compõe o sistema seja diverso e que o cliente que deseja implementá-lo tenha uma grande gama de opções. Segundo a OPENHAB FOUNDATION (2022), esta intercomunicação entre dispositivos de diferentes fornecedores enfrenta um problema grave, representado pela falta de interoperabilidade, causada pela incompatibilidade entre as tecnologias diversas e os conflitos de interesse comercial de diferentes marcas e licenças de *software*. Para contornar esse problema, é possível utilizar o *software* livre como uma solução.

2.2.2 Software livre para automação residencial

O tipo de *software* escolhido para a automação residencial tem grande impacto nos custos do projeto, afetando particularidades na compatibilidade dos dispositivos que podem ser utilizados para compor o escopo de *hardware* e na personalização do sistema como um todo. A utilização do *software* livre para automação residencial viabiliza a adaptação do sistema conforme a necessidade; é possível escolher os módulos que serão agregados ao sistema centralizador e, com o conhecimento técnico adequado, usufruir da liberdade para modificar e melhorar o *software* (OPENHAB FOUNDATION, 2022). O *software* livre admite, também, a participação ativa de uma comunidade capaz de contribuir ativamente com o desenvolvimento e aprimorar o *software* de maneira exponencial e múltipla.

Guerra (2021) pauta um motivo extra para utilizar o *software* livre em oposição ao *software* proprietário: a possibilidade de integrar ao sistema, de forma gratuita, os assistentes virtuais, que podem entregar “maior comodidade dos usuários ao proporcionar o controle da residência através de comandos de voz interpretáveis” (GUERRA, 2021). Esta característica se torna ainda mais notável no contexto deste estudo pois a interação com o sistema pode ser uma dificuldade para um usuário mais velho e possivelmente menos acostumado a lidar com sistemas digitais, facilitando a interação e uso das funcionalidades do sistema. Durante sua pesquisa, Guerra buscou diferentes *softwares* de código aberto para automação residencial elencando, neste âmbito, o ThingsBoard e o Home Assistant como candidatos elegíveis para o desenvolvimento de um sistema de custos acessíveis para automação residencial inteligente. Infelizmente, estes sistemas possuem limitações de suporte, que estão disponíveis apenas em versões pagas.

2.2.3 Startups e inovações disponíveis no mercado

2.2.3.1 Softwares com funções exclusivas

Com foco em climatização, a empresa alemã Tado produz uma linha de produtos inteligentes capaz de regular a temperatura do ambiente de forma automática. A linha inclui termostatos, radiadores e ar-condicionado. O fabricante se identifica como independente e explica que os produtos da marca podem ser conectados a *softwares* centralizadores de outros fabricantes a fim de criar um sistema de automação residencial completo. Já a Latch, *startup* nova iorquina, oferece um conjunto de soluções de *software* e *hardware* que permitem o controle remoto de acessos de espaços, criando um ecossistema elegante de fechaduras digitais que podem ser controladas através de seu aplicativo. Além do uso residencial, pode ser utilizado para controle de acesso em ambiente empresarial e tem uma função distinta para proprietários locadores que desejam fazer o controle de acesso de suas casas de forma remota. Pensando nas vulnerabilidades e na possibilidade de invasões de *hackers* aos sistemas de automação residencial, a empresa norte-

americana CUJO AI Cybersecurity objetiva cuidar da segurança dos dados e criar camadas extras de segurança entre os sistemas residências e os criminosos cibernéticos. A *startup* traz um conceito de *gateway* inteligente que, munido de IoT e aprendizado de máquina, é capaz de aprimorar sua base de conhecimento e evitar ataques.

2.2.3.2 Softwares centralizadores

Dentre os diversos *softwares* centralizadores disponíveis no mercado, destacam-se os desenvolvidos pelas *startups* Sense e EnOcean, devido a popularidade no mercado, inovação e possibilidades de utilização para os sistemas residenciais. Montando um sistema de controle completo, Sense é uma solução proposta por uma *startup* norte-americana, composta por uma diversidade de dispositivos inteligentes que visam monitorar o ambiente residencial de forma remota. Suas principais funções incluem listar e alertar o usuário sobre os dispositivos ligados na casa (como luzes, a televisão e até mesmo o forno) auxiliando no combate a desastres e na redução do uso desnecessário de energia, luz e água. A alemã EnOcean, por outro lado, possui uma tecnologia de ponta impressionante, fornecendo um *software* centralizador para automação residencial com autossustento, trabalhando com conversores de energia miniaturizados. “Nossos dispositivos retiram energia da luz ambiente (...) ou até mesmo das pequenas diferenças de temperatura”² (ENOCEAN, 2022, tradução nossa), prometendo flexibilidade e manutenção zero.

