



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**



LORRAINE PRISLEY AMARAL DE SOUZA

**APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE LEITOS INTELIGENTES USANDO
UMA SKILL NA AMAZON ALEXA PARA AUTONOMIA DOS
PACIENTES INTERNADOS**

Uberlândia
2023

LORRAINE PRISLEY AMARAL DE SOUZA

**APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE LEITOS INTELIGENTES USANDO
UMA SKILL NA AMAZON ALEXA PARA AUTONOMIA DOS
PACIENTES INTERNADOS**

Trabalho apresentado como requisito parcial de avaliação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Sérgio Ricardo de Jesus Oliveira

Assinatura do Orientador

Uberlândia
2023

Dedico este trabalho aos meus pais que, desde sempre, me ensinaram o valor da educação, sempre com muita paciência e amor, me mostraram a verdade e o caminho certo a seguir, acreditando em mim quando eu mesma duvidei, que não há limites para a busca de um sonho, para se querer sempre mais da vida e ser feliz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, exatamente da maneira que foi, durante todos os meus anos de estudos.

A todos os professores e orientadores, que contribuíram com a minha formação acadêmica, profissional e ainda proporcionaram o conhecimento necessário de ser quem sou hoje, sem vocês eu nada seria.

A Max que em especial, esteve ao meu lado durante essa graduação, me resgatando e me mostrando o quanto eu poderia ser capaz, obrigada por todos os risos e ansiedades compartilhadas nessa caminhada UFU, você tem todo o meu coração e admiração.

Aos meus amigos e todos os outros que estiveram ao meu lado durante todo esse curso, vocês foram pilares fundamentais em determinados momentos, dos quais jamais vou esquecer, obrigada por toda amizade e apoio, vocês se tornaram e são família.

À Faculdade de Engenharia Elétrica e a todo o corpo docente, que me proporcionaram muito mais do que uma formação em engenharia, mas também a me fortalecer e me preparar para o mercado de trabalho.

À meu orientador prof. Doutor Sérgio Ricardo de Jesus Oliveira, principalmente por toda paciência e compreensão, sua dedicação foi fundamental para esse projeto. Sem as suas orientações, não seria nada, os seus conhecimentos acrescentaram muita qualidade para o fim deste trabalho.

A Hilda Rosa (in memoriam) que foi e sempre será minha querida avó, sua presença foi essencial para minha vida.

Por fim, aos meus pais que tanto amo, Eliane e Wilmar, ao meu irmão Chardouglas e aos meus familiares, que são a parte mais importante de mim, vocês foram e são o incentivo, apoio, força, coragem e amor em todos os momentos da minha vida. Gratidão e amor eterno.

RESUMO

Neste trabalho foi desenvolvido uma *Skill* em uma assistente virtual por voz Alexa utilizando ferramentas de internet das coisas IoT, com principal objetivo trazer maior segurança, qualidade e autonomia para pacientes em leitos hospitalares. A Alexa foi desenvolvida pela Amazon com inteligência artificial por comando de voz. O sistema foi construído utilizando o aplicativo Sinric Pro, um microcontrolador ESP32, sensor de temperatura DHT11, led e uma chave momentânea. O sistema proporciona que o usuário realize funções de hotelaria hospitalar somente pelo comando de voz sendo eficiente a qualquer perfil de usuário, desde a criança até idosos. O maior objetivo da construção desse trabalho foi voltado ao quesito de risco de quedas de pacientes em um estabelecimento assistencial de saúde, então, pensando nisso, foram abordadas estratégias que monitorem o paciente em um leito hospitalar. A solução proposta forneceu todos os resultados esperados, tornando essa tecnologia possível de implementação em grande escala, resultando em um ambiente hospitalar totalmente conectado com a assistente virtual inteligente.

Palavras-chave: Assistente Virtual Por Comando De Voz, Amazon Alexa, *Skill*, Segurança do Paciente, Sinric Pro, *Intent*, *Slot*, DHT11, ESP32, Internet das coisas IoT.

ABSTRACT

In this work, a Skill was developed in a virtual voice assistant Alexa using IoT IoT tools, with the main objective to bring greater safety, quality and autonomy to patients in hospital beds. Alexa was developed by Amazon with artificial intelligence by voice command. The system was built using the Sinric Pro application, an ESP32 microcontroller, DHT11 temperature sensor, led and a momentary switch. The system allows the user to carry out hospital hospitality functions only by voice command, being efficient for any user profile, from children to the elderly. The main objective of the construction of this work was focused on the question of risk of falls of patients in a health care establishment, so, with that in mind, strategies were addressed that monitor the patient in a hospital bed. The proposed solution provided all the expected results, making this technology possible for large-scale implementation, resulting in a hospital environment fully connected with the intelligent virtual assistant.

Keywords: Virtual Assistant By Voice Command, Amazon Alexa, Skill, Patient Safety, Sinric Pro, Intent, Slot, DHT11, ESP32, Internet of Things IoT.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Objetivos específicos	15
Figura 2: Identificação de Riscos em um EAS	18
Figura 3: Opção usada no hospital para chamar a enfermeira	19
Figura 4: Fluxograma de ação para riscos de queda	20
Figura 5: Números de notificações por estado	22
Figura 6: Tipos de incidentes notificados	23
Figura 7: Notificação por tipo de serviço de saúde Hospital	24
Figura 8: Notificação por tipo de serviço de saúde UPA	25
Figura 9: Notificação por tipo de serviço de saúde Hemodiálise	26
Figura 10: Notificação por tipo de serviço de saúde Ambulatório	27
Figura 11: Notificação por tipo de serviço de saúde Clínicas	28
Figura 12: Notificação por tipo de serviço de saúde Outros	29
Figura 13: Classificação dos incidentes notificados	30
Figura 14: Distribuição do grau do dano	31
Figura 15: Tabela de notificações de never events	32
Figura 16: Linha do tempo segurança do paciente	34
Figura 17: Causas de febre de origem indeterminada (FOI)	39
Figura 18: Pinagem do microcontrolador ESP32	46
Figura 19: Estrutura do Sinric Pro	50
Figura 20: Interação do usuário e um assistente virtual	51
Figura 21: Estrutura de funcionamento da assistente virtual	56
Figura 22: Categorias de <i>Skill</i> na Amazon Alexa	58
Figura 23: <i>Skill</i> disponíveis para o uso na Amazon Alexa	59
Figura 24: Estrutura do diálogo	61
Figura 25: Componentes usados no projeto	68
Figura 26: Esquemático do projeto	70
Figura 27: Projeto funcionando	71
Figura 28: Personalização da <i>Skill</i>	72
Figura 29: Intents da <i>Skill</i>	73
Figura 30: Código da <i>Skill</i> do projeto	74
Figura 31: Fase de teste do código	75

Figura 32: Rotinas no app mobile da Alexa	76
Figura 33: Dispositivos no Sinric Pro	77
Figura 34: Diagrama do sistema do projeto	78
Figura 35: Linha do tempo do projeto	79
Figura 36: Vídeo no youtube dos resultados	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros de temperatura ambiente e umidade	37
Tabela 2: Requisitos do sistema	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

API - Interface de Programação de Aplicação

ASR - Reconhecimento Automático de Fala

ATP - Adenosina Trifosfato

BPM - Batimentos Por Minuto

EA - Evento Adverso

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde

EBSERH - Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares

EPIs - Equipamentos de Proteção Individual

IoT - Internet das Coisas

MS - Ministério da Saúde

NOTIVISA - Sistema de Notificações de Vigilância Sanitária

NR - Normas Regulamentadoras

NRU - Compreensão de Linguagem Natural

NSP - Núcleo de Segurança do Paciente

OMS - Organização Mundial de Saúde

PNSP - Plano Nacional de Segurança do Paciente

RDC- Resolução da Diretoria Colegiada

SpO2 - Saturação de Oxigênio

SUS - Sistema Público de Saúde Brasileira

TTS - Text to Speech

VIGIHOSP - Sistema de Vigilância em Saúde e Gestão de Riscos Assistenciais Hospitalares

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Contextualização e justificativa	9
1.2. Objetivos de pesquisa	14
1.2.1. Justificativa do tema	14
1.2.2. Objetivos do estudo	14
2. DESENVOLVIMENTO	17
2.1. Internação de pacientes	17
2.1.1. Risco de quedas	17
2.1.2. Segurança do Paciente	33
2.2. Sensores e parâmetros de monitoramento	35
2.2.1. Sensor de temperatura ambiente	35
2.2.2. Sensor de temperatura corporal	37
2.2.3. Sensor de oximetria	40
2.2.4. Cédula de carga	43
2.3. Microcontrolador ESP32	44
2.4. Internet da coisas - IoT	46
2.5. Sirinc Pro	48
2.6. Assistente virtual com interface de voz	50
2.7. Assistente virtual Inteligente	53
2.7.1. Estrutura da assistente virtual	55
2.7.2. <i>Skill</i> na Amazon Alexa	57
3. TRABALHOS SIMILARES	63
3.1. <i>Skill</i> desenvolvida na Amazon Alexa	63
3.2. Automatização de Residencial	64
3.3. Aplicações com interface de voz com assistente virtual	64
4. RESULTADOS	66
4.1. Levantamento de requisitos	66
4.2. Desenvolvimento do sistema	67
5. CONCLUSÃO	80
6. TRABALHOS FUTUROS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICE A - VIDEO DOS RESULTADOS	89

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo seguem todas as justificativas e contextualização para fundamentar o aspecto social e problemática analisadas para o desenvolvimento da solução proposta.

No tópico 1.1 é abordado sobre a contextualização e justificativa de segurança dos pacientes, eventos adversos e instituições das quais fundamentam as variáveis importantes para o tema.

O tópico 1.2 é correspondente aos objetivos específicos e gerais do projeto, definindo os passos abordados no projeto.

1.1. Contextualização e justificativa

A segurança de pacientes assistidos é um dos problemas mais abordados dentro de estabelecimentos de saúde assistenciais (EAS) e em instituições de saúde em todo o mundo. É uma rotina de instituições de saúde estarem sempre atentos em melhorias e soluções para obter os cuidados aos pacientes e mesmo com todos os cuidados é comum notificações de erros nesses processos, que podem causar danos simples ou muito graves à saúde do paciente (World Health Organization, 2009).

As instituições de saúde trabalham com a probabilidade que pode acontecer algum erro no atendimento ou tratamento de pacientes, mesmo que o objetivo seja proporcionar ao paciente o melhor cuidado, é potencializado a ação desse erro acontecer devido a prestação de serviço estar associada às complexas interações que dependem de fatores externos e internos entre seres humanos, equipamentos, medicações, instalações, mão de obra, dentre outros (SILVA et al., 2016).

Um dos principais focos nas soluções de problemas envolvendo a segurança dos pacientes internados é a investigação para averiguar quais foram os eventos que desencadearam essas notificações. Porém, a falta de investimentos e recursos em instituições de saúde básicas para a população dificultam esse processo.

Posto isso, é importante ressaltar que a Organização Mundial de Saúde (OMS) foi responsável por fundar uma equipe de trabalho de especialistas internacionais na área de segurança do paciente com o intuito de divulgar as grandes falhas de conhecimento nessa área de pesquisa (World Health

Organization, 2009).

A classificação de como descrever as notificações dos eventos adversos foi determinada através do nível de gravidade do impacto e a frequência das mesmas, das quais, alteram a segurança do paciente (SILVA et al., 2016).

O estudo da OMS proporcionou que países em desenvolvimento e em transições priorizassem a criação de soluções eficientes e acessíveis estando coligados ao custo efetivo e a táticas para reduzir os riscos ao paciente. Um dos pontos relevantes nesse estudo também está associado à gestão de tecnologias em saúde que resultam na abordagem de custo, assertividade, especializações, hábitos de segurança, indicadores de segurança, tecnologia e sistemas de informação de saúde, fatores humanos em dispositivos e seus eventos adversos (World Health Organization, 2009).

A Joint Commission (JOINT, 2014), é uma organização de acreditação de unidade de saúde, é uma comissão que complementa-se sobre a classificação de ocorrência de eventos adversos em seus hospitais. Os maiores índices de ocorrências foram relacionados a equipamentos médicos, dos quais poderiam ter soluções para evitar essas ocorrências com a implementação da gestão de tecnologias de saúde com foco em seus possíveis riscos inerentes.

Essas abordagens de gestão de tecnologias em saúde, como também a gestão hospitalar, são necessárias para melhorar o cuidado com o paciente, mas também deve-se se atentar às novas abordagens que proporcionam e oferecem maior segurança, autonomia, qualidade, conforto e amparo para o paciente (ANDRADE et al., 2018).

A autonomia dos pacientes em leitos hospitalares conta com algumas estratégias atualmente usadas nos hospitais. Porém, ela está principalmente coligada a boa gestão de uma unidade hospitalar e a qualidade do ambiente de trabalho de sua equipe, pois é imprescindível uma boa gestão organizacional de toda a estrutura de trabalho que esteja relacionada ao cuidado direto com o paciente, e isso resulta em uma maior qualidade e segurança no cuidado e atendimento do paciente (BATISTA, 2005).

Dentre as inúmeras estratégias que vêm sendo implementadas para aumentar a satisfação dos pacientes e também a sua segurança e qualidade em seus atendimentos em estabelecimentos assistenciais de saúde, é importante

ressaltar que, uma grande ferramenta de uso está ligada à hotelaria hospitalar (BATISTA, 2005).

A Hotelaria hospitalar tem como principal objetivo a qualidade associada à gestão hospitalar e a humanização, por meio da construção de um ambiente em que pacientes e acompanhantes sintam-se confortáveis e seguros durante seu atendimento.

A humanização hospitalar é uma crescente tendência atual, se preocupando com a assistência em saúde, propiciando uma satisfação maior para todos os envolvidos em um EAS, um atendimento humanizado, é personalizado e realizado com sensibilidade para gerar empatia entre profissionais de saúde, pacientes e familiares, e ainda, enfatiza a necessidade de mudança nos hospitais tanto em estruturas físicas como em estruturas de processos internos, e isso promove e corrobora uma maior satisfação e qualidade no atendimento dos pacientes (SILVA et al., 2016).

A qualidade no atendimento ao paciente está associada diretamente com hospitais acreditados, com a boa gestão do ambiente de trabalho hospitalar, atendimento eficiente e assertivo, profissionais qualificados e capacitados, protocolos de atendimentos transparentes, entre várias outras abordagens e estratégias que podem contribuir para a melhoria da saúde e satisfação de seus pacientes.

Diante disso, a realidade no país para sua população, é o sistema público de saúde brasileira (SUS), que por sua vez, conta com baixo capital de investimento, poucos equipamentos de saúde, pouca mão de obra, resultando em grande parte de profissionais da área de saúde muito sobrecarregados de suas funções, filas de espera enormes para realizar o atendimento ao paciente e pouca assertividade de gestão hospitalar (ANDRADE et al., 2018).

Dessa forma, a estrutura do SUS é limitada e o resultado não é eficiente em relação às políticas e estratégias de segurança e qualidade para os pacientes assistidos (ANDRADE et al., 2018).

É importante destacar dentro os eventos adversos comumente notificados, um dos mais preocupantes em unidades de saúde, é o risco de quedas de pacientes. É essencial que uma instituição de saúde tenha um índice muito baixo de risco de quedas em pacientes internados, pois acidentes desse tipo podem provocar

lesões graves em pacientes já hospitalizados.

Algumas das consequências mais comuns que esses acidentes podem resultar para o paciente são: traumas teciduais de diferentes intensidades, retirada inadequada de medicamentos ou equipamentos colocados no paciente, piora no quadro clínico do paciente, óbito, dentre outros.

Diante disso, é fundamental tanto para a imagem da instituição de saúde como para o paciente que, tal evento adverso seja muito bem policiado pela equipe responsável pelo tratamento do paciente hospitalizado. A equipe que fica responsável por garantir esse cuidado ao paciente em instituições de saúde são os enfermeiros, dos quais em suas responsabilidades devem sempre se atentar e certificar que o paciente está bem em seu leito, é importante ressaltar que em muitos hospitais existe a cultura de educação do paciente, onde o enfermeiro ensina tudo do leito e o processo de internação para o paciente, remediando possíveis problemas e eventos adversos.

Porém, em muitos casos de eventos adversos em um hospital, são necessárias mais alternativas para evitar ou remediar esses problemas, então, desse modo é fundamental cada vez mais a criação de tecnologias de saúde que proporcionem uma melhoria assertiva na solução de problemas como os mencionados anteriormente, no sistema de saúde básico e também suas implementações em demais unidades hospitalares no Brasil.

Com a implementação de novas tecnologias em saúde, é possível visualizar novas formas de realizar o trabalho em um hospital, bem como a redução de tempo em realizações de exames, auxílio em novas abordagens de tratamentos e procedimentos, dispositivos, medicamentos, vacinas, sistemas desenvolvidos para a solução de problemas de saúde e melhor qualidade de vida. Assim como em todos os âmbitos da sociedade, é fácil perceber que a tecnologia de informação disponibiliza recursos capazes de serem manejados para diferentes práticas durante um processo de aplicação em saúde.

Desse modo, com todo argumento anterior, foi proposto como solução para essas problemáticas de eventos adversos, o desenvolvimento de um sistema com interface de interação. Os equipamentos e dispositivos são usados por usuários através de construções de novas ferramentas e, em contrapartida, a interação por voz, é uma ferramenta desenvolvida que pode ser implementada e associada a

qualquer equipamentos já existente, a interação por voz é algo mais dinâmico para o usuário e interativo, dessa maneira, o objetivos dessa interação é facilitar e otimizar o tempo das pessoas em interagir com essas tecnologias.

A arquitetura do sistema dessa tecnologia se baseia em reações humanas diante da interação por voz. Assim, o sistema entrega sempre ao usuário resultados de suas próprias demandas, aceitando que o usuário efetue buscas ou interaja em aplicações tudo através de comandos de voz. “A utilização de fala na interface de um sistema computacional tem inúmeras vantagens, tais como, diminuição do tempo de formação e adaptação do utilizador, aumento de produtividade e ampliação do universo de utilização a pessoas menos especializadas ou com necessidades especiais” (ALENCAR et al., 2013).

Atualmente, uma das empresas que criaram um sistema muito conhecido no mercado em tecnologias por interação de comando de voz é a empresa Amazon, criando e lançando no mercado a assistente virtual Alexa (AMAZON, 2022). A Alexa é uma assistente virtual que proporciona apoio às atividades básicas diárias dos usuários como funções de cronômetro, busca de informações, etc. E também em atividades mais complexas com o auxílio de *Skill*, que são habilidades que o sistema da Amazon permite que o usuário implemente em sua assistente virtual, como uma *Skill* para controle de lâmpadas inteligente, ou uma *skill* para controle de tomadas inteligentes, dentre várias outras disponíveis na plataforma.

As *skills* deram origem a um espaço automatizado e focado em sua grande parte residencial, tornando ambientes residenciais controlados à distância pelo celular ou dentro de seus ambientes pela assistente virtual por comandos de voz. Mas também, o site da Amazon conta com uma lista gigante de *skill* para várias funções e aplicações. Dessa forma, o usuário pode baixar a aplicação disponível que desejar e associá-la à sua Alexa, e também fica disponível para o usuário ser um desenvolvedor e através do próprio site da Amazon ele pode tentar criar sua própria *Skill* (AMAZON, 2022).

Contudo, o mais interessante dessa tecnologia é o leque de oportunidades que ela proporciona para interagir com o sistema, criar modelagens que se comuniquem entre equipamentos já existentes e traçar novas estratégias para problemas comuns de determinada área de aplicação. Esse método de criação de soluções usando assistentes virtuais por comando de voz é uma tecnologia nova e

há poucos estudos bibliográficos, os quais utilizam somente sistemas embarcados por sensores e tecnologias de saúde.

Assim, esse projeto irá desenvolver uma solução que otimiza algumas funções realizadas por cuidados assistidos diretos por enfermeiros ao paciente. Esse sistema será desenvolvido com a construção de uma Skill na Amazon Alexa que contará com funções que proporcionam maior autonomia, qualidade e segurança para o paciente. Esse sistema terá interação com seu usuário, do qual terá algumas funções de hotelaria onde o paciente controlará a temperatura do ambiente e canais de televisão, também contará com funções fisiológicas informando nível de saturação, temperatura e batimentos cardíacos, o sistema também terá em suas funções um controlador de peso que poderá ser colocado no leito de cada paciente internado, dessa forma evitará riscos de queda de paciente e ainda poderá notificar ao enfermeiro responsável caso aconteça com acionamento de alarme, a solução proporcionará maior confiança, segurança, qualidade e autonomia para os pacientes internados, familiares e também a equipe de saúde responsável por garantir esses cuidados (FABRÍCIO et al., 2004).