2.2.3.3 Startups brasileiras e o mercado nacional

A *startup* paranaense Houseasy possui integração com os principais assistentes de voz disponíveis no mercado, Alexa e Google Home, e oferece uma solução de *software* centralizadora, fornecendo ferramentas para criar rotinas automatizadas e realizar todo o controle do sistema através do aplicativo para *smartphone*. As rotinas automatizadas interagem com os objetos inteligentes dispostos no sistema residencial, controlando luzes, eletrônicos e eletrodomésticos de maneira simples e prática. Todo o ecossistema é possibilitado pelo *Easy Mind*, dispositivo responsável por conectar os módulos fabricados pela empresa: o *Easy Play* e o *Easy Power*. Estes módulos, respectivamente, atuam no sistema a) substituindo controles remotos ao ligar e desligar dispositivos com TVs, ar-condicionado e persianas elétricas e b) controlando a energização de tomadas, permitindo ao sistema ligar e desligar eletrônicos e/ou eletrodomésticos que não necessitam da tecnologia IoT. Além da Houseasy, outra *startup* se destaca no cenário nacional: a Kokar, que “(...) desenvolveu uma solução de automação residencial extremamente fácil de instalar, configurar e usar. E que não precisa de internet para funcionar” (KOKAR, 2022). A *startup* oferece ao consumidor uma solução com um

² No original: “For our wireless self-powered sensors, we extract energy from ambient light using small solar cells, or from the smallest temperature differences.” (ENOCEAN, 2022).

dispositivo centralizador – a *Oka* – responsável por integrar os demais componentes; é capaz de realizar a comunicação entre os dispositivos inteligentes sem a dependência de uma conexão com a internet, sendo a conexão um requisito apenas para o controle do sistema em ambientes externos à casa. Com suporte para as assistentes de voz inteligentes, é possível controlar as luzes, ar-condicionado, cortinas elétricas, caixas de som e qualquer dispositivo inteligente compatível com o sistema, criando um complexo ambiente residencial que pode de se modificar completamente com apenas um comando de voz pré-configurado.

Além das *startups*, é impossível falar de automação residencial no Brasil sem citar os produtos de ponta fabricados pela catarinense Intelbras. A empresa possui uma linha completa voltada para a casa inteligente, cuidando da iluminação, controle de energia, controle de acessos e segurança, além de disponibilizar kits para integrar o entretenimento à IoT. Tudo pode ser acessado através do aplicativo Izy, disponível para dispositivos móveis, permitindo criar rotinas para residência e controlar um conjunto diverso de *hardware* inteligente elegível para implementação.

3. Desafios e Barreiras

Este capítulo objetiva apresentar os principais desafios e barreiras a serem enfrentados ao estruturar e realizar a implementação de um projeto de automação residencial inteligente para lares de idosos, tratando sobre os custos financeiros, as dificuldades com adaptação, a segurança e integridade dos sistemas.

3.1 Custos Financeiros da Implementação no Brasil

Os custos envolvidos na implementação de um sistema inteligente de automação são extremamente variáveis e dependentes dos componentes e módulos desejados, além dos recursos disponibilizados por estes dispositivos.

Segundo Guerra (2021) o mito acerca de custos "elevadísimos" para implementar sistemas de automação no Brasil dificulta a disseminação e a procura por este tipo de solução, levando muitos a desconsiderar a possibilidade de realizar algum tipo de implementação. Uma das maneiras apontadas por Guerra (2021) para viabilizar a implementação acessível de um sistema de automação residencial inteligente se dá através da utilização de *software* de código aberto que permite, inclusive, um alto nível de personalização e compatibilidade. A compatibilidade, neste sentido, consta também como um fator decisivo para baratear a implementação, pois permite que dispositivos de diferentes fabricantes sejam incluídos nos sistemas, além de tolerar equipamentos menos atualizados, garantindo um maior tempo de vida útil para estes, "dispensando custos adicionais com equipamentos mais atualizados" (OPENHAB, 2021, apud GUERRA, 2021, p.20). A implementação pode ser encomendada de forma facilitada (em um modelo mais simples), no entanto. A fabricante Positivo, por exemplo, oferece *kits* para automatização a pronta-entrega, que variam entre R\$399,00 (trezentos e noventa e nove reais) à R\$659,00 (seiscentos e cinquenta e nove reais), que combinados formam um combo para automatizar quartos, sala, cozinha e banheiro no valor de R\$2.796,70, oferecendo dispositivos como lâmpadas inteligentes, câmeras de segurança, videoporteiro inteligente, sensores de abertura e de movimento, alarme e controle remoto, além da *Smart Central*, responsável por interconectar toda a rede de dispositivos. Todavia, os *kits* oferecem uma gama de soluções mais simplificadas; quando se fala em sistemas de automação residenciais profissionais, pode-se chegar a orçamento entre R\$ 15 mil e R\$ 100 mil, segundo a empresa de automação residencial Kosten-Haus, que oferece opções completas e personalizadas para seus clientes, com interfaces e módulos escolhidos a dedo para cada implementação.

3.2 Aceitação e Adaptação do Usuário

Os idosos compõem uma parcela de mercado consumidor "extremamente ativa, articulada e consumista", segundo o professor de medicina Mario Schefer,

especialista em demografia e membro da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia. Esta fatia da população, que advém de uma geração que não cresceu em meio à tecnologia, demonstra uma aderência positiva à internet e às inovações tecnológicas. Uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas (CNDL) e pelo Serviço de Proteção ao Crédito (SPC Brasil), em parceria com a Offer Wise Pesquisas, demonstrou que 97% dos brasileiros idosos utilizam a internet. O presidente do Sindicato Nacional dos Aposentados, Marcos Bulgarelli, afirma que as empresas estão percebendo oportunidades vantajosas em investir na terceira idade — e criar produtos e serviços para ela, resgatando o público do esquecimento e desmanchando a imagem defasada de que os idosos estão à margem da tecnologia. A aceitação da tecnologia por um número crescente de pessoas idosas abre portas para que novos dispositivos sejam introduzidos em seu dia a dia e no ambiente residencial, mas esta visão positiva sobre os benefícios obtidos através da utilização da tecnologia não anula as dificuldades advindas de fontes diversas. Deve-se sempre levar em conta a curva de aprendizado desacelerada (em relação a um público mais jovem) e, não obstante, é necessário observar de forma individualizada que tipo de dificuldades físicas ou cognitivas o idoso pode enfrentar ao tentar aprender e utilizar os sistemas. “As pessoas com mais de 65 anos também acham difícil se adaptar às novas tecnologias devido a problemas de saúde - muitas delas têm deficiências visuais e auditivas que dificultam a leitura e a percepção do conteúdo de áudio”³ (SOLOVYOVA, 2020, tradução nossa). As dificuldades adaptativas podem ser oriundas de perdas de capacidade funcional, deficiências adquiridas ao longo da vida ou mesmo falta de hábito e experiência para lidar com os dispositivos comuns como um *smartphone*, por exemplo.

[...] Embora existam dados de que a população idosa apresenta difícil aceitação de tais recursos ou modificações ambientais, os “novos idosos”, ou seja, os idosos que estão entrando na velhice nos tempos atuais, estão mais receptivos à introdução de recursos tecnológicos, com maior iniciativa em relação a medidas de segurança e de conforto nas atividades cotidianas. (AGNELLI, 2012, p. 66).

Ainda que a população com mais de 65 anos mostre interesse e tenha disposição em acolher novas tecnologias em sua rotina, não foram encontradas iniciativas relevantes no mercado (a nível mundial) de *startups* ou mesmo *softwares* com dedicação exclusiva ao público idoso, havendo necessidade de identificar e testar de forma cuidadosa a adaptação e interação do público-alvo com as interfaces disponíveis para acessar este tipo de solução e viabilizar o uso das funcionalidades propostas no projeto.

³ No original: “Folks 65+ also find it difficult to adapt to new technology because of health conditions—many of them have visual and hearing impairments that make reading and audio content perception challenging.” (SOLOVYOVA, 2020).

3.3 Segurança de Dados e Integridade do Sistema

Uma das maiores preocupações quanto aos sistemas de automação residencial inteligentes é, sem dúvidas, se os usuários deste tipo de *software* estão seguros e com sua privacidade preservada, afinal, muitos dos programas utilizados para propiciar um ecossistema inteligente estão conectados à nuvem, enviando dados de diagnóstico e realizando a troca de informações com o servidor constantemente. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), descrita na lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, especifica um tratamento especial e restrito para dados sigilosos e sensíveis de brasileiros, coletados em qualquer lugar do mundo, e para os dados coletados no Brasil, independentemente da origem do usuário. Esta lei, pensando em sistemas implementados no Brasil, é um importante alicerce no combate ao vazamento de dados pessoais dos usuários e permite que seja feita a devida fiscalização em torno do uso das informações tratadas.

Além das informações pessoais, que por si só teriam um gigantesco impacto negativo se vazadas ou *hackeadas*, não são a única preocupação deste tipo de sistema. Os sistemas para as casas inteligentes (CI) podem conter inúmeras integrações com os mais diversos tipos de *hardware*, eletrônicos e eletrodomésticos presentes no interior da residência. Imagine, por exemplo, que um invasor consiga controlar o sistema de uma casa com travas inteligentes. O resultado poderia ser catastrófico. Para evitar este tipo de calamidade, é imprescindível que os sistemas conectados à nuvem e redes *wi-fi*, passíveis de invasão externa, possuam grossas e poderosas camadas de segurança, criptografia de ponta a ponta e que recebam atualizações constantes contra potenciais ameaças.