1.2. Objetivos de pesquisa

1.2.1. Justificativa do tema

O objetivo foi desenvolver uma aplicação utilizando a assistente virtual inteligente Amazon Alexa, com o objetivo de fornecer opções mais atrativas, dinâmicas e autônomas para pacientes internados em unidades hospitalares, que proporcionam assim uma maior segurança para o paciente. Assim, foi construído um protótipo que seja capaz de realizar funções de automação em um leito hospitalar e também realizar a coleta de informações pertinentes ao paciente, como temperatura, controle do paciente no leito, e funções fisiológicas. Diante dessa finalidade, foram necessários seguir às devidas estratégias abordadas nos objetivos do estudo.

1.2.2. Objetivos do estudo

Para o objetivo específicos do estudo foram definidos os principais passos para o desenvolvimento do projeto que são:

- ❖ Modelar o sistema definindo suas funções e design de interação com o usuário;
- ❖ Realizar um levantamento dos requisitos do projeto.
- ❖ Construir um sistema responsável pela coleta de dados do sensor;
- ❖ Construir da área de interação de busca pelo usuário utilizando a assistente virtual Amazon Alexa, tendo a funcionalidade de solicitação e retorno;
- ❖ Definir e realizar a construção dos componentes eletrônicos utilizados na estrutura do sistema Sinric Pro;

Como mostrado na Figura 1, é possível visualizar os objetivos específicos do trabalho.



Figura 1. Objetivos específicos. **Fonte.** Autoria própria.

Diante disso, a divisão do conteúdo desse projeto segue a respectiva ordem: Divisão 1 é a parte introdutória sobre a construção do tema e solução proposta e na (seção 1.1) contendo a justificativa do tema e os objetivos necessários para o desenvolvimento do mesmo.

Sequencialmente, na divisão 2 o capítulo é responsável por conter toda a parte do desenvolvimento que fortalece toda a construção do trabalho, onde segue-se o tópico de interação de pacientes (tópico 2.1) com os subtópicos de riscos de quedas (subtópico 2.1.1) e segurança do paciente (subtópico 2.1.2), e sequencialmente tem-se o tópico sensores e parâmetros de monitoramento (tópico

2.2) dos quais tem seus subtópicos sensor de temperatura ambiente (tópicos 2.2.3.2), sensor de temperatura corporal (tópicos 2.2.3.1), sensor de oximetria (tópicos 2.2.1), cédula de carga (tópicos 2.2.2). Assim segue-se para os demais tópicos presentes no índice de desenvolvimento, microcontrolador ESP32 (tópico 2.3), Internet das Coisas - IOT (tópico 2.4), *Sinric Pro* (tópico 2.5), Assistente Virtual com interface de voz (tópico 2.6), assistente virtual inteligente (tópico 2.7), estrutura das assistentes virtuais (tópico 2.7.1), *Skills* na Amazon Alexa (tópico 2.7.2).

Na divisão do trabalho no capítulo 3 se encontram referências bibliográficas encontradas similares com a concepção da ideia do projeto pensando em projetos desenvolvidos usando dispositivos inteligentes e assistentes virtual assim temos, Desenvolvimento de *skill* classificadora de imagens para Amazon Alexa (seção 3.1), Integrando assistente pessoal Alexa e aplicativo de celular *Blynk* para o controle do ESP8266 NODEMCU em aplicações de automação em geral (seção 3.2) e por fim *Alexa, What Should I Eat? : A Personalized Virtual Nutrition Coach for Native American Diabetes Patients Using Amazon's Smart Speaker Technology* (seção 3.3).

No capítulo 4, se encontra o tópico responsável pela parte de resultados do trabalho e o todos os passos abordados e desenvolvidos, assim, tem-se o subtópico 4.1 que são abordados os levantamentos de requisitos do sistema e o tópico 4.2 responsável pela construção do sistema.

E por fim, seguem os últimos capítulos, o capítulo 5 corresponde a conclusão do trabalho, o capítulo 6 correspondente às alterações futuras e melhorias que poderão ser feitas e por fim, temos as referências usadas para estrutura e base de todos argumentos defendidos no trabalho e um apêndice A com um vídeo demonstrativo do sistema.

2. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo seguem todos os fundamentos e características de desenvolvimento e funcionamento de cada etapa e componente usado no trabalho.

No tópico 2.1 é abordado sobre a temática de internações de pacientes, expondo os principais processos que envolvem a internação em leitos hospitalares de pacientes, descrevendo sobre os principais riscos envolvidos nesse processo e parâmetros a serem considerados.

O tópico 2.2 é correspondente aos sensores escolhidos para o uso no projeto e todas suas especificações e meios de comunicação e interação com a tecnologia escolhida para implementar todas suas funcionalidades.

No tópico 2.3 engloba o microcontrolador usado no projeto ESP32, a seção 2.4 fala sobre a Internet das coisas IoT, na seção 2.5 é um tópico que aborda sobre o Sinric Pro, e na seção 2.6 descreve todas às fundamentação sobre a Assistente Virtual com interface de voz, e por fim, na seção 2.7 é responsável por descrever sobre assistente virtual inteligente.

2.1. Internação de pacientes

O processo de internação dos pacientes englobam uma série de ações e cuidados que os profissionais de saúde devem seguir para que o tratamento do paciente não tenha nenhum evento adverso, para que, possa prevenir qualquer dano na assistência à saúde do paciente (FAVARIN et al., 2012).

2.1.1. Risco de quedas

Em hospitais particulares a realidade é diferenciada quando comparado a hospitais públicos no Brasil, pois eles se apoiam em uma equipe de enfermagem bem capacitada e grande para assistir um fluxo reduzido de pacientes, também contam com recursos financeiros e tecnológicos que permitem um bom atendimento ao paciente (MILAGRES, 2015).

A realidade em uma rede pública de saúde, é que há protocolos regidos pelas implementações de leis, que regulamentam a qualidade e segurança de pacientes, assistidos em qualquer estabelecimento de saúde, porém em uma rede pública não

existem algumas ferramentas que, corroboram e facilitam a garantia dessas medidas para a segurança do paciente (LUZIA et al., 2018).

Um bom exemplo dessa realidade é que hospitais de rede privada, contam com protocolos de orientação ao paciente, para a prevenção de quedas nos leitos hospitalares, se fortalecendo de tecnologias de saúde, como é o caso, de alarmes acionados em leitos hospitalares ou camas inteligentes, ou até mesmo leitos hospitalares automatizados (COSTA et al., 2011). Um bom exemplo, de uso do protocolo de orientação ao paciente e avaliação dos riscos de quedas do paciente, é feita pelo enfermeiro e marcada no quadro de identificação no leito, podemos ver exemplos desses protocolos em uso conforme mostrado na Figura 2.

O diagrama apresenta um formulário de identificação de riscos em um EAS (Equipamento Assistencial de Segurança). No topo, há um ícone de um hospital e um ícone com a letra 'H'. Abaixo, há campos para 'LEITO:' e 'PACIENTE:'. Em seguida, há um campo para 'ALERGIA:'. Abaixo disso, há quatro ícones representando riscos: 'Risco de queda' (pessoa caindo), 'Risco de úlcera por pressão' (paciente na cama), 'Risco de Flebite' (paciente com cateter) e 'Risco de TEV' (paciente com cateter). No final, há um campo para 'OBSERVAÇÕES:'.

Figura 2. Identificação de Riscos em um EAS. **Fonte.** Autoria própria.

Sequencialmente, na Figura 3 é apresentado um modelo de alarme ou campanha, onde o enfermeiro deixa no leito do paciente e caso o mesmo necessite de algum cuidado ou ajuda basta acioná-lo.



Figura 3. Opção usada no hospital para chamar a enfermeira. **Fonte.** (MEDSYSTEM, 2022).

As imagens apresentadas, mostram alguns dos suportes de cuidados ao paciente para a prevenção do risco de quedas usados em hospitais privados, como a Figura 2 mostra uma campainha, que deve ser acionada para chamar a enfermagem caso necessário, esta campainha funciona com um mecanismo de mandar mensagem no computador do centro de enfermagem do setor, assim o enfermeiro percebe qual leito está acionando a campainha no momento exato em que for acionada (MILAGRES, 2015)(MEDSYSTEM, 2022).

Porém, a realidade de hospitais públicos exigem outros métodos para garantir esse protocolo de prevenção a segurança do paciente, na Figura 4 pode-se perceber um fluxograma, que representa a ação e conduta adotados em hospitais federais de grande porte pelo Brasil para o protocolo de risco de quedas do paciente (DE GOUVÊA et al., 2010).

UNIDADE DE ATENDIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE

Lorraine A S | January 4, 2023

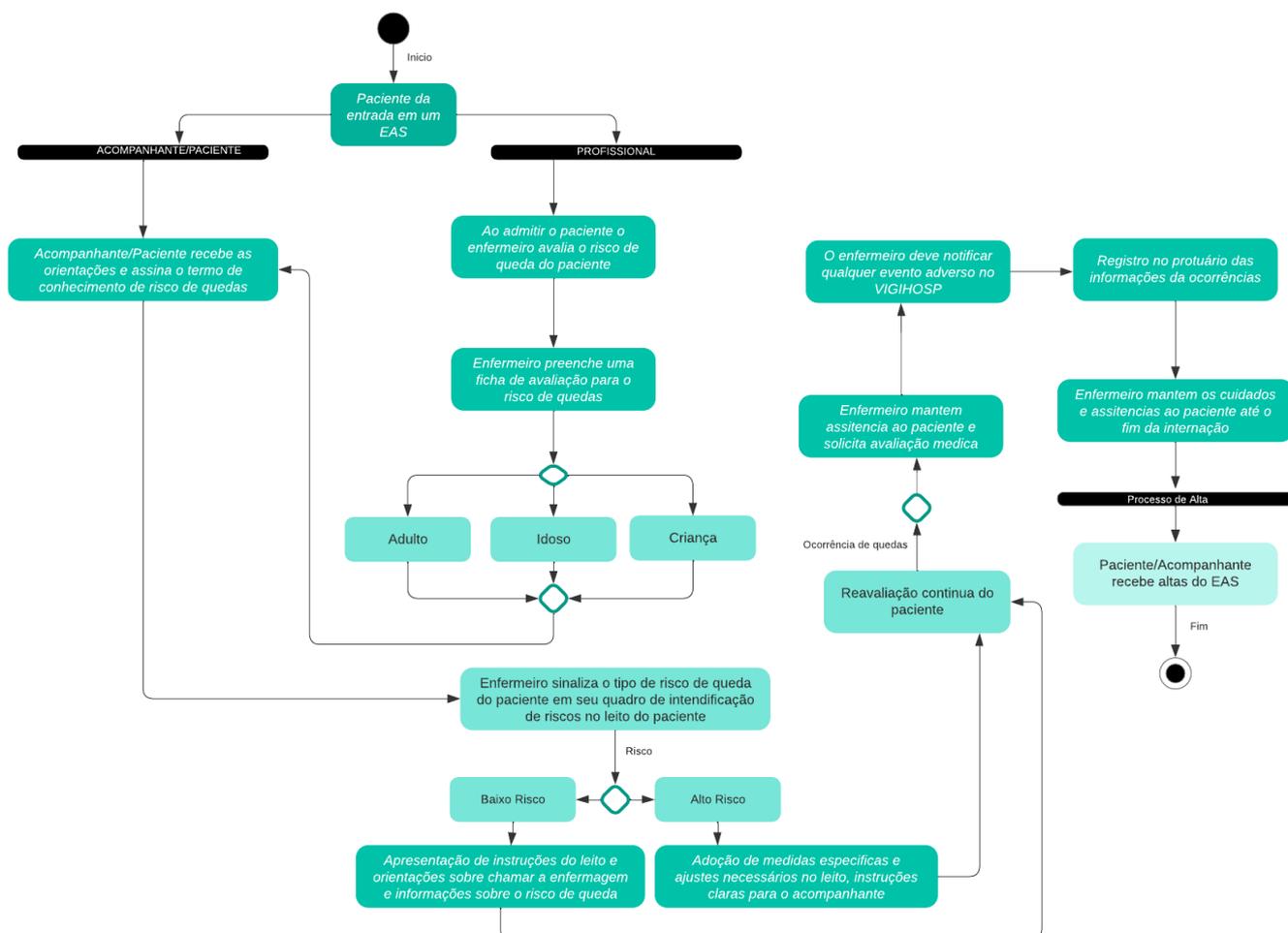


Figura 4. Fluxograma de ação para riscos de queda. **Fonte.** Autoria própria.

Conforme mostrado no fluxograma da Figura 4, às ações iniciais de um profissional da saúde seguem instruções para cada unidade de atendimento assistencial de saúde, assim, foca-se principalmente nas ações que devem ser tomadas por um enfermeiro em uma unidade de internação para que evite o risco de queda do paciente.

Desta forma, um processo de atendimento em uma unidade assistencial de saúde seguem esses protocolos onde o paciente dá entrada na unidade de atendimento e sucessivamente o enfermeiro ou profissional de saúde responsável irá conduzir o paciente ao leito e realizar a avaliação do risco de quedas daquele paciente (MILAGRES, 2015).

Ao realizar a avaliação o enfermeiro irá preencher uma ficha de avaliação para o risco de quedas do paciente e realizar a educação do paciente, sinalizando

assim os riscos para um paciente adulto, idoso ou criança. Assim, o acompanhante ou paciente desacompanhado recebe orientações pertinentes quanto a prevenção do risco de quedas, e assina o termo de conhecimento sobre os riscos de quedas em um leito hospitalar. E conforme mostrado na Figura 2, há uma placa de identificação de riscos em leitos hospitalares, assim o enfermeiro ao realizar todas essas etapas deve-se sinalizar os riscos do paciente na placa de identificação em seu leito e classificá-lo como um baixo risco ou alto risco de quedas.

Para cada um dos tipos de riscos de quedas de pacientes existe um protocolo específico, como para baixo risco deve-se orientar o paciente ou acompanhante realizando o processo de “educação do paciente”, onde é orientado sobre as medidas gerais de prevenção. Já para o alto risco de quedas de pacientes é realizado todas as ações realizadas, para os baixo risco e também acrescentado um protocolo específico para cada caso de paciente (MILAGRES, 2015).

Diante disso, é realizado pelo profissional de saúde um processo de reavaliação do paciente, onde realiza-se esse processo diariamente ou em caso de alterações no caso clínico do paciente, ou ainda em casos de introdução ou aumento de dose de medicação de risco, também ocorre esse processo em casos de transferência de unidade ou ainda em ocorrência de episódio de queda no processo de internação do paciente (SEVERO et al., 2014).

Dessa forma, quando é notificado uma ocorrência de queda do paciente o enfermeiro deve prestar cuidados e dar assistência ao paciente e realizar imediatamente uma avaliação e conduta médica para o paciente. É importante ressaltar que após essas etapas o enfermeiro deve notificar o evento adverso ocorrido pelo sistema VIGIHOSP, que é um sistema criado pela rede Ebserh que visa a gestão de riscos voltados para a qualidade e segurança do paciente (SEVERO et al., 2014).

Portanto, o fluxograma desenvolvido para o controle de risco de quedas e ações que os profissionais de saúde devem adotar diante desses eventos adversos é muito transparente e segue uma estrutura facilitadora para os cuidados ao paciente.

O protocolo de risco de quedas de pacientes hospitalizados é algo bem sério e que vem sendo trabalhado ao longo dos anos para se obter o menor índice possível em hospitais pelo Brasil (MILAGRES, 2015). Nos hospitais, as quedas

constituem 70% dos eventos adversos notificados. Desses eventos intra-hospitalares, 30% podem resultar em lesões físicas e 4 a 6%, em lesões graves.

Dando foco para esses eventos adversos conforme já mencionados anteriormente, observa-se na Figura 5 dados retirados do Ministério da Saúde (BR) pelo site da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) dos quais gerou relatórios dos estados brasileiros sobre os eventos adversos de outubro de 2021 até setembro de 2022 (BRASIL, 2022).

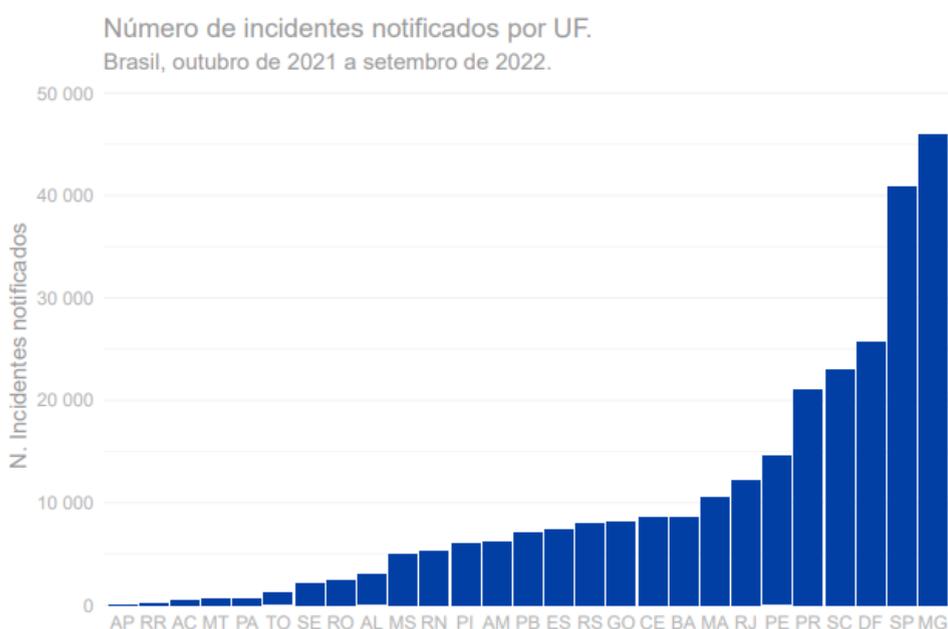


Figura 5. Números de notificações por estado. **Fonte.** (BRASIL, 2022).

Ambos os gráficos mostrados tanto na Figura 5 já apresentado e na Figura 6, mostram o percentual de incidentes notificados, na Figura 5 pode-se observar que o índice maior de notificação é do estado de Minas Gerais (BRASIL, 2022).

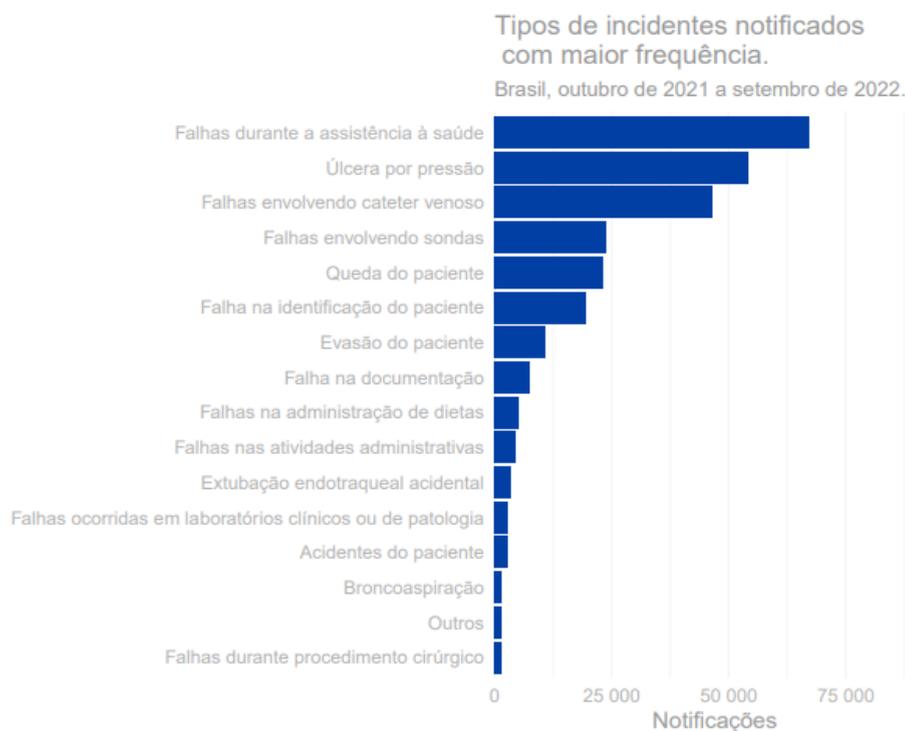


Figura 6. Tipos de incidentes notificados. **Fonte.** (BRASIL, 2022).

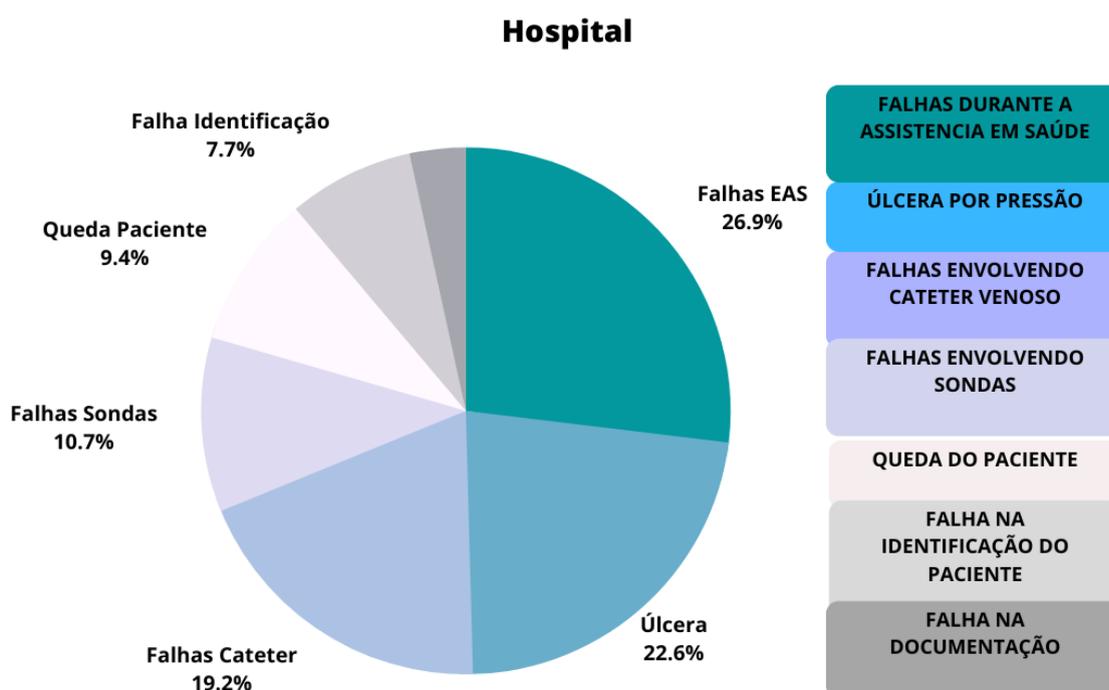
Na Figura 6, o gráfico mostra em quinto lugar está o incidente de quedas de pacientes em todo o estado brasileiro alcançando quase 25.000 mil notificações (BRASIL, 2022).

Sequencialmente, mostrando todos os dados liberados pelo site do NOTIVISA, o NOTIVISA é um sistema nacional, que permite o registro de notificações relacionadas a tecnologias de saúde em técnica assistenciais, incidentes relacionados às técnicas de medicamentos e produtos para a saúde, dentre outros procedimentos hospitalares como eventos adversos (BRASIL, 2022).

O objetivo principal do NOTIVISA é assegurar de forma prudente o uso das tecnologias em saúde e ter um controle frente aos eventos adversos nos estabelecimentos assistenciais de saúde (NOTIVISA, 2022).

Na imagem mostrada na Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12 mostram ambos os gráficos com os percentuais das notificações feitas em todo o território brasileiro durante outubro de 2021 até setembro de 2022, os gráficos tem foco principal em mostrar às notificações registradas nos tipos de serviços de saúde prestados, onde é possível ver que o evento adverso relacionado a queda de

pacientes representados em todas as imagens, têm um número de mais de 20.000 notificações em hospitais conforme mostra na Figura 7, nos demais serviços de saúde o número de notificações foram de aproximadamente 300 em ambulatórios mostrado na Figura 10, serviços de hemodiálise com aproximadamente 100 notificações mostrado na Figura 9, Serviço exclusivo de urgência as notificações foram de aproximadamente 180 mostrado na Figura 8, em outros tipos de serviços de saúde foram notificados aproximadamente 150 notificações relacionadas a quedas de pacientes conforme mostrado na Figura 12 e por fim clínicas com aproximadamente 120 notificações mostrado na Figura 11 (BRASIL, 2022).



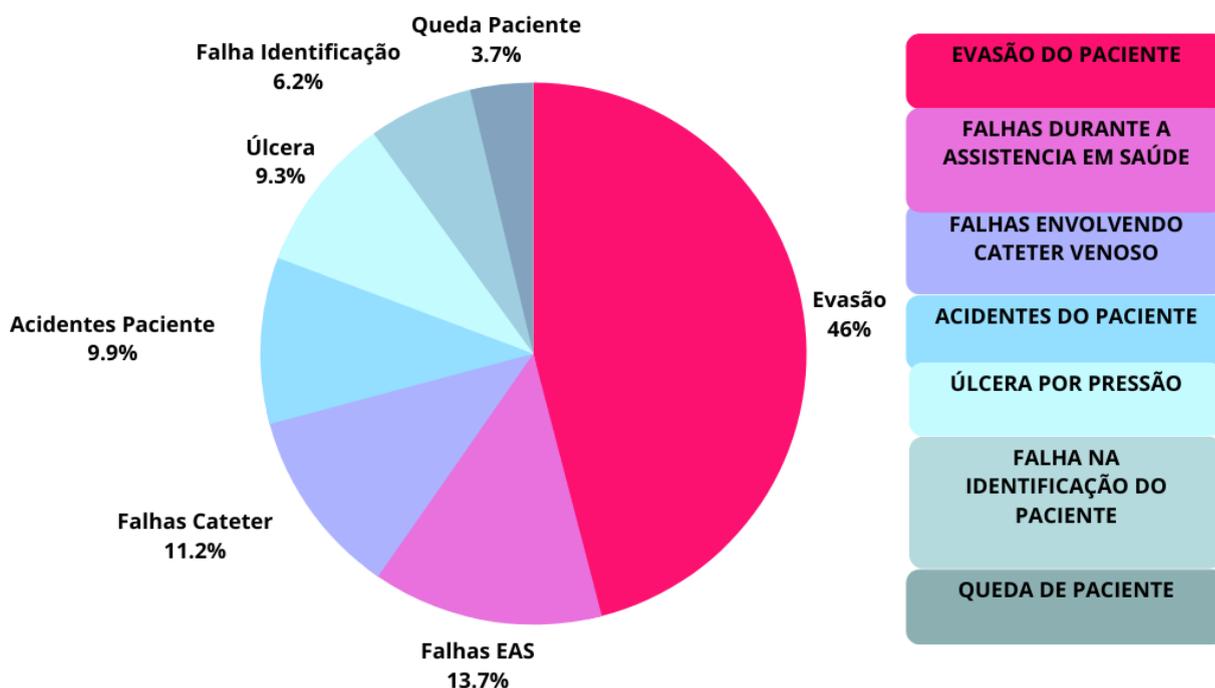
Número de incidentes notificados segundo tipo de serviço de saúde

Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022

Figura 7. Notificação por tipo de serviço de saúde Hospital. **Fonte.** Autoria própria.

Assim, conforme mostrado na Figura 7, os dados que apresentam queda de pacientes correspondem a 9,4% dos dados coletados em hospitais durante essa faixa de tempo em todo o território brasileiro.

Serviço exclusivo de urgência/emergência UPA



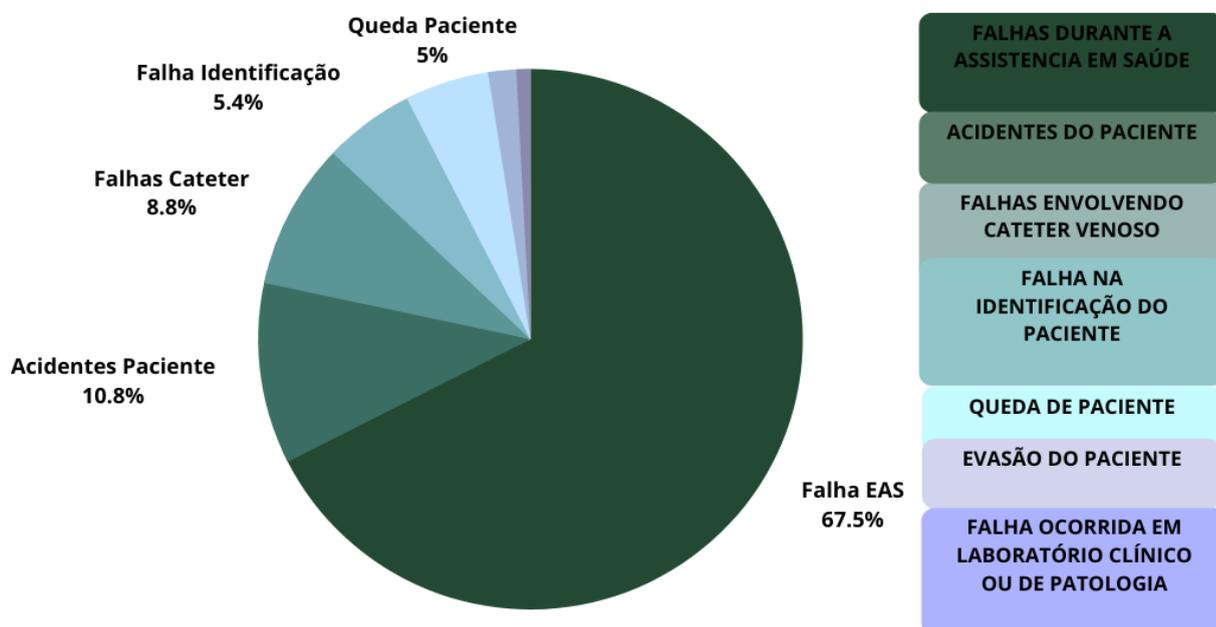
Número de incidentes notificados segundo tipo de serviço de saúde

Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022

Figura 8. Notificação por tipo de serviço de saúde UPA. **Fonte.** Autoria própria.

Na Figura 8, encontra-se os dados que apresentam queda de pacientes correspondem a 3,7% dos dados coletados em serviços exclusivos de urgência ou emergência UPA durante essa faixa de tempo em todo o território brasileiro.

Serviço de Hemodiálise



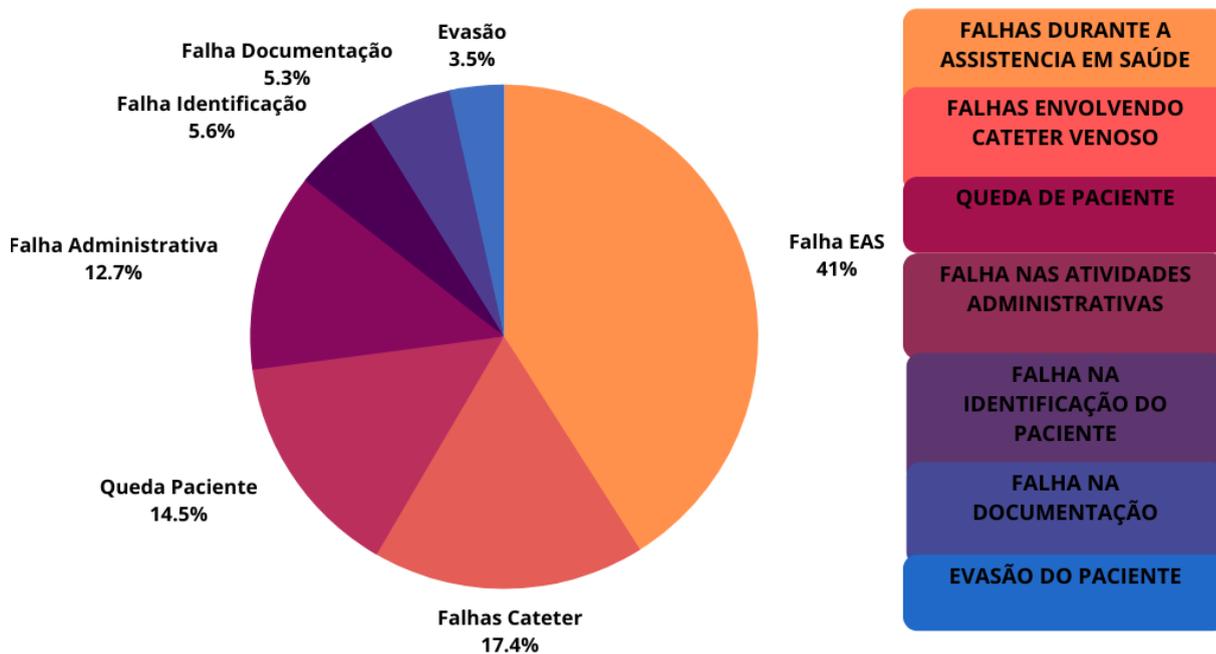
Número de incidentes notificados segundo tipo de serviço de saúde

Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022

Figura 9. Notificação por tipo de serviço de saúde Hemodiálise. **Fonte.** Autoria própria.

Na Figura 9, é apresentado os dados coletados em serviço de hemodiálise, dos quais as quedas de pacientes correspondem a 5% dentro dos números de incidentes coletados nessa faixa temporal.

Ambulatório



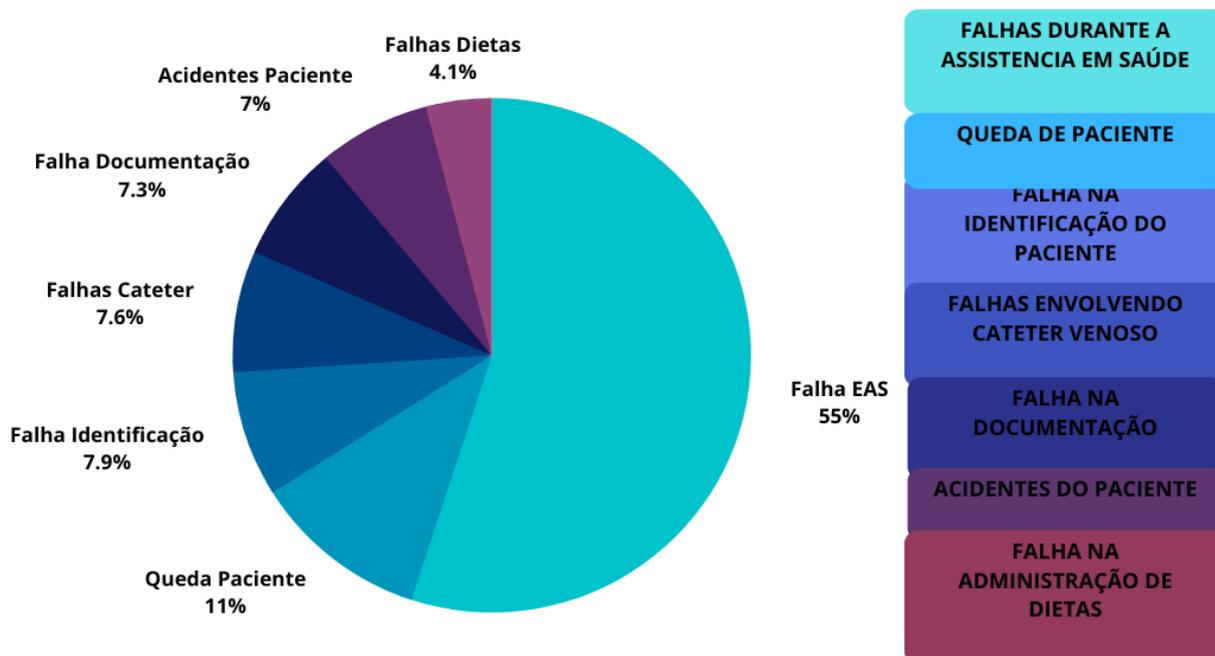
Número de incidentes notificados segundo tipo de serviço de saúde

Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022

Figura 10. Notificação por tipo de serviço de saúde Ambulatório. **Fonte.** Autoria própria.

Assim, conforme mostrado na Figura 10, para o serviço de saúde em ambulatórios o número de queda de pacientes corresponde a 14,5% dos incidentes notificados.

Clínicas



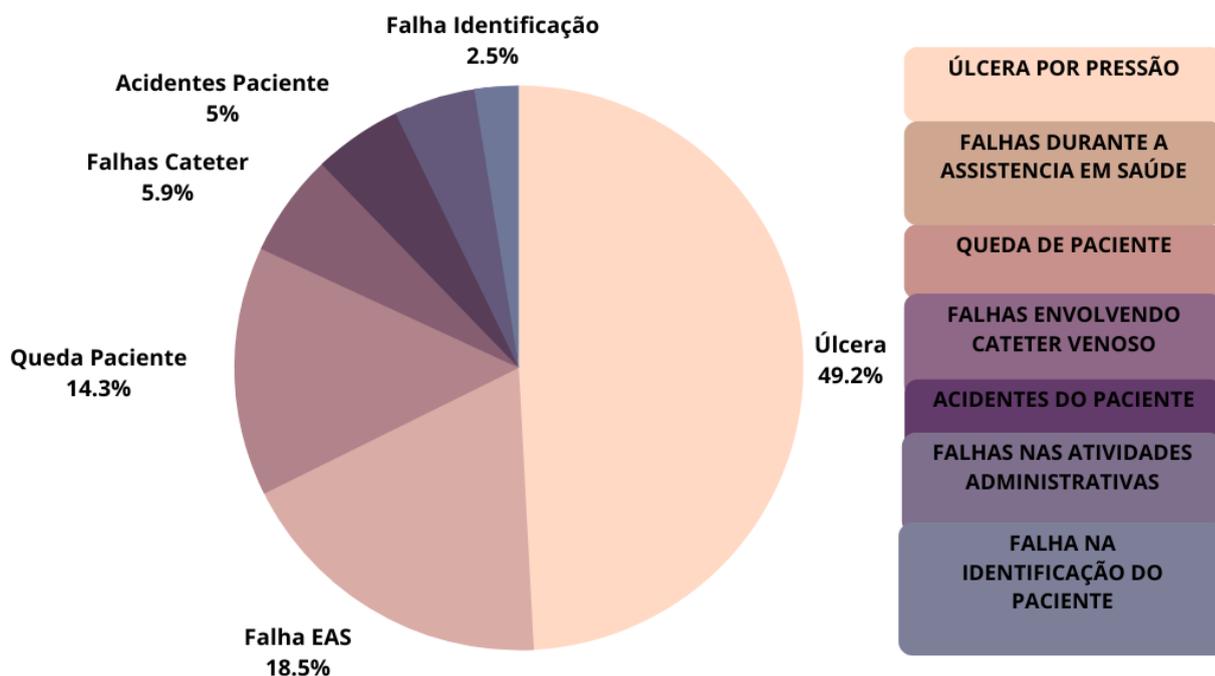
Número de incidentes notificados segundo tipo de serviço de saúde

Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022

Figura 11. Notificação por tipo de serviço de saúde Clínicas. **Fonte.** Autoria própria.

Já na Figura 11, os incidentes notificados segundo o tipo de serviço de saúde de clínicas correspondem a 11% em quedas de pacientes. E por fim, conforme mostrado na Figura 12, os incidentes notificados em quedas de paciente correspondem a 14,3% em outros tipos de serviços de saúde.

Outros



Número de incidentes notificados segundo tipo de serviço de saúde

Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022

Figura 12. Notificação por tipo de serviço de saúde Outros. **Fonte.** Autoria própria.

Na imagem a seguir mostrada na Figura 13 é possível visualizar o grau de dano em todos os incidentes notificados neste período de tempo de outubro de 2021 a setembro de 2022, onde temos a cor (azul) representando nenhum dano, a cor (lilás) para dano leve, a cor (cinza) para dano moderado, a cor (rosa) para dano grave e por fim a cor (vermelha) para óbito (BRASIL, 2022).



Figura 13. Classificação dos incidentes notificados. **Fonte.** (BRASIL, 2022).

Prosseguindo, encontra-se na Figura 14 a distribuição do grau do dano segundo o tipo de incidente, então nesse gráfico podemos observar de uma forma geral todos os incidentes notificados em todo o território brasileiro dos quais foram mais de 20.000 mil notificações e o mais notório de se observar é que às notificações relacionadas a quedas de pacientes em EAS obtiveram notificações que levaram ao óbito de pacientes, demonstrando o quanto é sério e necessário a adoção de medidas e tecnologias que auxiliem os profissionais de saúde a evitarem esses tipos de danos ao paciente (BRASIL, 2022).