4. Estudo de Caso: Lar Inteligente para Idoso

Este capítulo objetiva apresentar o estudo de caso que foi desenvolvido para este trabalho, com o intuito de avaliar como a automação residencial integrada ao IoT pode ser implementada em uma casa onde moram apenas idosos, a fim de compreender como as funcionalidades deste tipo de automação podem impactar no dia a dia dos residentes, entender as dificuldades enfrentadas e o processo de adaptação, além de observar e analisar os resultados obtidos.

4.1 Panorama do Cenário Estudado

O caso estudado aborda um casal de idosos com idades entre 77 e 81 anos. Maria, 77, é uma senhora sem muita afinidade com a tecnologia, muito caseira e com receio de ficar sozinha em casa. Possui um smartphone que utiliza apenas para atender ligações de voz ou vídeo. Orton, 81, sabe utilizar as funcionalidades básicas de seu smartphone — como fazer e atender ligações, enviar mensagens e navegar nas redes sociais — e se preocupa com Maria pois tem atividades individuais fora de casa rotineiramente. O casal mora em uma casa térrea grande, em um bairro no interior de Bauru - SP. As filhas mais velhas do casal moram na mesma cidade, e a filha mais nova morava com eles. Após a mudança de endereço da filha mais nova para outra cidade, o casal passou a morar sozinho. Diante da necessidade de segurança e de melhorar a comunicação com seus filhos, foi decidido utilizar dispositivos inteligentes para a adaptação do ambiente residencial.

4.2 Dispositivos Implantados

A assistente de voz *Alexa*, da Amazon, foi configurada para se conectar às luzes inteligentes da casa, permitindo ligar e desligar através de comandos de voz. Ao ser configurada, também fornece opção de realizar chamadas de voz e vídeo com comandos simples. A assistente de voz está integrada a um *smart speaker* da Amazon, a *Echo Dot* de 3ª geração, e foi posicionada inicialmente na cozinha da casa, podendo ser transportada conforme a necessidade para demais cômodos como a sala ou o quarto. Também, está configurada para estar conectada aos *smartphones* do casal, permitindo acionamento por voz em todo o ambiente residencial e garantindo que Maria terá acesso às suas funcionalidades mesmo se o esposo não estiver em casa. Para a iluminação da casa, foram escolhidas lâmpadas inteligentes, que podem ser acionadas através da assistente de voz ou diretamente pelo aplicativo do celular. As lâmpadas são instaladas diretamente nos soquetes tradicionais da casa e foram colocadas na sala de estar e no escritório, onde o esposo costuma passar a maior parte do dia.

Além destas lâmpadas, também foram escolhidas para compor o sistema uma dupla de lâmpadas com sensor de movimento integrado, pensadas para as áreas de locomoção noturna da casa, instaladas no corredor que interliga os quartos ao

banheiro e na cozinha. O modelo escolhido é de LED, tem um formato quadrado de aproximadamente 15 (quinze) centímetros de lado. É acionado apenas em condições de baixa luminosidade, não gastando energia no período diurno. Ademais, é colocado diretamente na tomada, eliminando a necessidade de repor pilhas ou baterias. Para a segurança da casa, foi decidido adquirir e instalar um videoporteiro. O modelo escolhido (figura 8) possui um monofone, tela integrada para visualizar as imagens da câmera de segurança e um trio de botões para acionar o portão eletrônico e mudar a visualização de imagem em até duas câmeras instaladas no ambiente externo. A instalação do aparelho foi feita na cozinha, um dos ambientes mais utilizados na casa durante o dia.



Figura 8 - Videoporteiro da Intelbras com monofone integrado
(Fonte: Intelbras, 2022)

Durante a escolha do aparelho, foi levantada a hipótese de aquisição de um videoporteiro *wi-fi*, que foi rejeitada pois a interface deste dispositivo e o esquema de fechaduras não pareceram se adequar ao cotidiano do casal, pois possuem características modernas como a ausência de chaves convencionais e a necessidade da utilização do aplicativo no smartphone, elevando a curva de aprendizado e trazendo insegurança. Integrado ao videoporteiro, o portão social da garagem recebeu uma fechadura elétrica compatível com o modelo da Intelbras (figura 9), viabilizando o controle do acesso ao quintal da casa através do painel integrado do videoporteiro. A fechadura foi instalada em um portão eletrônico que já estava instalado.