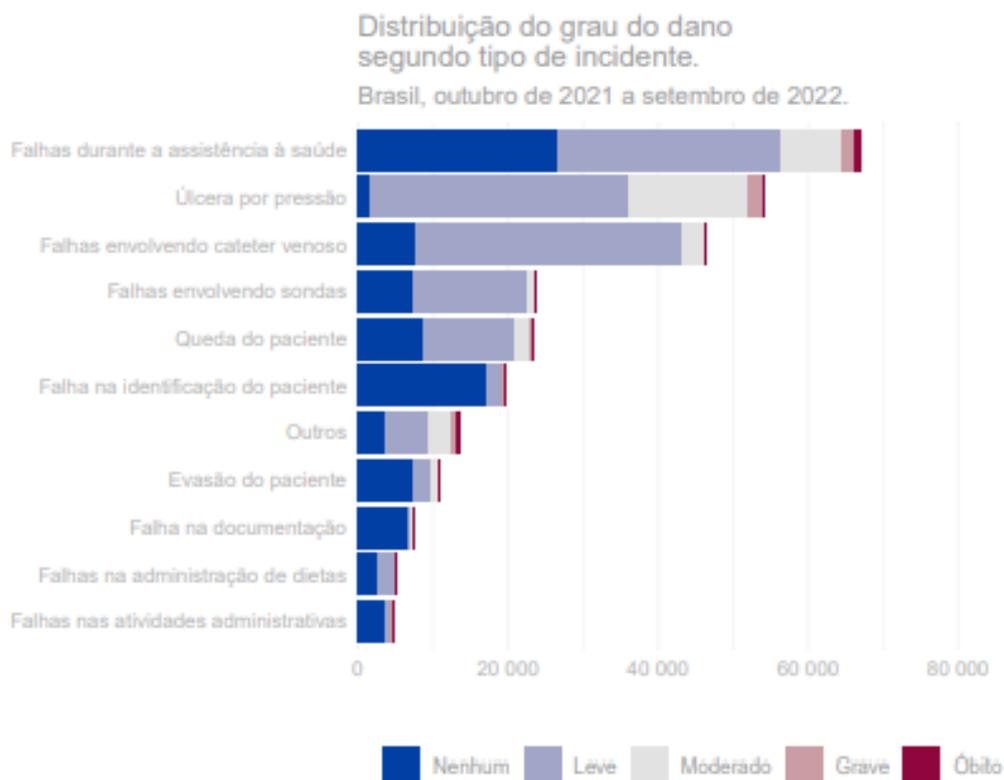


Figura 14. Distribuição do grau do dano. **Fonte.** (BRASIL, 2022).

Assim, na Figura 15 segue uma tabela onde é possível visualizar a quantidade de “*never events*” notificados, é possível ver que temos seis óbitos relacionados a quedas de pacientes onde fala que: Óbito ou lesão grave de paciente associados ao uso de contenção física ou grades da cama durante a assistência dentro do serviço de saúde (BRASIL, 2022).

Quantidade de “never events” notificados. Brasil, outubro de 2021 a setembro de 2022.

Never events	Quantidade
Estágio III (perda total da espessura tecidual - tecido adiposo subcutâneo pode ser visível, mas não estão expostos os ossos, tendões ou músculos) (never events)	4.655
Estágio IV (perda total da espessura dos tecidos com exposição dos ossos, tendões ou músculos) (never events)	1.110
Retenção não intencional de corpo estranho em um paciente após a cirurgia (never events)	119
Suicídio de paciente, tentativa de suicídio ou dano autoinfligido que resulte em lesão séria durante a assistência dentro do serviço de saúde (never events).	111
Contaminação (never events)	44
Procedimento cirúrgico realizado no lado errado do corpo (never events)	34
Óbito intra-operatório ou imediatamente pós-operatório / pós-procedimento em paciente ASA Classe 1 (never events)	32
Alta ou liberação de paciente de qualquer idade que seja incapaz de tomar decisões, para outra pessoa não autorizada (never events).	29
Procedimento cirúrgico realizado em local errado (never events)	29
Óbito ou lesão grave de paciente resultante de falha no seguimento ou na comunicação de resultados de exame de radiologia (never events).	15
Realização de cirurgia errada em um paciente (never events)	15
Óbito ou lesão grave de paciente associados a choque elétrico durante a assistência dentro do serviço de saúde (never events)	10
Óbito ou lesão grave de paciente resultante de perda irreversível de amostra biológica insubstituível (never events)	10
Óbito ou lesão grave de paciente associados à queimadura decorrente de qualquer fonte durante a assistência dentro do serviço de saúde (never events).	9
Gás errado (never events)	6
Óbito ou lesão grave de paciente associados ao uso de contenção física ou grades da cama durante a assistência dentro do serviço de saúde (never events).	6
Óbito ou lesão grave materna associados ao trabalho de parto ou parto em gestação de baixo risco (never events).	6
Procedimento cirúrgico realizado no paciente errado (never events)	6
Óbito ou lesão grave de paciente associado à fuga do paciente (never events)	4
Óbito ou lesão grave de paciente ou colaborador associado à introdução de objeto metálico em área de Ressonância Magnética (never events).	1

Figura 15. Tabela de notificações de *never events*. Fonte. (BRASIL, 2022).

Assim, para compreender os coeficientes que levam ao risco de queda no em um EAS é necessário assimilar a classificação do risco de quedas que são classificados em fatores intrínsecos e extrínsecos (BRASIL, 2022).

Dessa forma, os fatores intrínsecos estão associados diretamente às particularidades do paciente e às alterações à idade, quadros clínicos e doenças crônicas. Também pode estar associada a utilização medicamentosa e a polimedicação. Assim, classifica-se como um risco intrínseco pacientes que tenham também idade superior a 80 anos, histórico de quedas recentes, diminuição da mobilidade, dentre outros fatores (BRASIL, 2022).

Sequencialmente, descrevendo os riscos extrínsecos, estes são riscos associados ao quesito ambiente hospitalar e tudo que englobam atenção à saúde por um cuidador e equipe interdisciplinar. Dessa forma, o que contribuem para esse tipo de risco são fatores externos como tipo de cama em um leito hospitalar, contenções, desnivelamento do chão, objetos em local inadequado que possa levar a uma queda, altura de cadeiras ou macas, dentre outros.

Por fim, as quedas são agrupadas três em tipos comumente conhecidos como primeiramente, quedas (acidentais) fatores do ambiente, quedas (fisiológicas antecipadas) definição da Escala Morse captando os sintomas que o paciente tem predisposição a cair e quedas (fisiológicas não antecipadas) eventos clínicos.

Portanto, a classificação e avaliação dos pacientes é fundamental para a prevenção do risco de quedas dos pacientes em ambientes hospitalares, permitindo assim desenvolvimento de estratégias que assegurem a diminuição dos danos aos cuidados dos pacientes assistidos em um EAS.

2.1.2. Segurança do Paciente

Ao aprofundar para entender os estímulos que levaram a adoção de diretrizes e normas regulamentadoras criadas no Brasil, para proteger os cuidados aos pacientes em ambientes hospitalares é necessário compreender que, este impulso surgiu diante do fato em que os profissionais da saúde necessitam sempre se desenvolver em frente às novas tecnologias, aprimoração de cuidados assistenciais, dirigido pelo êxito, competência e informação técnica e científica, permitindo assim uma maior qualidade na segurança do paciente e uma menor taxa de lesões ao paciente (NASCIMENTO et al., 2015).

Assim, é notório compreender que a linha do tempo onde surgiram diretrizes preocupadas com a segurança e qualidade do paciente teve seu marco de origem no século XIX, onde uma enfermeira inglesa, Florence Nightingale, esteve na guerra da Criméia (1853 a 1856), e relatou que muitos dos cuidados assistidos aos soldados se ajustaram em priorizar medidas de segurança para então obter uma boa qualidade em seus cuidados oferecidos (NASCIMENTO et al., 2015).

Dessa forma, podemos compreender e finalizar a linha do tempo da segurança do paciente diante da ilustração na Figura 16, onde observa-se que vai

desde 1853 até 2013, contendo vários pontos importantes para o surgimento de diretrizes atuais (NASCIMENTO et al., 2015).



Figura 16. Linha do tempo segurança do paciente. **Fonte.** (NASCIMENTO et al., 2015).

Tiveram muitos movimentos na história do cuidado ao atendimento assistencial do paciente, um bastante importante foi em 1980, onde a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) constituiu diligências de desenvolvimento para os cuidados no tratamento direto aos pacientes. Contudo, ressalta-se que o Brasil vem aperfeiçoando várias iniciativas no campo hospitalar desde então focado na segurança dos cuidados hospitalares (NASCIMENTO et al., 2015).

Em 2013, houve um marco histórico para a segurança do paciente no Brasil pois, o Ministério da Saúde (MS) juntamente com a 57ª Assembleia Mundial da Saúde da Organização Mundial de Saúde (OMS) criou o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) pela portaria MS/GM nº 529 (NASCIMENTO et al., 2015).

O PNSP tem seu foco principal em obter melhorias assistenciais ao paciente, qualificando e capacitando os cuidados de saúde em todos os âmbitos da rede

hospitalar, tanto em redes públicas como privadas, e proporcionando estratégias capazes de diminuir os danos provocados pelos cuidados assistenciais aos pacientes notificados por EAS no país (NASCIMENTO et al., 2015).

Diante desta portaria criada a segurança e qualidade ao paciente, conta com seis diretrizes internacionais para se orientar que são: “Identificação correta do paciente; Melhor comunicação; Melhorar a segurança na prescrição, no uso e na administração de medicamentos; Cirurgia segura; Higienizar as mão para evitar infecções; Reduzir o risco de quedas e Lesão por pressão” como mencionado na referência (SEVERO et al., 2014).

Notoriamente, foi criada uma regulamentação técnica proposta pela ANVISA em 2013, a Resolução da Diretoria Colegiada(RDC) N° 36, de 25 de julho de 2013, da qual especifica critérios para segurança e qualidade do paciente e medidas a serem seguidas nos cuidados assistenciais por todas às instituições hospitalares em todo o território brasileiro (BRASIL, 2013).

A segurança do paciente engloba todo evento adverso, que ocorrer no processo de internação do paciente em uma unidade assistencial de saúde, e não pode-se deixar de mencionar que o risco de quedas é um dos eventos adversos mais notificados em EAS em todos os país, o que é uma grande preocupação para as instituições hospitalares (SEVERO et al., 2014).

2.2. Sensores e parâmetros de monitoramento

Os parâmetros de monitoramento variam para cada sensor adicionado no projeto, dado que eles mensuram dados diferentes e dessa forma é necessário compreender cada um desses critérios de controle atentamente.

Sendo assim, os sensores usados no projeto são, sensor de temperatura ambiente, sensor de temperatura corporal, sensor de oximetria, sensor de peso. Cada um dos parâmetros e funcionalidades de cada sensor serão exemplificados e descritos no próximo tópico.

2.2.1. Sensor de temperatura ambiente

Descrevendo sobre o sensor de temperatura ambiente usado no desenvolvimento do projeto temos o DHT11 que é um sensor com baixo consumo de

corrente onde suas faixas variam entre 2,5 mA durante medições, e 100-150µA em standby, este sensor fornece internamente um sensor de umidade capacitivo e um termistor, fornecendo ainda um conversor analógico e digital para comunicação com o microcontrolador (FILIFELOP DHT11, 2022) (SANTOS et al., 2022).

Respectivamente, para o sensor de temperatura ambiente entende-se que vários fatores podem influenciar a temperatura do ambiente em que estamos, porém como o foco do projeto é buscar maior satisfação de pessoas internadas em um ambiente hospitalar e EAS, devemos nos preocupar com todos os fatores que podem interferir na temperatura deste local. Desse modo, os parâmetros do sensor de umidade e temperatura DHT11 seguem uma faixa de coleta de dados de temperaturas entre 0 a 50 Celsius e coleta de dados de umidade entre 20 a 90% (FILIFELOP DHT11, 2022).

Os fatores que podem influenciar a temperatura, umidade e a distribuição do ar em um ambiente de um local hospitalar ou estabelecimento assistencial de saúde seguem a norma NBR 7256, da qual é possível compreender que às variáveis de temperatura, umidade e velocidade do ar injetado são estabelecidos conforme o condicionamento de ar para conforto, condicionamento de ar terapêutico e condicionamento de ar para controle de infecções (ABRAVA, 2022).

Diante disso, ainda vale ressaltar que às normas de regulamentação para às condições ambientais ligadas às temperaturas ambientais e em estabelecimentos assistenciais de saúde deve-se a RDC 50, NR-17 e NBR 7256.

Respectivamente a RDC 50 (BRASIL, 2002) é uma regulamentação técnica, proposta pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Brasil, 2023) que determina quais exigências técnicas devem ser seguidas para garantir a segurança dos atendimentos. A NR-17 (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1978) é uma norma de regulamentação que visa estabelecer diretrizes sobre os procedimentos obrigatórios relacionados à Segurança e Medicina do Trabalho. E por fim, a NBR 7256 (ABRAVA, 2022) é uma norma técnica que contém todas as especificações sobre os requisitos mínimos para projeto e execução de instalações de tratamento de ar em EAS.

Em cada circunstância existe uma condição nessas variáveis de controle, como mostrado na Tabela 1 abaixo.

Descrição	Parâmetro de Temperatura [°C]	Parâmetro de umidade [%]
Unidade de atendimento imediato como unidade de emergência e urgência	22°C - 24°C	60%
Unidade de Internação	22°C - 24°C	60%
Unidade de Queimados	20°C - 32°C	40% - 60%
Centro Cirúrgico	≤ 20°C	60%
Central de Material Esterilizado	18°C - 24°C	60%
Diagnóstico e Terapia	20°C - 24°C	60%
Apoio Técnico/ Apoio Logístico (Farmácia (2°C e 8°C), Lavanderia, Lactário, Revelação de filmes e chapas, Limpeza e zeladoria)	18°C - 22°C	40% - 70%
Ambientes Diversos	20°C e 26°C	60%

Tabela 1. Parâmetros de temperatura ambiente e umidade. **Fonte.** Autoria própria.

2.2.2. Sensor de temperatura corporal

O Sensor de Temperatura Corporal utilizado no projeto é o TMP117, do qual é um componente digital de alta precisão que detecta a temperatura corporal, sem que seja necessário o contato direto com o sensor. Então, suas especificações seguem que o TMP117 é um dispositivo de 16 bits, com uma resolução de 0,0078 °C e uma precisão de até ± 0,1 °C em toda a faixa de temperatura de -20 °C a 50 °C sem calibração. O baixo consumo de energia do TMP117 minimiza o impacto do autoaquecimento na precisão da medição (TEXAS INSTRUMENTS, 2022). O

TMP117 atua em uma faixa de 1,7 V a 5,5 V e normalmente consome uma corrente igual a 3,5 μ A.

Continuando, sobre os parâmetros de monitoramento do sensor de temperatura corporal TMP117 é importante ressaltar que sua faixa de operação é de - 55 °C a 150 °C. Desse modo, os critérios mais importantes para a coleta desses dados é compreender a faixa correspondente à temperatura corporal do ser humano (TEXAS INSTRUMENTS, 2022).

Diante disso, como o sensor trabalha nessa faixa de temperatura precisa-se compreender qual a faixa de interesse para o desenvolvimento do projeto e também os mecanismos fisiológicos do corpo humano.

Um dos processos mais interessantes é o processo de equilíbrio homeostático, que nada mais é que, uma condição que mantém o corpo humano em equilíbrio interno apesar de alguma alteração no ambiente externo, diante disso, o corpo humano conta com um mecanismo de ajuste a temperatura corporal quando ocorre alteração de temperaturas no meio ambiente externo (VOLTARELLI, 1994).

Quando essa temperatura corporal ultrapassa 37,8°C é definido que a pessoa está com febre. A temperatura normal de um ser humano é de 36,1°C a 37,2°C. Os fatores que podem desencadear o aumento de temperatura fisiológica de um ser humano ocorre quando há uma alteração para uma temperatura elevada no termostato do corpo que fica na região hipotalâmica, e essa alteração ocorre principalmente quando o corpo humano está reagindo a uma infecção(VOLTARELLI, 1994). Vale ressaltar que, pode ocorrer também elevações na temperatura corporal que não estejam vinculadas aos agentes infecciosos e quando ocorre isso é nomeada hipertermia.

A alteração na temperatura pode, levar a vários diagnósticos possíveis, por isso é sempre importante estar procurando um atendimento assistencial de saúde quando, há uma alteração muito brusca na temperatura corporal e a mesma seja pertinente, na Figura 17 podemos observar várias doenças que podem ser diagnosticadas a paciente que apresentem um quadro clínico de febre (VOLTARELLI, 1994).

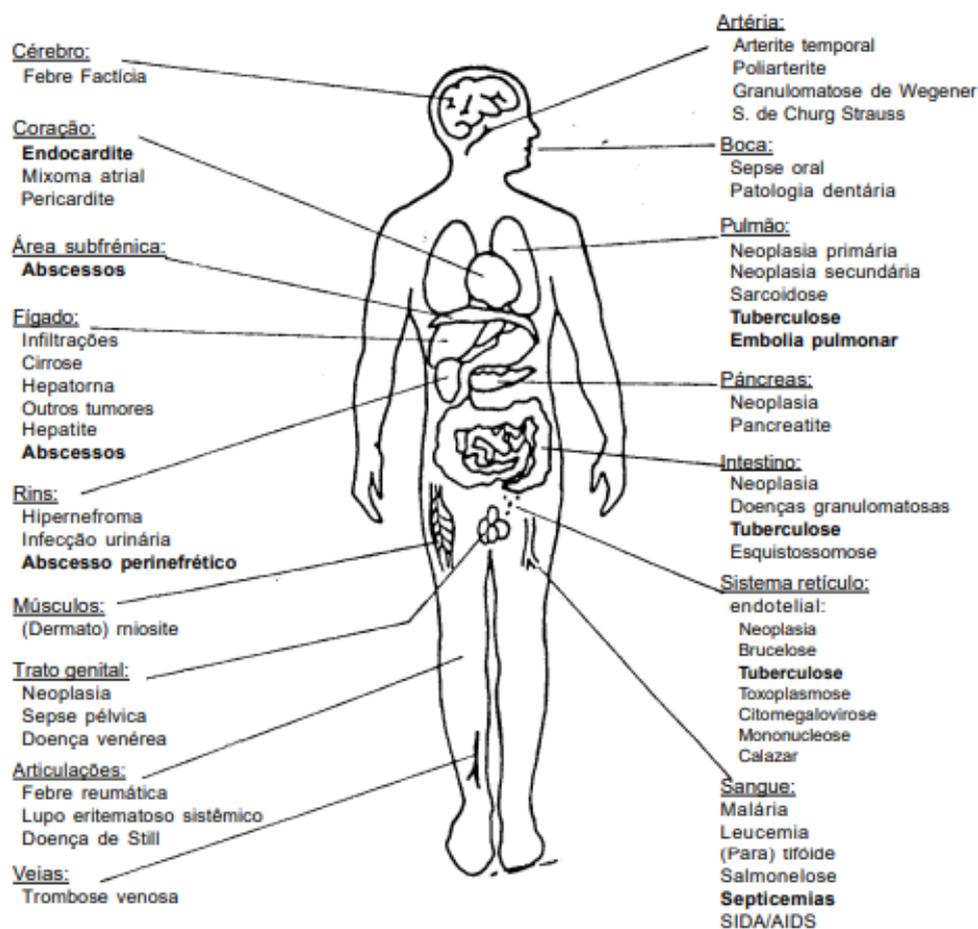


Figura 17. Causas de febre de origem indeterminada (FOI). **Fonte.** (VOLTARELLI, 1994).

Nessa Figura 17, podemos observar que existem algumas doenças em negrito, elas estão representadas dessa forma para sinalizar que são doenças graves e potencialmente tratáveis, também é notório observar as várias doenças em todos os sistemas fisiológicos humanos que tiveram a febre com origem indeterminada como causas (VOLTARELLI, 1994).

Diante disso, conclui-se que somente o adjetivo não induz a um parecer médico, porém esse mesmo adjetivo pode ter um lado mais negativo quando vinculado a doenças neurológicas ou psiquiátricas integradas à febre (VOLTARELLI, 1994).

Assim, esse termo associado tão somente indica, nesse cenário, que a análise clínica da febre de origem indeterminada pode ser realizada por critérios descomplicados.

2.2.3. Sensor de oximetria

Sequencialmente, descrevendo sobre os parâmetros de interesse de outro sensor usado no projeto temos o sensor de oximetria, o mesmo atua para realizar a medida de batimentos cardíacos por minuto (BPM), os níveis de oxigenação sanguínea, o sensor empregado é o MAX 30100. Se trata de um módulo que é utilizado para projetos *wearables* na área médica, o que o torna compatível com o projeto proposto, composto por 2 LEDs, um fotodetector e circuitos capazes de detectar batimentos cardíacos e aferir a quantidade de oxigênio no sangue (FILIPEFLOP MAX30100, 2022).

O sensor tem sua comunicação é I2C (*Inter-Integrated Circuit*), sua tensão de operação é de 1,8V a 3,3V DC. E apresenta um consumo de corrente muito baixo em modo de espera, o que o permite se manter conectado a uma fonte de energia, como uma bateria, por longos períodos.

Os parâmetros de interesse deste sensor são compreender os níveis de interesse tanto em batimentos cardíacos como em níveis de oxigenação no sangue, dessa forma, em um ser humano a carga indispensável para que o corpo consiga realizar suas funções é realizada através da respiração celular (DOS ANJOS et al., 2020).

No decorrer desse processo bioquímico, acontecem diversas reações com o processo de quebra de glicose, nesse sistema à atuação de diversas enzimas e coenzimas realizando várias oxidações, que nada mais é que inserir moléculas de oxigênio (USHIZIMA et al., 2023). Diante disso, a solução final será que ao reagir todo esse processo químico na molécula de glicose e essa reação resulta na produção de gás carbônico, água e moléculas de ATP das quais irão carregar a energia (DOS ANJOS et al., 2020).

Assim, entende-se que a via que o oxigênio percorre no corpo humano acontece no sistema circulatório onde, o sangue sem oxigênio movimenta-se para o coração percorre ele onde é impulsionado para os pulmões onde esse sangue é oxigenado (DOS ANJOS et al., 2020).

Quando o sangue está dentro dos pulmões nesse processo de oxigenação sanguínea, ele percorre o caminho até os alvéolos pulmonares e é nessa fase que ocorrem às trocas gasosas liberando dióxido de carbono onde ocorre de fato a oxigenação do sangue bombeando o sangue de volta para o coração através da

artéria aorta e espalhando para todo o corpo humano (DOS ANJOS et al., 2020) (VANDERLEI et al., 2009).

Ainda, nota-se que o sistema circulatório também está associado ao ciclo cardíaco e este tem dois intervalos principais que são a fase de relaxamento e a fase de contração, a fase de relaxamento é quando o coração está no processo de diástole em relaxamento do músculo cardíaco e recebimento do sangue, e na fase de contração o coração está no processo de sístole onde o músculo cardíaco se contrai e lança o sangue (DOS SANTOS, 2021).

Contudo, precisa-se descrever sobre a hemoglobina, no transporte de sangue no corpo humano tem-se às veias e artérias que são responsáveis sequencialmente por levar o sangue do corpo para o coração e por levar o sangue do coração para o corpo, nessas fases temos o glóbulos vermelhos presentes no sangue que tem em sua estrutura uma proteína da qual se nomeia de hemoglobina (DOS SANTOS, 2021). A importância da hemoglobina é que ela é a principal via de transporte do oxigênio no sangue irrigando todos os tecidos e órgãos no corpo humano.

Diante disso, o processo de funcionamento de um oxímetro segue os princípios fisiológicos ópticos, onde a luz passa pelas artérias, esse processo fisiológico ocorre no processo sistólico, onde às artérias contém um fluxo maior de sangue e conseqüentemente um diâmetro maior nessa fase, assim à uma absorção maior de luz nas artérias, pois a uma quantidade superior de hemoglobina, que é um absorvedor, assim aumenta o caminho que a luz percorre na artéria (DOS SANTOS, 2021).

Dessa forma, para obter essas informações sobre a oxigenação sanguínea devemos compreender como funcionam esses feixes de luz que caminham pelas artérias e essas mudanças de intensidade são conhecidas como ondas PPG (USHIZIMA et al., 2023). Então essa onda oscila em função de duas variáveis bases que é a parte AC e a parte DC, sequencialmente a parte AC é a absorção decorrente do componente pulsátil e a parte DC componente do sangue venoso, e essa oscilação só é possível devido ao fato que a variável no tempo permite a diferenciação dessas constantes (DOS SANTOS, 2021) (DOS ANJOS et al., 2020).

Portanto, os parâmetros que permitem essa coleta de dados dependem da grandeza do sinal da onda PPG, que sucessivamente decorre, do volume de sangue ejetado pelo coração em cada fase sistólica, da absorção da luz no sangue nas

artérias, de como vai ser absorvido pela pele, tecidos corporais, e do tamanho de onda capaz de clarear o tecido vascular (DOS ANJOS et al., 2020) (USHIZIMA et al., 2023).

Diante disso, notoriamente ressalta-se que a saturação humana esperada para um indivíduo saudável é com um $\geq 96\%$ SpO₂, uma saturação de alerta com um 90% SpO₂ até 95% SpO₂ e uma saturação preocupante em indivíduos sem nenhuma problema respiratório $\leq 90\%$ SpO₂. Como essa tecnologia de saúde foca em coletar os percentuais de saturação do oxigênio presentes no organismo trabalhando com duas constantes que é a hemoglobina ligada a O₂ e a hemoglobina livre, então para um organismo humano estar saudável quanto mais perto de 100% de saturação melhor.

O subsistema de SpO₂ no MAX 30100 é composto por cancelamento de luz ambiente (ALC), sigma delta ADC de 16 bits, e filtro de tempo discreto. O SpO₂ ADC é um sigma de sobreamostragem de tempo contínuo conversor delta com resolução de até 16 bits. A taxa de dados de saída ADC pode ser programada de 50Hz a 1kHz. O MAX 30100 inclui um filtro de tempo discreto programado para rejeitar interferência de 50 Hz/60 Hz e residual de baixa frequência ambiente barulhento (FILIFELOP MAX30100, 2022).

Os parâmetros de frequência cardíaca do sensor se baseia-se os padrões pelos valores normais de referência para cada um dos sinais vitais estabelecidos pelo Ministério da Saúde, sendo eles, a temperatura corporal entre 30 °C e 36 °C, a frequência cardíaca entre 60 BPM e 90 BPM e a saturação de oxigênio sanguínea acima de 96% (VANDERLEI et al., 2009).

Desse modo, os dados capturados pelo sensor em BPM que são batimentos por minutos, vão fornecer ao paciente um acompanhamento dinâmico através do uso dessas informações vinculadas a Alexa.

Com a implementação desse sensor MAX30100 espera-se que o projeto proporcione uma solução de inteligente para a construção de uma plataforma microcontrolada para monitoramento, em tempo real, dos sinais vitais como de frequência cardíaca, oximetria dos pacientes, fazendo uso de sensores e uma ESP32 vinculada a uma interface de assistente virtual de voz Alexa, visando permitir que o paciente internado em um leito hospitalar possa mensurar esses dados e saber sobre eles simplesmente perguntando para a Alexa.

2.2.4. Cédula de carga

A utilização do sensor de peso no projeto se baseia na associação de uma célula de carga com um módulo de conversor analógico, do qual, converterá o sinal analógico fornecido pela célula de carga e fornecerá um sinal digital construindo esse sistema de controle de peso utilizando o microcontrolador.

O uso deste sensor no projeto, será bem útil na solução proposta em reduzir os riscos de quedas de pacientes internados e melhorar a qualidade e segurança do paciente em EAS utilizando tecnologias novas e inovadoras como é a Amazon Alexa.

O conjunto desses sensores, então, funcionarão como um alerta para notificar que o paciente em questão está fora do leito sinalizando assim uma possível queda do paciente ou tendo um controle melhor do que está acontecendo no leito e essa solução aplicada será bem útil em todas as situações mais principalmente em pacientes idosos (FABRÍCIO et al., 2004).

A ideia é colocar esse circuito eletrônico no colchão do leito hospitalar e colocar um sensor de acionamento, assim o enfermeiro poderá acioná-lo assim que o paciente estiver deitado em sua cama hospitalar criando uma central de segurança que controla a presença do paciente em cima da cama (ACCARDI et al., 2012).

Ainda, é possível colocar o sensor de carga disposto ao chão ao lado do leito do paciente, desse modo, quando o peso do paciente não estiver sobre a cama/maca do paciente pode ser verificado o peso na cédula de carga presente em um tapete ao lado da cama/maca, com isso se o paciente cair será possível ver se ele se encontra sobre o chão ao lado da cama e sinalizando a luz no quarto do paciente a equipe de enfermagem será notificada e o paciente compreendendo esse sistema ficará tranquilo e aguardará ajuda necessária (ACCARDI et al., 2012).

Por fim, o último parâmetro de interesse na construção do projeto é a respeito da captura de peso, pois a ideia é construir uma balança de peso em um leito hospitalar do qual monitore o paciente quando acionado e assim possa evitar eventuais quedas do paciente no leito, pois desse modo caso o paciente não esteja no leito irá acionar um led na porta do quarto do paciente notificando que o mesmo está fora do seu leito.

Dessa forma, os parâmetros que o sensor irá trabalhar serão de força aplicada aquela região que nada mais é que o peso exercido sobre ela, assim, os parâmetros serão de interesse definidos usando 1 célula de carga, pois cada célula de carga mensura até 50kg, dessa forma pode ser usado em conjunto de duas células de cargas para mensurar até 100kg, ou usando quatro unidades de células de cargas para mensurar até 200kg, então essa parte do projeto pode ser ajustável ao uso de interesse do hospital e do paciente (ACCARDI et al., 2012).

Ainda, vale ressaltar o princípio de funcionamento da célula de carga usado no projeto, ela se comporta com um *strain gauge*, é um extensômetro, ou uma resistência elétrica, do qual quando submetida sobre o local de interesse irá ser submetido a carga em questão, do qual irá sofrer a mesma deformação que a superfície colocada, nota-se que a maior sensibilidade às forças vem na direção vertical, então o sensor é colocado no sentido da carga (FILIPEFLOP HX711, 2022).

A célula de carga é montada em uma ponte de Wheatstone, e sua principal função é medir a resistência elétrica de um resistor desconhecido, onde uma ou mais resistências são substituídas por um extensômetro, desse modo, a célula de carga pode ser construída com uma ponte completa, meia ponte ou um quarto de ponte (FILIPEFLOP HX711, 2022).

2.3. Microcontrolador ESP32

O ESP32 é um microcontrolador que atua em sistemas complexos, criado pela empresa chinesa Espressif Systems, o sistema e memória do ESP32 é um sistema de microprocessador dual-core com Tensilica LX6 com 240 MHz com um desempenho de 600 DMIPS. Toda a memória incorporada, memória externa e periféricos estão localizados no barramento de dados e/ou no barramento de instrução dessas CPUs (MAIER et al., 2017).

O microcontrolador tem dois núcleos PRO CPU para protocolo e APP CPU para aplicação, no entanto, os fins dos mesmos não são fixos. o espaço de endereço para dados e barramento de instrução é de 4 GB e o espaço de endereço periférico é de 512 KB. Além disso, o embutido memórias são 448KB ROM, 520 KB SRAM e dois 8 KB memória RTC. A memória externa suporta até quatro vezes Flash de 16 MB (MAIER et al., 2017).

Já a parte de relógio e temporizador do ESP32, fornece um loop interno de bloqueio de fase de 320 MHz ou um cristal externo. Também é possível usar um circuito oscilante como uma fonte de clock em 2 MHz a 40 MHz para gerar o relógio mestre CPU CLK para ambos os núcleos da CPU. Este relógio pode ser tão alto quanto 160 MHz para alto desempenho ou menor para reduzir o consumo de energia. Todos os outros relógios, como o APB CLK para periféricos são controlados pelo relógio mestre.

Além de 4 temporizadores genéricos, também existem temporizadores para acionar o controlador PWM. Existem 8 de alta velocidade e 8 de baixa canais PWM de velocidade, cada um acionado por quatro temporizadores.

A programação no ESP32 conta-se com um sistema operacional de tempo real do ESP32 conhecido por *FreeRTOS*, isto é de código aberto, projetado para sistemas embarcados e fornece funções básicas para os aplicativos de nível superior. O núcleo funções são gerenciamento de memória, gerenciamento de tarefas e API de sincronização. A maneira usual de programar o ESP 32 é usando o (*ESPIDF*) *Espressif Systems Internet of Things development framework*, que está disponível em seu repositório GitHub (RANDOM NERD TUTORIALS, 2022).

O *ESPIDF* foi desenvolvido para Linux, portanto, um terminal Linux é necessário para executar os arquivos bash, no entanto é possível desenvolver em Windows usando *MSYS2*, o software fornece um terminal Linux no Windows. Além disso, o *ESPIDF template* é necessário para iniciar um ESP32 no projeto.

A linguagem comum para programação do ESP32 é C, portanto a maioria das bibliotecas de (*API*) Interface de Programação de Aplicação, também são fornecidas em C. No entanto, o microcontrolador também pode ser facilmente programado em C++, algumas bibliotecas do arduino podem ser usadas na opção de programação C++, embora algumas alterações possam ser necessárias. Como este chip está aberto todos podem desenvolver um “sistema operacional” para o ESP32, portanto também existem soluções na Internet para programar em outras linguagens de comunicação como *JavaScript* e outras (MAIER et al., 2017).

Para integração do equipamento desenvolvido com os hosts que irão processar os sinais, escolheu-se o microcontrolador ESP32, mostrado na Figura 18. Esse modelo é constituído por um processador que pode ser single ou dual-core de 32-bit (com dois núcleos físicos de processamento) que pode chegar a trabalhar

com frequências de clock de até 240 MHz. Ainda pode-se contar com uma vantagem enorme com relação a sua capacidade de armazenamento sendo exponencialmente maior se comparada com o microcontrolador Arduíno (MAIER et al., 2017).

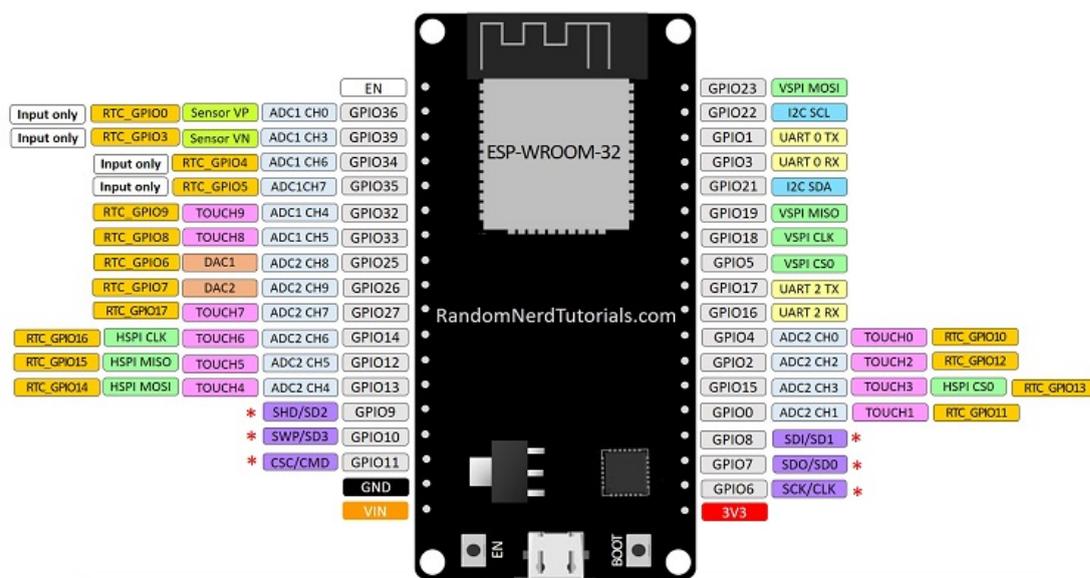


Figura 18. Pinagem do microcontrolador ESP32. **Fonte.** (RANDOM NERD TUTORIALS, 2022).

Desse modo, foi possível compreender todo o funcionamento e formas de utilização do ESP32 e observar na imagem mostrada acima todas suas pinagens e seus terminais físicos.

2.4. Internet da coisas - IoT

A Internet das Coisas (IoT) tem um significado muito amplo pois, ela pode estar em vários lugares e abordar vários aspectos como no desenvolvimento de software, na criação de hardwares e até mesmo no quesito humano social, dado que esses dispositivos inteligentes passar a coletar muitas informações sobre os seus usuários, assim, essa tecnologia resulta também no levantamento de alguns quesitos relacionados à segurança e privacidade do usuário (ALBERTIN et al., 2017).

O termo IoT foi usado pela primeira vez em 1999 por Kevin Ashton, onde temos o termo coisas que se referem à gama de possibilidades que pode ser empregada a IoT e o termo internet porém não necessariamente a IoT só atenderam

dispositivos conectados à internet, podendo então estar ligada em outros dispositivos através de uma rede dedicada ou até através de um *bluetooth* ou infravermelho (ALBERTIN et al., 2017)(MAGRANI, 2018).

Exemplificando, temos os relógios *smartwatch* que se conectam nos *smartphones* através de *bluetooth*, assim o *smartphone* recebe às informações da pulseira e através de um aplicativo e nesse ponto se conecta na web e utiliza serviços em nuvem para armazenar, analisar e compartilhar as informações coletadas (MAGRANI, 2018).

O ecossistema do IoT pode ser descrito primeiramente fazendo a coleta de dados através de sensores e microcontroladores, em seguida é feito o agrupamento e a transferência dos dados através de hub ou gateway, o hub interliga computadores em uma rede local recebendo dados de uma máquina e enviando os dados para outra máquina, já o gateway é um fio condutor que liga a conexão do dispositivo com a rede de internet, assim o ecossistema do IoT tem por fim, a análise e tomada de decisão, está é feita através de uma interface do usuário e um *smartphone* (ALBERTIN et al., 2017).

O IoT é uma evolução que se iniciou com as redes se conectando computadores a outros computadores, porém vem ganhando muita força com o avanço gigantesco da tecnologia como obtenção de microchips e microcontroladores, Big datas, computação em nuvem e às assistentes virtuais inteligentes, dentre outras (ALBERTIN et al., 2017).

A abundância da Internet das Coisas proporcionou um novo tipo de serviço de assistente virtual inteligente, este serviço é normalmente entregue através de um alto-falante inteligente que interage com o usuário usando uma interface de usuário de voz, permitindo que o usuário comande o sistema apenas com voz (ATZORI et al., 2010).

O IoT refere-se à interconexão digital de objetos através da Internet tornando-os “inteligentes”, o que proporcionam oportunidades de oferecer soluções que influenciam seguramente na qualidade de vida das pessoas, alcançando eficiência (ATZORI et al., 2010). Alguns dos dispositivos eletrônicos que fazem parte da IoT são placas de baixo consumo de energia e baixo custo, como o Arduino, microcontroladores ESP 32, Raspberry Pi (ATZORI et al., 2010).

Assim, o IoT é uma ferramenta que abrange todo o desenvolvimento de aplicações com tecnologias inteligentes, como a assistente virtual inteligente da Amazon Alexa, esses dispositivos ajudam a gerar listas, lembretes, alarmes, rotinas entre outras funções que oferecem de acordo com o modelo Echo ou aplicativo que está sendo usado (ATZORI et al., 2010).

Além disso, com a integração de voz assistentes, adiciona-se uma infinidade de funcionalidades, como a ligação de equipamentos inteligentes como plugues, luzes e outros tipos de equipamentos usados em uma casa inteligente. Da mesma maneira, essas tecnologias podem ser usadas por qualquer desenvolvedor para criar seus aplicativos para melhorar uma área específica, como segurança ou para melhorar a qualidade de vida, dentre outras (ATZORI et al., 2010).

2.5. Sinric Pro

O Sinric Pro é uma plataforma desenvolvida por um usuário da Alexa e Google Home, para o uso gratuito, nela conta-se com as opções de sistemas de controles de componentes inteligentes que podem ser vinculados ao servidor da Amazon (SINRIC PRO, 2022).

Assim, o mecanismo de trabalho no sistema funciona com a nuvem que beneficia os dois sistemas de comunicação, dessa forma, o servidor da Amazon Alexa recebe a requisição e executa o comando e o sistema do Sinric Pro vai controlar os dados recebidos dos dispositivos inteligentes conectados (SINRIC PRO, 2022).

A plataforma possibilita uma vantagem, que é trabalhar todo o sistema de aplicações da interface de programação de aplicativos (API) da Amazon para o dispositivo, permitindo que o desenvolvedor controle e concorde com as ações já realizadas pela Amazon em dispositivos inteligentes (SINRIC PRO, 2022).

Diante disso, o sistema da assistente virtual Amazon Alexa quando receber uma requisição do usuário para completar aquela ação o sistema vai puxar no servidor do Sinric Pro e fornecer a coleta de dados dos dispositivos inteligentes adicionados na aplicação desenvolvida (SINRIC PRO, 2022).

O servidor da Amazon Alexa só reconhecerá uma aplicação desenvolvida utilizando a plataforma do Sinric Pro para controlar os dispositivos inteligentes, caso

o desenvolvedor utilize uma *skill* e a ative na Alexa e a *skill* deve-se vincular a conta do Sinric Pro (GREGOLETO, 2022).

A comunicação que o Sinric Pro permite são comunicações entre dispositivos IoT e nas plataformas de automação como Amazon Alexa, Google Home, Samsung SmartThings e IFTTT. É importante ressaltar que essa ferramenta pode ser manuseada em todos os dispositivos Arduino, microcontroladores ESP32, dentre outros componentes (GREGOLETO, 2022). A utilização da plataforma pode ser em uma página web em formato de dashboard permitindo que o desenvolvedor modifique e crie suas aplicações.

Dessa forma, o funcionamento do sistema ocorre com a interação do usuário com a Alexa, onde o mesmo realiza às requisições, a requisição é transferida da Alexa para o Sinric Pro, o sistema do Sinric Pro se comunica e coleta os dados dos dispositivos IoT, assim a plataforma devolve a informação para a assistente virtual inteligente que desenvolve a requisição para o usuário (GREGOLETO, 2022).

Na Figura 19, mostra um diagrama de blocos das etapas para trabalhar utilizando o Sinric Pro onde, o primeiro passo é criar uma conta na plataforma do Sinric Pro após isso, deve-se criar os dispositivos de uso no sistema e sequencialmente esses dados irão para o servidor do Sinric Pro, do servidor é feito um download dos dispositivos de uso que o servidor do sistema trabalha assim é feita a instalação e configuração do aplicativo de trabalho que volta solicitando conexão ao servidor do sistema, o sistema ainda pode operar com dispositivos virtuais.