Figura 9 - Fechadura elétrica compatível com videoporteiro
(Fonte: Intelbras, 2022)

De maneira análoga à situação do videoporteiro, foi sugerido a aquisição (neste caso, um módulo complementar) de um acionador inteligente de portão, que possibilita a abertura remota via aplicativo — por toque ou voz — do portão social. O casal demonstrou desconforto em relação ao acionador, que foi cortado da adaptação. Ainda na parte externa da casa, duas câmeras inteligentes foram instaladas, fornecendo visão do lado de fora do portão social e da parte lateral da casa, que fica em uma esquina. As câmeras foram conectadas ao videoporteiro, que é acionado e emite som sempre que alguém toca à campainha. Também, foram cadastradas no aplicativo dos *smartphones*, permitindo o monitoramento da área exterior da residência de forma remota, mesmo quando não há ninguém em casa. A distribuição dos dispositivos adquiridos está ilustrada na figura 10, que combina um levantamento arquitetônico simplificado da residência e aponta a posição de cada um dos elementos descritos.

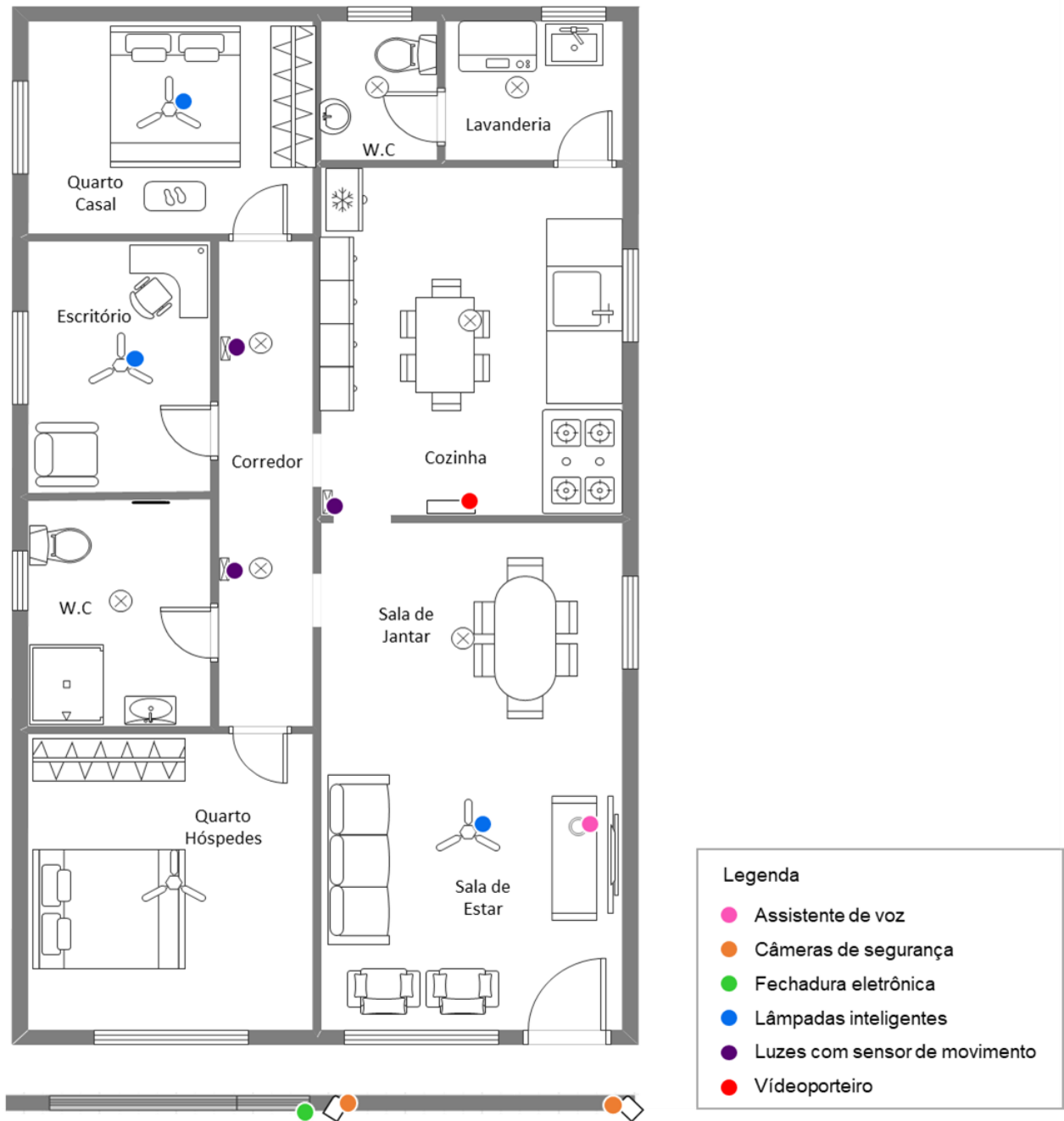


Figura 10 - Representação visual da distribuição de dispositivos inteligentes na residência
(Fonte: autor)

Os custos da implementação estão discriminados na tabela 2, totalizando R\$2.410,50 (dois mil quatrocentos e dez reais e cinquenta centavos).

Tabela 2 - Custos com dispositivos implementados

Item	Quantidade	Valor unitário	Subtotal
Assistente de voz	1	R\$350,00	R\$350,00
Câmera de segurança	2	R\$500,25	R\$1.000,50
Fechadura elétrica	1	R\$200,00	R\$200,00
Lâmpada inteligente	3	R\$40,00	R\$120,00
Lâmpada com sensor de movimento	3	R\$80,00	R\$240,00
Videoporteiro	1	R\$500,00	R\$500,00
Total			R\$2.410,50

4.3 Interação com o Sistema

As interfaces para acessar os dispositivos estão centralizadas no *software SmartThings*, da Samsung. A aplicação foi escolhida dentre as opções disponíveis no mercado para controlar os dispositivos inteligentes devido à gratuidade, simplicidade das interfaces e segurança das informações coletadas pela aplicação. Com aplicativo para dispositivos móveis instalado em seu celular, Orton pode identificar e controlar as lâmpadas inteligentes instaladas no quarto do casal, no escritório e na sala de estar. Também, pode acessar as imagens e fazer a vigilância das câmeras. Dentro de casa, a assistente de voz e o videoporteiro se destacam, permitindo controlar as luzes através da voz e identificar visitantes e abrir o portão sem se deslocar até a parte externa da casa.

4.4 Adaptação

A aceitação e usabilidade dos dispositivos integrados à residência se demonstrou diferente entre os dois idosos, principalmente devido à falta de costume em lidar com tecnologia enfrentada pela esposa. O videoporteiro, por sua interface simples e similar a um telefone de gancho tradicional, possibilitou à Maria utilizar suas funções primordiais como atender às chamadas na campainha da casa, visualizar as imagens através das câmeras e abrir o portão social da garagem através de um botão. A maior dificuldade encontrada, neste quesito, foi se acostumar com a ordem e função atribuída a cada um dos botões. Outras dificuldades ficaram focadas em Orton, que precisou entender os fluxos de utilização do *SmartThings* para lidar, principalmente,

com as luzes do escritório e para reconectar a assistente de voz em caso de perda de conexão ou descarregamento do *speaker*. Após algumas semanas de uso, foi observada uma diminuição considerável na dificuldade em utilizar as funções relativas à iluminação, mas ainda são necessários esforços para compreender e entender de forma mais clara o fluxo de conexão da assistente de voz. Em relação à visualização remota das imagens das câmeras, houve uma surpresa positiva, pois não foi relatado dificuldade na navegação pela interface do *SmartThings*.

4.5 Resultados

Maria relata se sentir mais segura após a instalação das câmeras e do videoporteiro. Por morar apenas com o esposo, em alguns momentos do dia ela fica sozinha em casa, e através do painel do videoporteiro é possível monitorar de forma fácil quem está em frente da casa. Além disso, com a acessibilidade fornecida pelo assistente de voz, ela consegue realizar ligações de forma simples e rápida, conseguindo falar com os filhos no dia a dia de forma descomplicada, coisa que até então dependia da ação do esposo para efetivar a ligação, ou que os filhos entrassem em contato por primeiro. Para Orton, a instalação da fechadura eletrônica tornou o dia a dia mais prático, pois permite abrir o portão social com um único botão para passeios rápidos e rotineiros, como uma ida à padaria ou aos ensaios da banda (sem a necessidade de levar o molho de chaves). Também se sente mais seguro quando, eventualmente, Maria fica sozinha em casa, pois pode conferir as câmeras da área externa da casa em qualquer lugar. As lâmpadas inteligentes parecem ter surtido mais efeito no escritório, onde foi possível adaptar a iluminação para propiciar uma leitura mais confortável. Para a sala, fica a praticidade de ligar a luz de qualquer lugar da casa. As luzes com sensor de movimento trouxeram satisfação quanto à praticidade e eficiência, proporcionando um caminho guiado e seguro aos principais ambientes acessados durante o período noturno.

De forma geral, a adaptação agregou valor sob o viés da segurança física — preocupação que motivou o casal a aceitar e tentar aplicar mudanças para adaptar o ambiente — e trouxe facilidades ao ambiente. Além disso, abre porta para melhorias futuras após um processo adaptativo que inseriu estes dispositivos inteligentes no dia a dia.