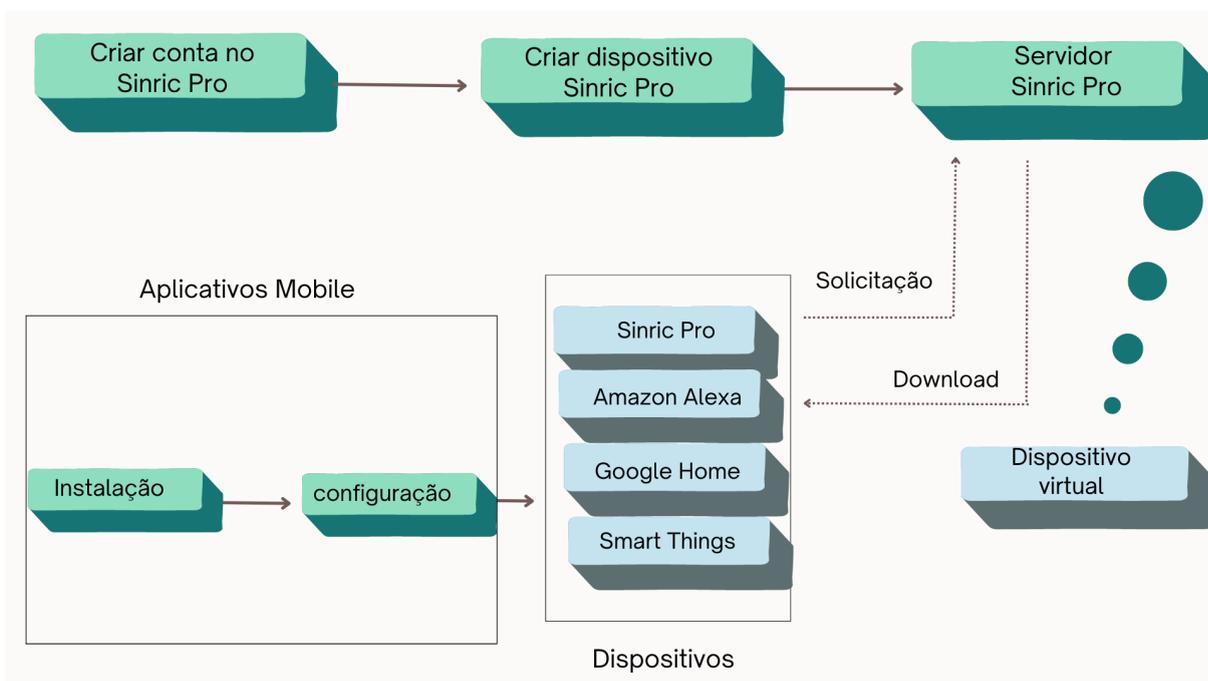


Figura 19. Estrutura do Sinric Pro. **Fonte.** Autoria própria.

Desse modo, compreende-se como utilizar a plataforma, criando a conta, configurando o dispositivo e adicionando através da utilização da plataforma Sinric Pro.

2.6. Assistente virtual com interface de voz

A assistente virtual com interface de voz, de acordo com algumas bibliografias de referências usadas, é uma interface de voz com usuário, da qual é definida pela interatividade associada entre o sistema e usuário por via de comandos de som. Desse modo, essa interação resulta em dois modelos de resposta que são: a “entrada de fala do usuário” e a “saída de fala” do sistema (ALENCAR et al., 2013).

No modelo de mensagem “saída de fala” podemos chamá-la também de “não falada”, nessa constante pode-se resultar elementos não-verbais como elementos que não constituem um diálogo como música ou sons (EDU et al., 2021).

A interface de voz com usuário é composta por basicamente três constantes principais que são: *prompts*, gramáticas e lógica de diálogo. Sequencialmente, os *prompts* representam o grupo de dados em formato de voz que retornam ao usuário durante uma interação, e essa voz pode ser tanto gravada ou sintetizada (EDU et al., 2021)(FERNANDES, 2021).

Por outro lado, a constante gramática corresponde a todas às opções que o usuário poderá ter de retorno às suas requisições, dessa forma, mesmo que o usuário não forneça todos os dados suficientes para concluir aquela requisição, o sistema consegue responder fazendo um mapeamento da gramática com os trechos fornecidos. Em síntese, a lógica de diálogo corresponde ao exercício de interatividade relacionada ao sistema e o usuário, assim essa constante é capaz de definir as execuções da assistente virtual fundamentada nas solicitações obtidas (ALENCAR et al., 2013).

Diante disso, como mostrado na Figura 20, pode-se ver um exemplo de interação de um usuário com uma assistente virtual, dessa forma, o sistema está exemplificado por um empresa que conta com uma plataforma de serviço por assistente virtual realizando uma solicitação de requisição pelo usuário.

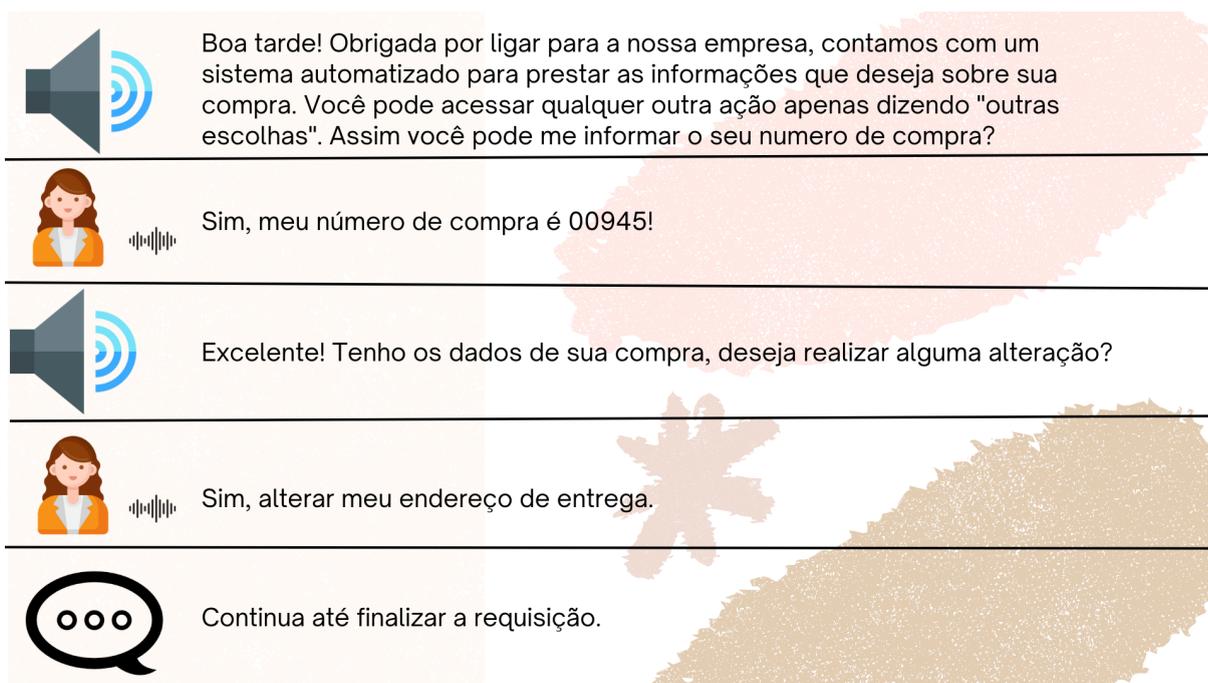


Figura 20. Interação do usuário e um assistente virtual. **Fonte.** Autoria própria.

Diante desse exemplo percebe-se, que a assistente virtual realiza um atendimento com mensagens pré-gravada, assim, significa que está retornando um *prompt*, dessa forma o sistema espera-se às seguintes respostas do usuário como "Sim", "Sim, meu numero de compra é 00945", "Não" ou "Não, não sei meu número de compra" dentre outras formas de pronúncias no mesmo contexto, assim, o

sistema possui uma gramática que assimila todos os dados da ação feita e os correlacionam (FERNANDES, 2021).

O desempenho de um assistente virtual está associado ao grupo de modelos usados em sua elaboração. Como a um leque gigantesco de possibilidades de parâmetros que podem solucionar distintos requisitos a serem implementados em um assistente virtual, isso permite que sejam aplicados em soluções para vários contextos em problemas atuais.

Ainda, de acordo com a referência (ALENCAR et al., 2013), é possível compreender que conhecer os diferentes atributos dos assistentes virtuais é a melhor forma de identificar os tipos existentes no mercado. Assim, cada especificação conta com características distintas relacionadas ao comportamento, propósito, apresentação, forma de comunicação, memória, idioma de comunicação, expressão idiomática, aprendizado, formato de apresentação da informação, facilidade de reorientação em algoritmos de busca, observação do comportamento das capacidades do usuário e integração com os sistemas de informação de empresa.

Vale ressaltar que dispositivos com assistentes virtuais têm três condutas base que são: conduta passiva, dinâmica ou dinâmica com estímulo. O comportamento passivo é quando o assistente virtual aguarda o usuário realizar qualquer interação através de uma frase ou palavra. Por outro lado, o comportamento dinâmico é quando o assistente virtual é estruturado para realizar ajuda ao usuário sem precisar de nenhuma requisição do usuário para que essa interação aconteça. E o comportamento dinâmico com estímulo é quando o assistente virtual realiza ajuda diante de entender que o usuário realizou várias tentativas falhas em uma ação (ALENCAR et al., 2013).

Os assistentes virtuais tem vários modelos, como por exemplo, os modelos em figuras humanas, de animais ou robôs e também em modelos sem formas como as caixas de diálogos. Já o contexto que um assistente virtual pode abordar é amplo, indo desde pontos simples do cotidiano a assuntos mais complexos e científicos. Também conta com a opção de ser programado para abordar temas específicos do usuário e de funções de aplicação(FERNANDES, 2021).

Ainda, nota-se que o formato de comunicação que o assistente virtual apresenta depende muito do idioma e suas dicções, dessa forma, alguns deles são

capazes de falar em várias línguas, outros somente uma linguagem específica. Também a várias aplicações de linguagem e dentre elas à aplicações mais informais, que abordam sinônimos, bordões, dialetos e gírias, dentre outros. E a outras aplicações por outro lado que seguem o padrão de linguagem formal.

A respeito de armazenamento de dados de uma assistente virtual e suas interações com usuários, pode ser possível, desde que o assistente virtual possua memória de armazenamento. Assim, caso o assistente virtual não possua memória ele retorna às respostas de interação com o usuário de forma independente do contexto(FERNANDES, 2021).

Portanto, compreende-se que existem assistentes virtuais que se adaptam mediante as interações feitas pelo usuário, e isso só é possível através da sabedoria do assistente que é produzida à medida em que obtém e remete novos dados. Por outro lado, há assistentes virtuais que independentemente do número de interações entre o usuário e o assistente, não modificam ou aprimoram as suas habilidades. E ainda, a assistentes virtuais que podem ter a função de reposicionamento, onde podem apresentar páginas da internet em ações requisitadas pelo usuário e os assistentes virtuais que não contam com esse comportamento são classificados como: sem capacidade de reposicionamento.

2.7. Assistente virtual Inteligente

Assistentes virtuais inteligentes de acordo com a referência (ALENCAR et al., 2013) são softwares de computador que se comunicam com o usuário diante de linguagem natural, isso só é possível pelo recebimento de mensagens de voz do usuário, assim o assistente virtual inteligente retorna uma resposta coesiva à requisição. Assim, é notório observar que a interação de um assistente virtual inteligente com um usuário é programada para que tenha o comportamento similar às interações humanas.

Com os avanços tecnológicos, os assistentes virtuais inteligentes respondem a distintas solicitações, as solicitações por comando de voz podem ser feitas desde há buscas por aplicativos ou páginas de navegação na internet a aplicações mais específicas utilizados outras tecnologias, o que diferencia do assistente virtual, por exemplo em uma solicitação de pesquisa por aplicativo ou página de navegação na

internet, para realizar suas ações, precisam encontrar a informação solicitada e reposicionar agilmente a página e retornar uma resposta ao usuário(FERNANDES, 2021).

Dessa forma os assistentes virtuais inteligentes podem realizar ações simples, como fornecer informações climáticas e ações mais complexas, como o uso de ferramentas através da internet das coisas onde podem interagir com objetos no mundo real (ALENCAR et al., 2013).

Com isso, a assistente virtual inteligente vem contribuindo para o desenvolvimento de várias áreas como é o campo da automação residencial, do qual permite que se obtenha o controle de funções domésticas mediante a comunicação entre o usuário e a assistente virtual. Assim, com o uso da assistente virtual inteligente voltado para o controle de eletrodoméstico ou tecnologias encontra-se no comércio dispositivos inteligentes compatíveis com a assistente virtual, como exemplo, o controle das luzes através de lâmpadas inteligentes (FERNANDES et al., 2016).

Mediante esse contexto constata-se os três principais serviços de assistência virtual disponíveis atualmente no mercado que são: Alexa da empresa Amazon, Google Assistant da empresa Google e Siri da empresa *Apple* (FERNANDES et al., 2016).

Cada um dos modelos de assistente virtual citados anteriormente se distingue pelo campo de atuação, por exemplo, a Amazon Alexa presta seus serviços em dispositivos *Echo* da Amazon, disponibilizando tecnologias inteligentes de voz e vídeo. Por outro lado, o campo de atuação do Google Assistant ocorre através do dispositivo de voz Google Home, e por fim o campo de atuação da Siri ocorre através do uso de dispositivos fabricados pela *Apple* (ALENCAR et al., 2013).

Descrevendo mais sobre a Alexa, suas características técnicas e grau de inteligência se evidenciam no mercado pois atende um percentual maior de funções, e ainda pelo fato que é bastante flexível em realizar implementações associadas ao seu sistema.

Quando comparado às outras assistentes virtuais mencionadas ambas podem se conectar a objetos reais, porém a um grande diferencial que a Amazon proporciona através da Alexa e sua plataforma que é a opção de criação de *Skills* ou

habilidades e rotinas, assim o usuário pode criar *skills* e testá-las conforme suas necessidades (ALENCAR et al., 2013).

Portanto, além dos usuários adquirirem a assistente virtual e habilitar todas as suas funções, ele ainda tem a possibilidade de ser um desenvolvedor e receber opções de ofertas com mais ferramentas para criar suas próprias aplicações dentro da plataforma. Ainda, vale ressaltar que caso o usuário não tenha interesse em ser um desenvolvedor ele simplesmente pode entrar na loja da Amazon Alexa e habilitar em seu dispositivo um leque de opções de *Skills* já desenvolvidas que seja do interesse do usuário (FERNANDES, 2021).

2.7.1. Estrutura da assistente virtual

Esse tópico irá abordar os elementos referente a estrutura, funções e tecnologias envolvidas da assistente virtual Alexa. Desse modo, os dispositivos que operam com o sistema de assistência virtual da Amazon Alexa contém microfones que permitem a interatividade de voz com o usuário.

Assim, através dessas características nos dispositivos Alexa é possível fazer a captura das solicitações e mandá-las para o *Alexa Voice Server* para se obter os processamentos da requisição feita pelo usuário. Dessa forma, pode-se perceber através da Figura 21 como funciona o ecossistema da assistente virtual Alexa.

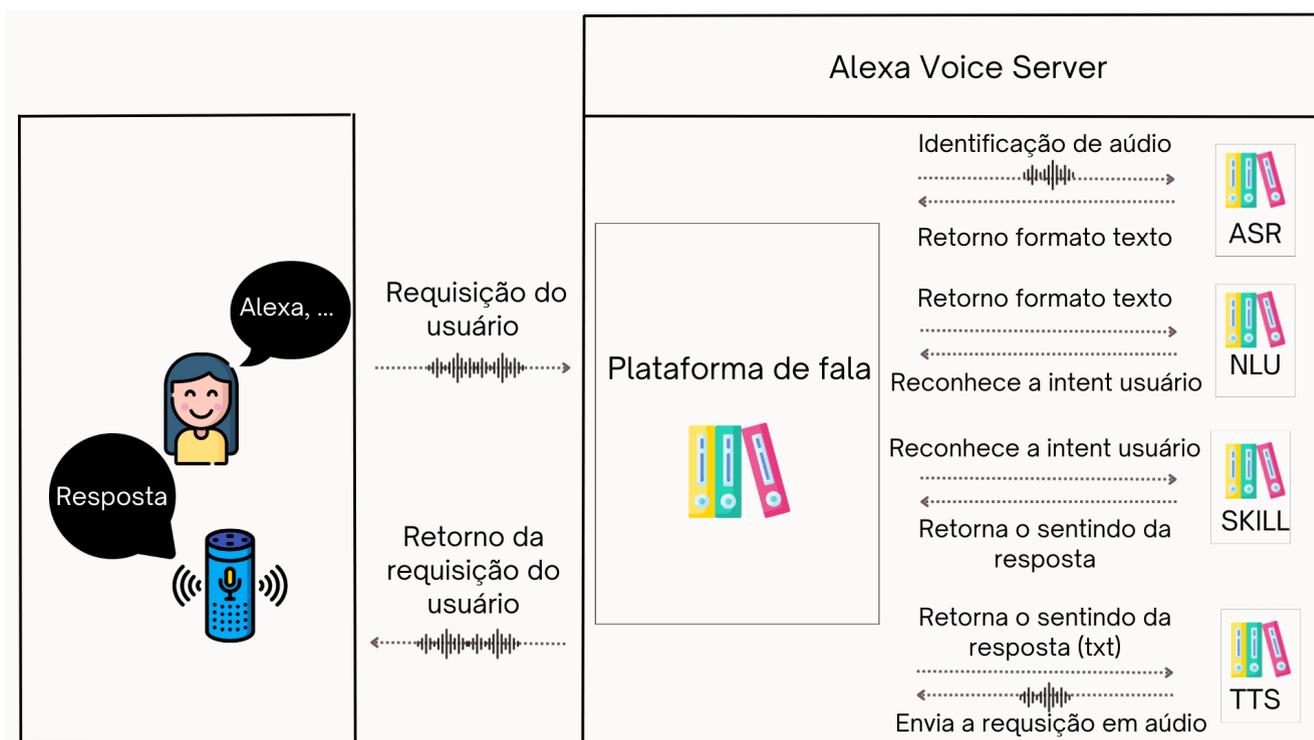


Figura 21. Estrutura de funcionamento da assistente virtual. **Fonte.** Autoria própria.

De acordo com a ilustração, é possível compreender o funcionamento da ecossistema da Alexa, diante disso, o usuário realiza uma requisição para o dispositivo echo da Alexa e esse primeiro contato é nomeado com ativação do sistema, dessa forma o usuário deve dizer a fala exatamente como está especificado no manual de uso do dispositivo, diante disso quando usuário diz "Alexa" o sistema entende que a assistente virtual está sendo solicitada (FERNANDES, 2021).

Em seguida à este passo, o dispositivo captura essa requisição do usuário no formato de áudio e encaminha ele para a *Alexa Voice Server* mais especificamente para a plataforma de fala dentro da *Alexa Voice Server*, a plataforma de fala remete essa requisição para outro dispositivo nomeado como reconhecimento automático de fala (ASR) e no ASR é responsável por pegar essa requisição do usuário em formato de áudio e converter ele para formato textual.

Quando a requisição do usuário sai do ASR em formato de texto, ele manda para a plataforma de fala que direciona essa requisição em formato textual para a compreensão de linguagem natural (NLU), na NLU o objetivo principal é a busca por compreender a *intent* ou intenção do usuário. Desse modo, o NLU tenta compreender o sentido da requisição e após ser processado essa informação

através de mecanismos de aprendizagem de máquina ele retorna para a plataforma de fala essa requisição (ALENCAR et al., 2013).

Sequencialmente, para que a requisição solicitada seja coerente a plataforma de fala busca por componentes em *skill*, do qual pega a informação feita na NLU com a *intent* e analisa qual a aplicação da *intent* que melhor se aplica para a requisição solicitada.

Assim, a informação processada é devolvida para a plataforma de fala que encaminha para o dispositivo *Text-to-Speech* (TTS), que é o texto para fala, então, esse dispositivo recebe a informação da plataforma de fala que converte essa requisição de formato textual para formato de áudio, do qual devolve essa informação em formato de áudio para a plataforma de fala (ALENCAR et al., 2013).

Portanto, depois de todos esses passos o sistema é capaz de pegar a requisição devolvida pela plataforma de fala e encaminhar a para Echo Alexa para que a mesma transmita a informação por áudio para seu usuário.

2.7.2. Skill na Amazon Alexa

A *skill* na Amazon Alexa são as habilidades assim como um aparelho celular conta com funções para instalar aplicativos nele, assim também é uma *skill* na Amazon Alexa, são habilidades ou funções disponíveis para o usuário desenvolver ou simplesmente habilitá-las (HSU et al., 2021).

Às *skills* são os meios usados por voz que os desenvolvedores podem criar na Amazon Alexa, elas são ferramentas baseadas em nuvem que compõem os dispositivos Echo da Amazon (HSU et al., 2021).

Quando a *skill* é habilitada na Amazon são publicadas na *Alexa Skills Stores* como mostrado na Figura 22 pode-se ver a diversidade de *skills* desenvolvidas e disponíveis na plataforma separadas por categorias.

Procurar Skills por Categoria

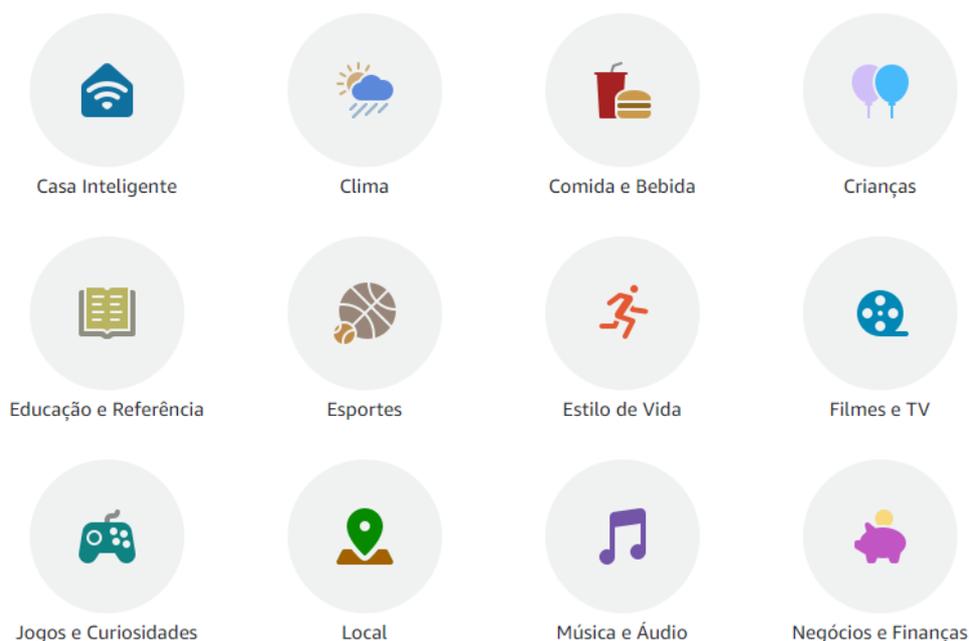


Figura 22. Categorias de *Skill* na Amazon Alexa. **Fonte.** (AMAZON, 2022).

Sequencialmente, após aprovação da Amazon, são publicados na *Alexa Skills Store* e o sistema conta com mais de 50.000 habilidades disponíveis. A entrada para cada Habilidade no *Alexa Skills Store* necessitam das informações seguintes como: nome, desenvolvedor, classificação do usuário, descrição das capacidades da habilidade, uma classificação de orientação e uma habilidade seção de detalhes, que pode incluir links para a seção de privacidade que é opcional e por fim assinar o termo de política de uso (MAJOR et al., 2022).

Ao criar um *skill* você tem que seguir alguns passos como definir a rotina, que significa que a Alexa poderá realizar uma sequência de ações automaticamente. Quando o usuário desejar usar uma *skill*, ele simplesmente basta ativar ela por comando de voz, como exemplo uma *skill* para ligar o ar condicionado da sala, então o usuário basta falar as frases de ativação colocadas na *skill* onde ele mesmo pode editar essas falar para o seu gosto pessoal, exemplo de fala de ativação seria: "Alexa, Ligue o ar condicionado!" (ACCARDI et al., 2012).

Porém quando um usuário adquire uma Echo Alexa ele não precisa instalar ou habilitar às *skills*, o sistema contará com algumas funções que quando o usuário ativar o comando para falar com aquela habilidade, ele retornará essas informações

através de uma atuação entre o usuário e o *back end* baseado em nuvem da *skill* (ACCARDI et al., 2012).

Desse modo, quando uma habilidade é ativada, o usuário não é informado explicitamente sobre uma política de privacidade ou solicitado para concordar com uma política de privacidade ou termos de uso, para isto o usuário que deseja inspecionar essas políticas deve acessá-las manualmente online (ACCARDI et al., 2012).

Assim, na Figura 23 é possível visualizarmos as melhores classificações de *skill* na área de saúde disponíveis na loja para a instalação, dentre elas podemos observar um total de dez *skills*.

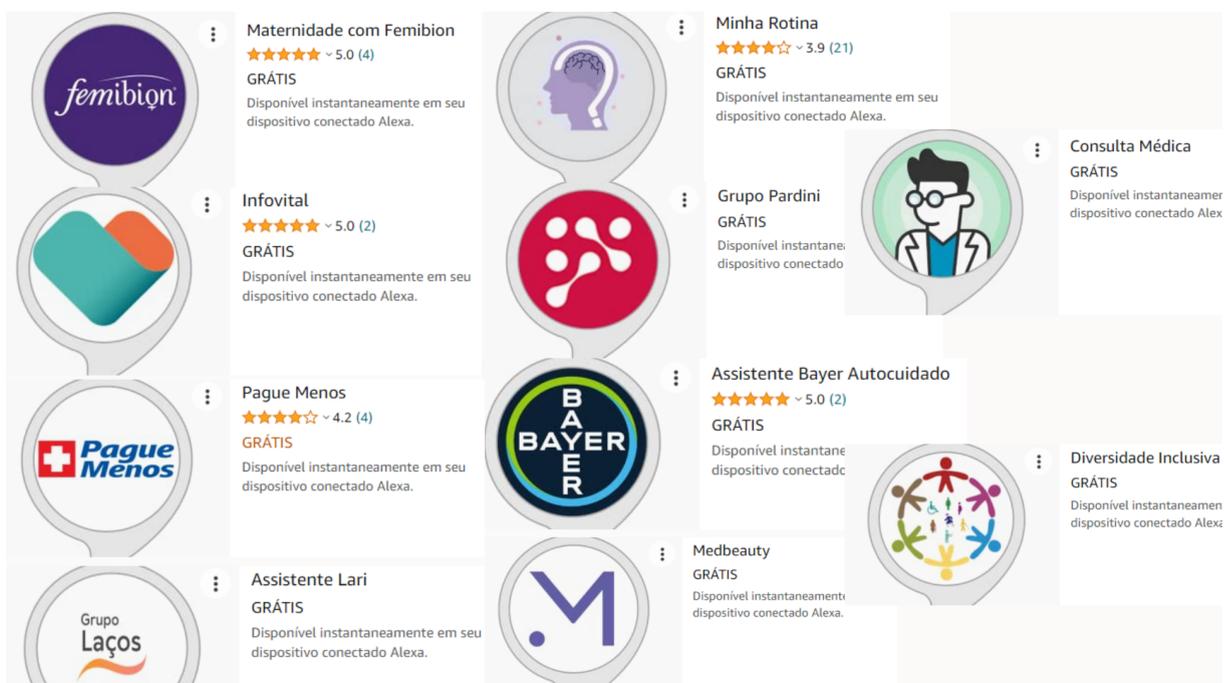


Figura 23. *Skill* disponíveis para o uso na Amazon Alexa. **Fonte.** (AMAZON, 2022).

A primeira “femibion” é sobre maternidade que aborda informações sobre todos os estágios da gestação, “infovital” é uma habilidade que fornece informações da plataforma infovital, temos também a habilidade “pague menos” que foi criada para agendamentos para o teste de covid, skil “assistente bayer autocuidado” que fornece dicas de autocuidado e outras informações sobre o programa o lado Bayer da vida (MAJOR et al., 2022).

Temos também a *skill* “Minha rotina” que fornece opções de listar rotinas para programação de medicamentos, “consulta médica” fornece a opção de marcar

consultas médicas e receber notificações para lembrar sobre as consultas, assim, podemos perceber a infinidade de opções disponíveis para desenvolver *skill* na plataforma algumas simples e outras um pouco mais complexas.

Diante disso, para utilizar algumas *skills* é necessário o login no site da loja da Amazon para que utilize algum serviço, exemplificando, em um *skill* do Uber na Amazon Alexa o usuário para pedir alguma corrida precisa vincular-se à uma conta no aplicativo Uber, o que permite a *Skill* identificar o usuário sempre que ele o acessa, e para executar esta vinculação, o usuário é obrigado a usar o Amazon Alexa mobile aplicativo e complementar vinculando manualmente a sua conta (AMAZON, 2022).

Sequencialmente, o mecanismo de uma *skill* segue um formato de interação, desse modo, o processo comunicativo é refletido para duas situações em uma interação no sistema que são, o evento e a intenção (AMAZON, 2022).

Os eventos são basicamente circunstâncias onde o usuário não determina uma intenção, exemplificando, lembretes ou alarmes. De modo antagônico, as intenções ou *intents* não são pré programadas, às *intents* são aproveitadas por *skill* onde o usuário comunica de formato distinto, respondendo tanto a dados dinâmicos como também fornecendo formato de comunicação informal (AMAZON, 2022).

Às *skill* na Alexa em sua confecção conta-se com dois modelos de interação do qual garante um assunto para qualquer diálogo entre o usuário e o sistema Alexa, os dois modelos são o *Pre-Built Interaction Model* e *Custom Interaction Model*.

O *Pre-Built Interaction Model* que é o modelo de interação pré-criado, assim, significa que os desenvolvedores que optam por esse modelo para a *skill* estão definindo um diálogo no processo de criação da *skill*, exemplificando temos *skills* sobre notícias diárias (ALENCAR et al., 2013).

Por outro lado, a *Custom Interaction Model* é um modelo de interação personalizada, do qual os desenvolvedores em seu processo de criação optam por desenvolver uma *skill* que emprega dados dinâmicos (ALENCAR et al., 2013).

Nesta opção o diálogo pode ser diferente para cada usuário dependendo do tipo de requisição feita, exemplificando, temos uma *skill* que pode realizar atendimento ao cliente, assim, a *skill* contará com vários modelos de diálogo atendendo às distintas questões de seus usuários.

Elucidando, na Figura 24, pode-se compreender que um exemplo de interação onde o usuário realize uma requisição com a Amazon Alexa, como na frase: “Alexa, olha na minha agenda e marque um lembrete às 21:00 horas” assim, o sistema compreende a sentença e sua intenção diante dos mecanismos estruturados nas palavras.

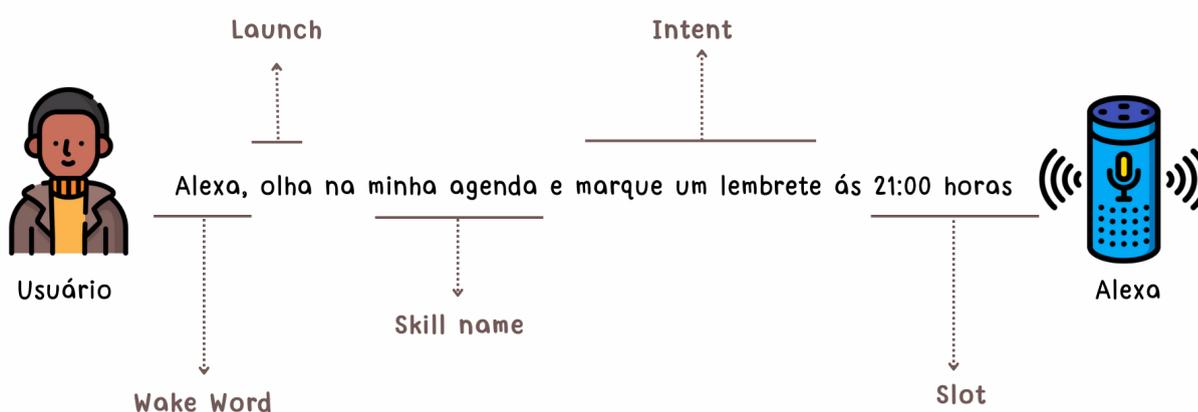


Figura 24. Estrutura do diálogo. **Fonte.** Autoria própria.

Como, Alexa sendo um termo “*wake word*”, olha sendo uma palavra “*launch*”, minha agenda sendo uma expressão “*skill name*”, marque um lembrete é o que representa uma “*intent*” e por fim o horário das 21:00 horas sendo uma “*slot*”.

Assim, às nomenclaturas que definem o sistema para compreender a intenção da requisição solicitada pelo usuário são: *wake word*, *launch*, *skill name*, *intent* e *slot*.

Dessa forma, a *wake word* significa a palavra de ativação, assim, o sistema compreende que será chamado para realizar alguma requisição. Assim, como já mencionado antes a Amazon definiu em seu processo de fabricação, a palavra é “Alexa” (ALENCAR et al., 2013).

Sequencialmente a *launch*, é uma expressão que se refere ao ato solicitado pelo usuário. Já a *skill name* é o nome da habilidade que o usuário vai usar. Ainda, temos a *intent* como já mencionado anteriormente é a atividade esperada para a execução na *skill* determinada (ALENCAR et al., 2013);

E por fim, o *slot* esse termo se refere às informações relevantes para definir a solicitação do usuário, porém ressalta-se que essas informações nem sempre são ditas.

Diante disso, os desenvolvedores contam com essa opção para que possam setar esse tipo de informação e fazer com que a assistente virtual questione o usuário, na falta deste dado para finalizar sua requisição.

3. TRABALHOS SIMILARES

Neste capítulo seguem todos os trabalhos similares e metodologias que foram interessantes para a fundamentação do projeto.

No tópico 3.1 é um trabalho sobre uma *Skill* desenvolvida na Amazon Alexa, analisando um trabalho sobre a classificação de imagens através da construção de uma *Skill*.

O tópico 3.2 é Automatização de Residencial analisando um trabalho de automação residencial utilizando a construção de uma *skill* na Amazon Alexa.

O tópico 3.3 é Aplicações com interface de voz com assistente virtual é um trabalho feito utilizando a assistente virtual de voz para a ajuda de pessoas portadoras de diabetes.

3.1. *Skill* desenvolvida na Amazon Alexa

Para o primeiro trabalho similar com o tópico de uma *skill* desenvolvida na Amazon Alexa tem-se o trabalho com o tema “Desenvolvimento de *skill* classificadora de imagens para Amazon Alexa”, pela referência (BERTOZZO et al., 2021), nele focou-se principalmente em uma fundamentação teórica baseada em *Machine Learning*, redes neurais, redes neurais recorrentes, redes neurais convolucionais e *automatic speech recognition*.

Dessa forma, o trabalho objetivou no desenvolvimento de uma *skill* na Amazon Alexa capaz de fazer buscar, identificar e processar imagens através de um modelo de *machine learning* e ainda vai entregar esse resultado após uma requisição do usuário para Alexa através do telegram (BERTOZZO et al., 2021).

Diante disso, o projeto forneceu todos os resultados esperados e abordou uma temática bem interessante de tecnologias e opção de comunicação da Amazon Alexa no desenvolvimento de sua *Skill*, assim o usuário quando realiza a requisição na Alexa recebe em poucos segundos às imagens em seu smartphone pelo telegram.

3.2. Automatização de Residencial

Sequencialmente descreve-se outro trabalho similar ao desenvolvido com o tema “Integrando assistente pessoal Alexa e aplicativo de celular *Blynk* para o controle do ESP8266 NODEMCU em aplicações de automação em geral”, (PEDROSA, 2021).

Neste trabalho o objetivo foi fazer comunicação de dispositivos inteligentes vinculados a automação residencial e associados a um servidor do aplicativo *Blynk* utilizando microcontrolador ESP8266 e diante disso serão implementados na Amazon Alexa através de uma habilidade (PEDROSA, 2021).

O projeto desenvolvido coletou todos os dados esperados de modo muito eficaz e ainda deixou margens para aprimorações futuras voltadas para a automação residencial, é muito interessante o fato que no trabalho desenvolvido foi possível visualizar o funcionamento do sistema através de um vídeo fornecido pelo autor.

3.3. Aplicações com interface de voz com assistente virtual

Por fim, um último trabalho similar bem relevante para o projeto foi o tema “*Alexa, What Should I Eat? : A Personalized Virtual Nutrition Coach for Native American Diabetes Patients Using Amazon’s Smart Speaker Technology*”, (MAHARJAN et al., 2019) do qual neste trabalho os desenvolvedores focam em pacientes portadores de diabetes, assim a aplicação é feita pensando nas restrições alimentares desse grupo de pessoas.

A aplicação é feita utilizando a assistente virtual Alexa da Amazon, assim o usuário pode realizar requisições e receber orientações sobre sua alimentação, dessa forma, o trabalho focou em colocar na plataforma de busca da assistente virtual informação de bases de dados científicas, desse modo, todas as informações que a Alexa passar pro usuário é fornecida por órgão nutricionais no contexto de diabetes (MAHARJAN et al., 2019).

Assim, o trabalho ficou dentro do que foi planejado pelos autores tendo suas funções assertivas, porém, uma das preocupações com essa temática está

relacionada na diabete em si, pois cada portador de diabetes vão necessitar de uma dieta específica, assim, o projeto deixa de atender o paciente e foca mais eu fornecer informações de modo geral.

4. RESULTADOS

Neste tópico serão abordados todos os passos realizados no trabalho para a obtenção dos resultados.

No subtópico 4.1 são abordados os levantamentos de requisitos do sistema, assim apresentam todos os passos de classificação nos requisitos do sistema onde temos alguns requisitos funcionais, que é qual ação o sistema deve realizar, e não funcionais é como o sistema irá realizar suas funções, seguindo às principais necessidades do paciente.

No subtópico 4.2 irá abordar sobre a construção da *skill*, dessa forma, demonstrará todas as etapas para o desenvolvimento da *skill* apresentando alguns diagramas para melhor compreensão do sistema feito, e ainda, apresenta os passos para o desenvolvimento do sistema, dessa forma, esse passo está relacionado com toda a construção do projeto interligando a *skill* com o hardware desenvolvido.

4.1. Levantamento de requisitos

Para o levantamento de requisitos do sistema foi pensando principalmente no conforto do paciente em relação ao uso dos dispositivos controladores, assim, espera-se que seu uso resulte em qualidade nos dados fornecidos, leva em conta a necessidade de uma tecnologia que proporciona maior autonomia para os seus usuários, que seja capaz de se comunicar quando preciso e que além disso, por se tratar de dispositivos que serão usados por longa janela de tempo o principal ponto é que seja confortável o uso para o paciente.

Dessa forma, para o levantamento dos requisitos foi feita seguindo os principais passos que foram: a descoberta que constitui na determinação dos requisitos do projeto diante do estudo a respeito da segurança e qualidade do paciente, classificação e organização que está associada a classificação dos requisitos em funcionais ou não funcionais, priorização e especificação que analisa todos os requisitos levantados em ordem de prioridade como desejável, importante ou essencial e na especificação é a parte que documenta todos os requisitos.

O projeto tem as funcionalidades de comunicar os dispositivos e sensores presentes no leito hospitalar, assim o seu uso fornece aos usuários tanto controle de

luz do ambiente quanto outras funções ajustáveis de hotelaria como também a informação dos dispositivos.

Diante disso, foi necessário colocar o autor do trabalho a visualizar o projeto como usuário, e ainda, ter uma compreensão bem clara sobre os requisitos funcionais, que são o que o sistema vai fazer e os requisitos não funcionais, que é como o sistema irá realizá-los, desse modo, é compreendido melhor a necessidade de uso do sistema em si conforme elucidado na Tabela 2 abaixo.

Requisitos	Categorização	Priorização
Leitura de dados por um microcontrolador	Funcional	Essencial
emitir alertas	Funcional	Essencial
Informar sobre as funcionalidades da Alexa	Funcional	Essencial
Informar sobre temperatura ambiente no quarto	Funcional	Essencial
Receber requisições e enviar respostas por interface de voz	Funcional	Essencial
Usabilidade	Funcional	Importante
Confiabilidade	Não funcional	Importante
Realizar check-up de disponibilidade dos sensores	Não funcional	Importante

Tabela 2. Requisitos do sistema. **Fonte.** Autoria própria.

4.2. Desenvolvimento do sistema

O desenvolvimento do sistema foi norteado pelos seguintes passos: criar conta na Amazon Alexa, configurar a Echo, criar conta no Sinric Pro, compreender

às ferramentas de uso do microcontrolador ESP32, definir a estrutura de diálogos em cada rotina de cada sensor, desenvolvimento de uma *skill* para interação com o paciente e a construção do código na plataforma arduino IDE e por fim coletar dados do projeto.

Assim, o sensor usado na coleta de dados foi o sensor de temperatura DHT11, também foi usado um led para definir os comandos de luz no ambiente e acionamento da enfermeira, foi utilizado uma chave momentânea para representar a cédula de carga no projeto conforme mostrado na Figura 25. Os pinos definidos para cada um no código foram através das pinagens de entrada e saída dos dados GPIO, assim o sensor de temperatura foi definido na GPIO 5, o led na GPIO 12 e a chave na GPIO 14.