Considerações finais

A domótica, também chamada automação residencial, apresenta-se como uma importantíssima implementação para o lar de uma pessoa idosa. A CI combinada ao IoT forma um alicerce capaz de gerar benefícios para a residência de pessoas com mais de 65 anos como o aumento da autonomia dos moradores e evitar mudanças atiradas para casas de repouso ou lares de idosos, além de prevenir demais mudanças drásticas de ambiente que podem gerar patologias como ansiedade, depressão, sensação de abandono e sensação de falta de pertencimento.

Adaptar o ambiente doméstico para um idoso significa dar a ele maior controle sobre sua própria vida, melhorando a segurança, o conforto e a independência. Assim, aumenta-se também a qualidade de vida e a felicidade do indivíduo, que não se sente incapaz ou um fardo para os familiares. Para tal feito, é de suma importância escolher de maneira específica os programas, interfaces e dispositivos que irão compor o ecossistema inteligente que será implementado na residência dessa pessoa. Devem ser levados em consideração fatores como a curva de aprendizado, a familiaridade com interfaces e métodos de acionamento do sistema e as deficiências ou restrições físicas e ou cognitivas que podem acometer o idoso. Neste âmbito, a IoT contribui para trazer soluções financeiramente acessíveis (através do *software* de código aberto) e inteligentes para o cotidiano do idoso, que pode acessar as funcionalidades do sistema através de interfaces já conhecidas por ele (como *smartphones*) ou até mesmo interfaces simplificadas que reconhecem comandos de voz, como é o caso das assistentes de voz. As assistentes de voz permitem maior acessibilidade ao sistema, principalmente para os casos de usuários com incapacidades ou restrições físicas.

No cenário internacional e nacional, nota-se necessidade de *softwares* com enfoque em interfaces acessíveis e simplificadas, específicas para o público da melhor idade, ao passo que os “novos idosos” são pessoas com afinidade cada vez maior com a tecnologia e são, assim, capazes de interagir sem maiores dificuldades com os sistemas desenvolvidos para o público em geral. Com uma implementação bem-sucedida do sistema, o idoso pode usufruir de benefícios como comodidade, conforto, segurança e pode ter em suas mãos, ou até mesmo na ponta da língua, ferramentas para ajudar a superar as barreiras físicas ou cognitivas que podem trazer impacto em suas atividades diárias.

Os objetivos propostos, portanto, foram satisfeitos pois foi possível realizar uma implementação descomplicada, conhecer o mercado e confirmar que há benefícios fidedignos advindos da implementação da automação residencial com IoT para o lar de um idoso que busca permanecer em sua casa, de forma independente.

Entre as contribuições a serem desenvolvidas em futuros estudos, destaca-se a personalização e refinamento de *softwares* centralizadores de código aberto, a fim de atender de maneira específica o público idoso, implementando navegabilidade descomplicada, sendo capaz de manter a modularidade do sistema e a

compatibilidade com dispositivos e fabricantes diversos para torná-lo acessível e com alto nível de customização.

Conclui-se, desta maneira, que a domótica integrada à internet das coisas permite que o idoso consiga melhores condições de permanecer em sua residência (onde há apego emocional e material), preservando sua independência, dignidade e potencializando a qualidade de vida. Ainda, destaca-se a necessidade de expandir as pesquisas e serviços voltados de maneira específica para os idosos, para permitir que uma fatia maior do público-alvo possa ter acesso à automação residencial inteligente e assim consiga usufruir dos benefícios de sua implementação.

Referências

MORRIS, M. E.; ADAIR, B.; MILLER, K.; OZANNE, E.; HANSEN, R.; PEARCE, A. J.; SANTAMARIA, N.; VIEGAS, L.; LONG, M.; SAID, C. M. **Smart-Home Technologies to Assist Older People to Live Well at Home**. Journal of Aging Science, v. 1, 2013.

KALACHE, A., KICKBUSCH, I. **A global strategy of healthy aging**. World Health 50th Year, No. 4, July-August 1997, 50 (4): 4-5.

YOSHIDA, D. M; BOTURA JUNIOR, G. **Domótica, Inteligência Artificial e Internet das Coisas na Habitação Destinada aos Idosos**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v.4, p. 37-51, 2016.

YOSHIDA, D.M. **Instrumento para avaliar a acessibilidade espacial na habitação destinada a moradores idosos**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2017.

MATIAS, J. F. V. **Envelhecer em Casa – A Casa Inteligente**. Dissertação (Mestrado). Mestrado Integrado em Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2019.

GUERRA, H. N. S. **Automação residencial usando Software OpenHab**. Trabalho de conclusão de curso de engenharia de controle e automação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2021.

RIBEIRO, C. E. **Domótica: Viabilidade da automação residencial**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (TCC) em Engenharia Elétrica, Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2018.

FRANÇA, A. L.; CAMPOS, V.A. **Automação residencial aplicada para idosos e portadores de necessidades especiais**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) em Engenharia Elétrica, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

AGNELLI, L. B. **Avaliação da acessibilidade do idoso em sua residência**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Terapia Ocupacional, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2012.

THOBER, E. R.; CREUTZBERG, M.; VIEGAS, K. **Nível de dependência de idosos e cuidados no âmbito domiciliar**. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 58, p. 438-43, 2005.

SOUZA, M. V. D. **Domótica de baixo custo usando princípios de IoT**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Software, Instituto Metrópole Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

DISCHINGER, M.; ELY, V. H. M.B.; PIARDI, S. M. D.G. **Promovendo Acessibilidade Espacial nos Edifícios Públicos**: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público. 1ª edição. Florianópolis: MPSC, 2014.

MADAKAM, S. **Internet of Things: Smart Things**. International Journal of Future Computer and Communication, v. 4, p. 250-53, 2015.

ROSE, K.; ELDRIDGE, S.; CHAPIN, L. **The Internet of Things: An Overview**. The Internet Society, 2015, p. 1-50.

PATEL, K. K.; PATEL, S. M.; SCHOLAR, P. **Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges**. International journal of engineering science and computing, v. 6, p. 6122-131, 2016.

ENVELHECIMENTO. Nações Unidas, 2021. Disponível em: <<https://unric.org/pt/envelhecimento/>>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

BARBOSA, M. **97% dos idosos acessam a internet, aponta pesquisa da CNDL/PSC Brasil**. Varejo AS, 2021. Disponível em: <<https://cndl.org.br/varejosa/numero-de-idosos-que-acessam-a-internet-cresce-de-68-para-97-aponta-pesquisa-cndl-spc-brasil/>>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

RODRIGUES, M.; GRANDIN, F. **Brasil tem 4,3 milhões de idosos vivendo sozinhos; coronavírus muda rotinas e impõe desafios**. G1, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fique-em-casa/noticia/2020/03/27/brasil-tem-43-milhoes-de-idosos-vivendo-sozinhos-coronavirus-muda-rotinas-e-impoe-desafios.ghtml>>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

SOLOVYOVA, V. **IoT for Seniors: How Technology Improves Quality of Life for the Elderly**. Softeq, 2020. Disponível em: <<https://www.softeq.com/blog/iot-for-seniors-how-technology-improves-quality-of-life-for-the-elderly>>. Acesso em: 18 de nov. de 2022.

OPENHAB FOUNDATION. OpenHAB Foundation, 2022. Página inicial. Disponível em: <<https://www.openhabfoundation.org/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2022.

CASA INTELIGENTE. Intelbras, 2022. Disponível em <<https://www.intelbras.com/pt-br/casa-inteligente>>. Acesso em: 24 de nov. de 2022.

QUANTO CUSTA PARA AUTOMATIZAR A CASA? Positivo, 2021. Disponível em: <<https://blog.positivocasainteligente.com.br/quanto-custa-automatizar-casa/>>. Acesso em: 26 de nov. de 2022.

QUANTO CUSTA UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL? Kosten-Haus, 2021. Disponível em: <<https://kostenhaus.com.br/artigo/automacao-residencial-preco>>. Acesso em: 26 de nov. de 2022.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 157, p. 59-64, 15 ago. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

PACETE, L. G. **Montar uma casa inteligente: quanto custa e do que você precisa?** Forbes, 2022. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/03/quanto-custa-montar-uma-casa-inteligente-no-brasil/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2022.

ROSE, K.; ELDRIDGE, S.; CHAPIN, L. **The Internet of Things: An Overview.** The Internet Society, 2015, p. 1-50.

PATEL, K. K.; PATEL, S. M.; SCHOLAR, P. **Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges.** International journal of engineering science and computing, v. 6, p. 6122-131, 2016.

BOSS, G.; MALLADI, P.; QUAN, D.; LEGREGNI, L.; HALL, H. **Cloud Computing.** IBM Paper, outubro, 2007.

COMO A ALEXA FUNCIONA? Amazon, 2022. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/b?ie=UTF8&node=21215956011>>. Acesso em: 03 de dez. de 2022.

TEIXEIRA, J. F. **O que é inteligência artificial.** 3ª edição. e-galáxia, 2019.

O QUE É IA? SAIBA MAIS SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. Oracle, 2022. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/>>. Acesso em: 03 de dez. de 2022.