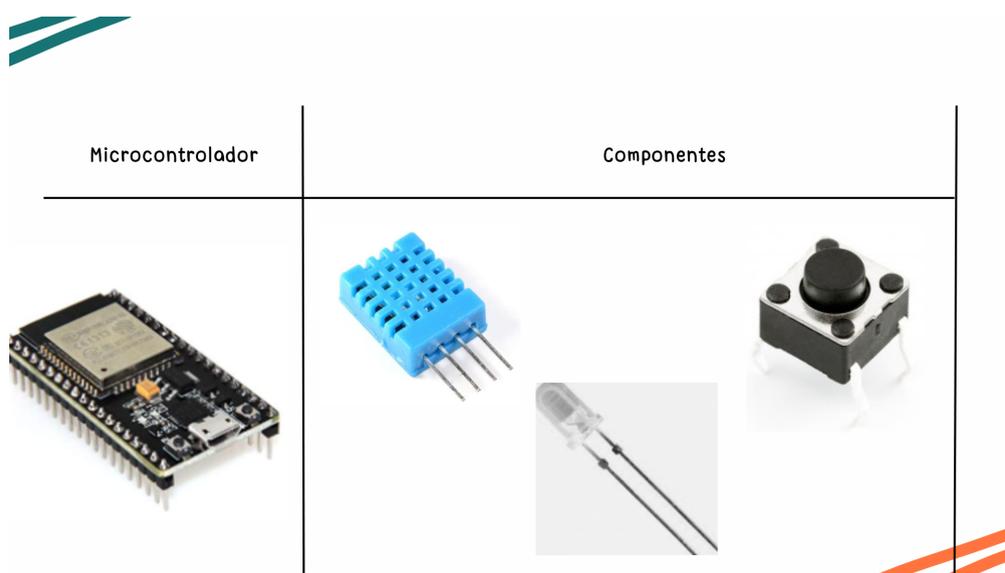


Figura 25. Componentes usados no projeto. **Fonte.** Autoria própria.

Já para a configuração na IDE do arduino, foi necessário a instalação de bibliotecas, para que o microcontrolador ESP32 reconhecesse a transferência de código, elas foram, Sinric Pro, Sensor DHT e Wifi.

Desse modo, o desenvolvimento na página do Sinric Pro se iniciou com a criação dos dispositivos inteligentes na plataforma, foram criados 3 dispositivos inteligentes clicando na aba de dispositivos, sequencialmente, é possível “adicionar dispositivos” clicando nessa opção para que este se comunique com a ESP32, assim, para a criação do dispositivo é possível, nomear o mesmo e colocar uma descrição, diante disso, o passo de criação do dispositivo na plataforma conta com

basicamente três tópicos chave que são: informação do dispositivo, notificações e temporizadores.

Após a criação do dispositivo na plataforma o dispositivo inteligente terá um ID de identificação, esse ID é aleatório e único, evitando assim que outros usuários tenham acesso aos seus dispositivos e pensando em quesitos de segurança e confiabilidade, a plataforma fornece uma senha e uma chave de usuário aleatório na aba de credenciamento na plataforma.

Para a construção do código no projeto é fornecido pela plataforma do Sinric Pro um modelo base, dessa forma foi desenvolvido o código de programação para que o mesmo realize as funções esperadas corretamente, vale ressaltar que, no código deve-se colocar os número de identificação únicos gerados tanto na criação da conta como na criação dos dispositivos e também são colocados às informações sobre sua rede wifi como usuário e senha.

Para a programação do microcontrolador ESP32, foram instalados às seguintes bibliotecas : biblioteca wifi.h para conectar a rede programada, do Sinric Pro que é "SinricPro.h", da chave "SinricProContactsensor.h" e do sensor de temperatura "SinricProTemperaturesensor.h".

Também foi feito um esquemático do projeto pela plataforma do Fritzing, conforme mostrado na Figura 26, o posicionamento dos componentes na protoboard e também na Figura 27 podemos observar o projeto montado e funcionando na protoboard.

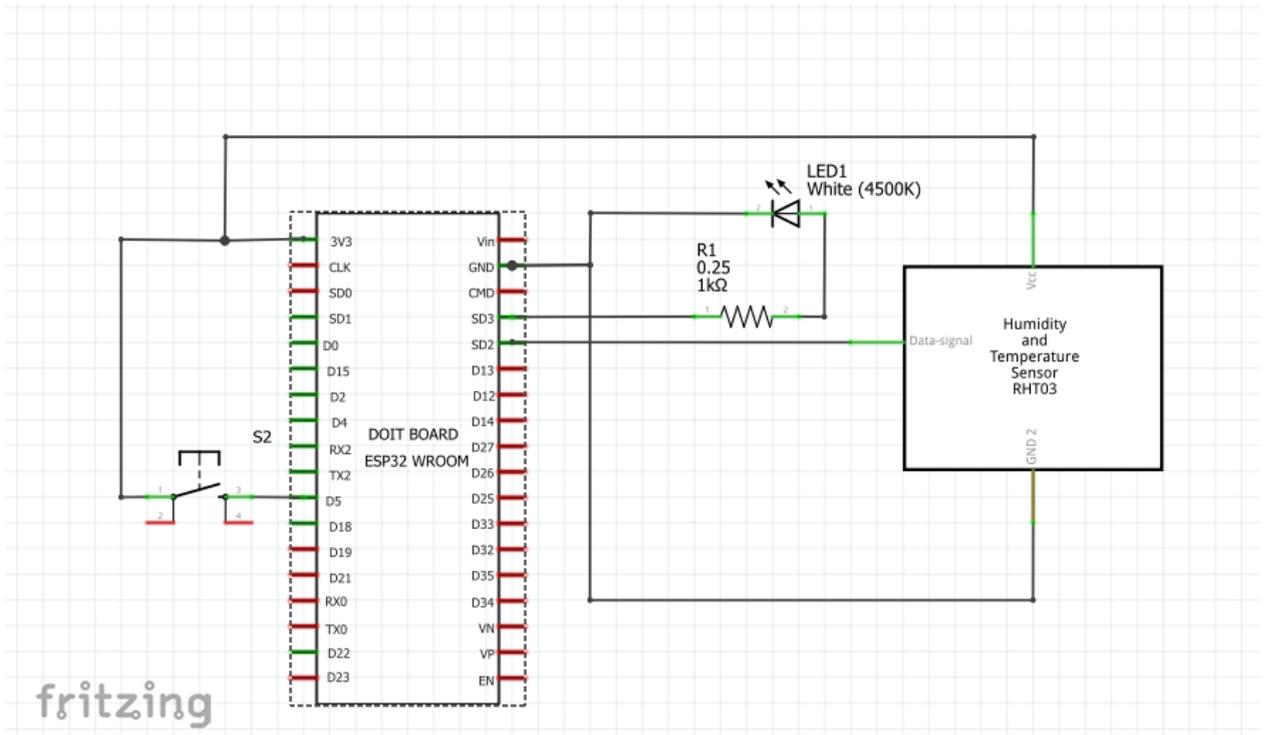


Figura 26. Esquemático do projeto. Fonte. Autoria própria.

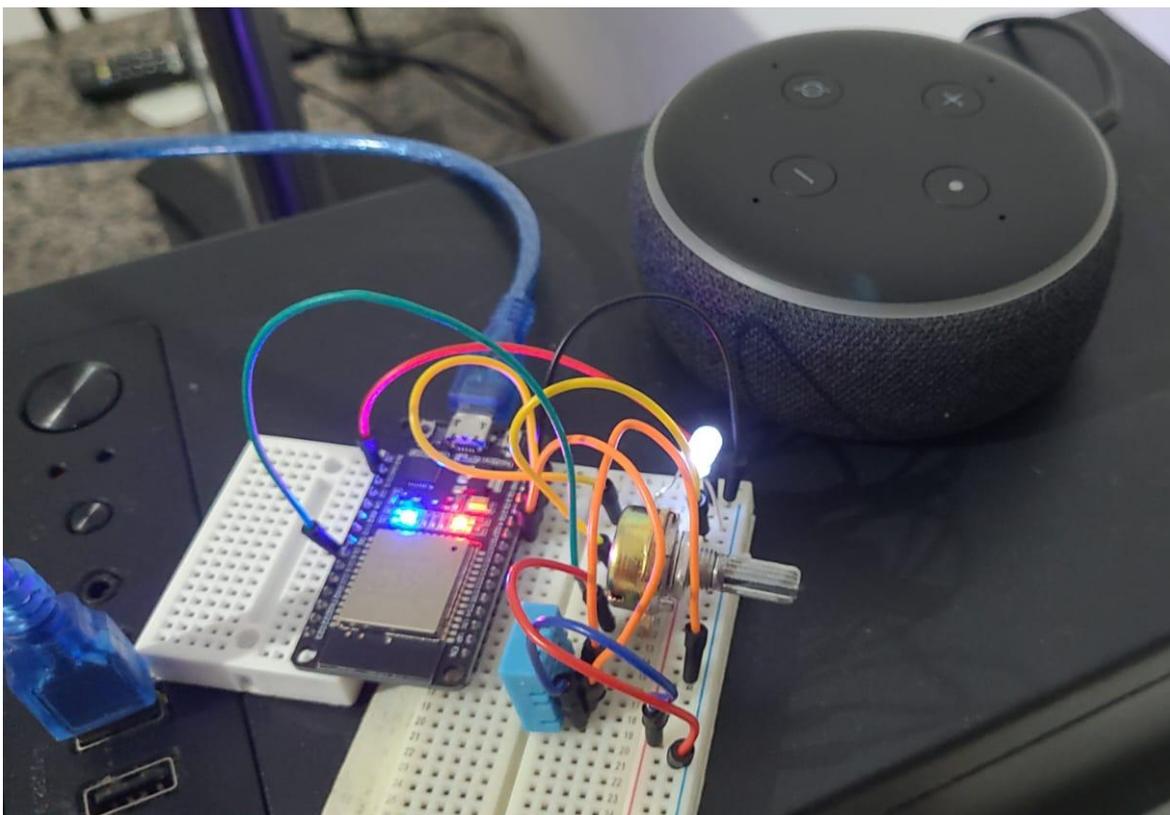


Figura 27. Projeto funcionando. **Fonte.** Autoria própria.

Para a construção da *Skill* primeiramente foram feitos os seguintes passos pensando na modelagem do sistema proposto, analisando principalmente a interação e do usuário com o sistema e a estrutura de diálogos possíveis.

A estrutura de diálogos foi voltada para as intenções e funções esperadas pelo sistema, formando caixa de interações e cada uma delas foi feita com as principais palavras chaves dos usuários e a assistente virtual Alexa, além de outras possíveis expressões.

Diante desses passos, foi feita a estrutura de falas na assistente virtual através do próprio site de desenvolvedor da Alexa Amazon, assim, foram feitos procedimentos para que a assistente virtual execute essas ações assim que for requisitada.

Primeiramente foi criado a conta na Alexa pela Amazon e selecionado na opção de desenvolvedor e diante disso, foi escolhido a opção de criar *skill*, ao selecionar essa opção abre uma janela no site com opções de personalização e é nesse passo que foi definidos o nome de ativação para a *skill* do qual é “abra hospital” conforme mostrado na Figura 28.

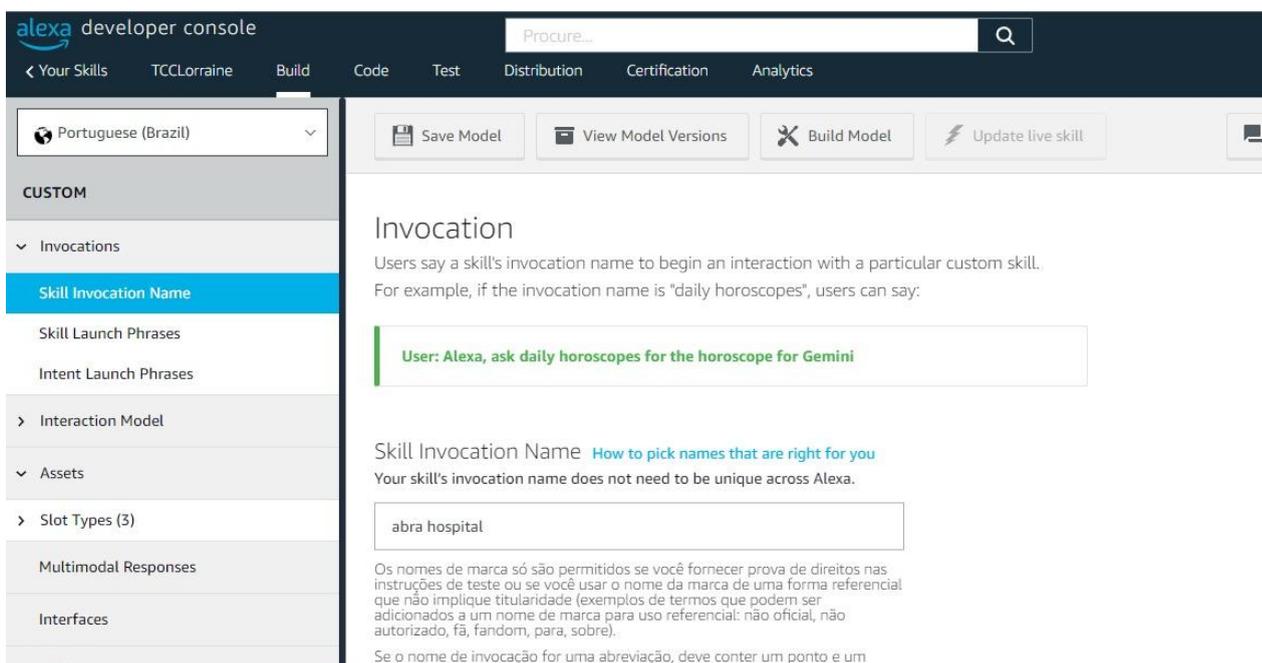


Figura 28. Personalização da *Skill*. **Fonte.** Autoria própria.

Sequencialmente, na parte de *build* ou construção foi determinado às *slot* da *skill*, das quais são: paciente, refeição e visita. Cada um delas foi adicionado de cinco a nove opções semelhantes de diálogo. E às *intent* do sistema se baseiam em nome da enfermeira, hora de visitas, hora do almoço, boas vindas. Dentro de cada intenção foi personalizado mais opções de interação do usuário com a assistente virtual como mostrado na Figura 29.

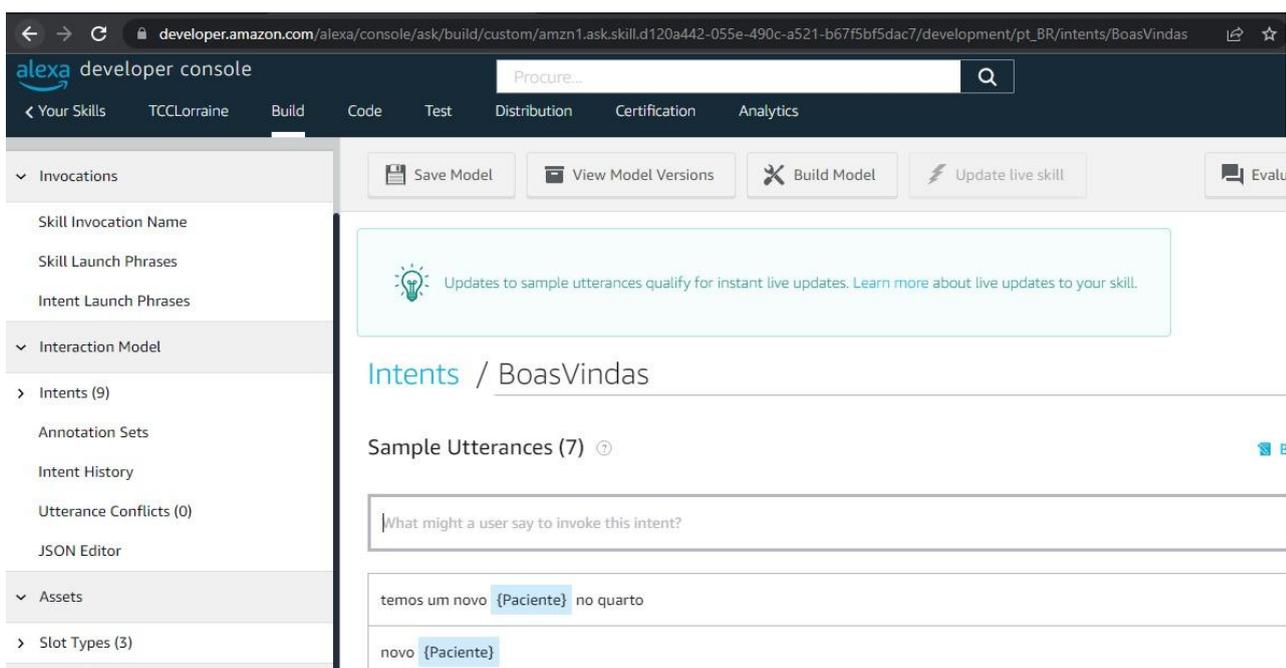
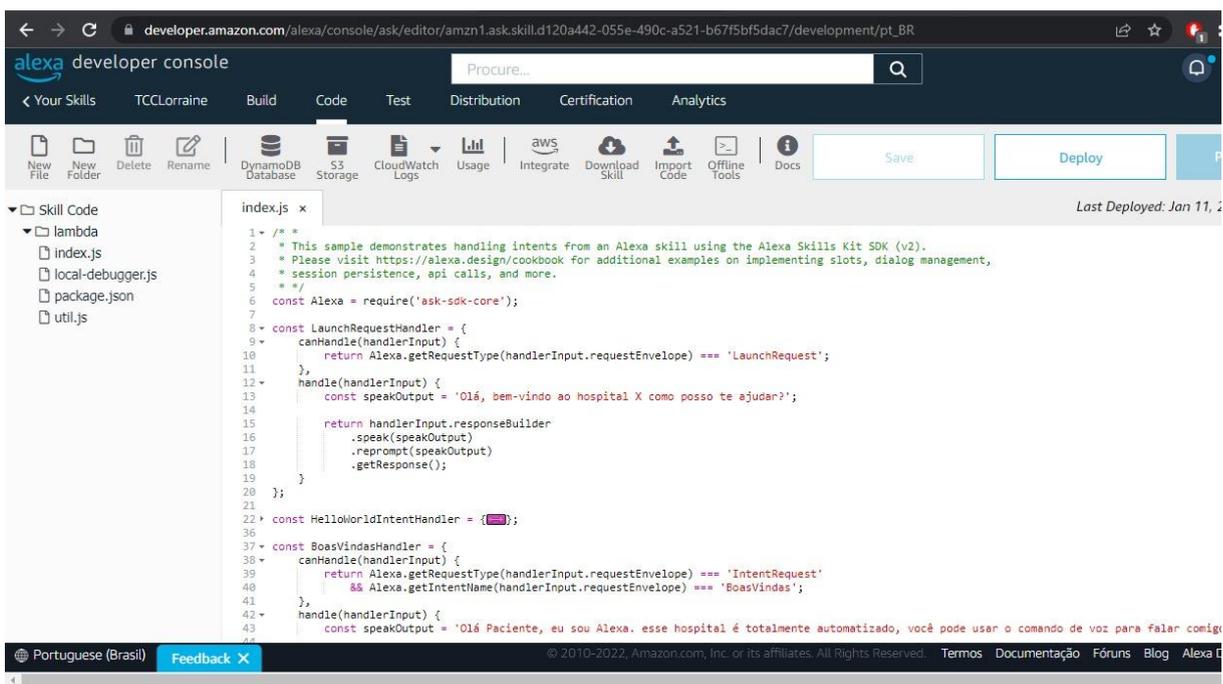


Figura 29. Intents da Skill. Fonte. Autoria própria.

Finalizando a parte da estrutura da *Skill* temos o código desenvolvido conforme mostrado na Figura 30, para construir o código da *skill* na plataforma o desenvolvedor tem várias opções de serviço de hospedagem para trabalhar e para o desenvolvimento do projeto foi escolhido Node.js que é uma linguagem de programação bem intuitiva.



The screenshot displays the Amazon Developer Console interface for an Alexa skill. The top navigation bar includes 'Your Skills', 'TCCLorraine', 'Build', 'Code', 'Test', 'Distribution', 'Certification', and 'Analytics'. Below this, there are various service icons like 'New File', 'New Folder', 'Delete', 'Rename', 'DynamoDB Database', 'S3 Storage', 'CloudWatch Logs', 'Usage', 'Integrate', 'Download Skill', 'Import Code', 'Offline Tools', and 'Docs'. The main area shows the 'Skill Code' section with a file explorer on the left containing 'lambda', 'index.js', 'local-debugger.js', 'package.json', and 'util.js'. The 'index.js' file is open, showing JavaScript code for handling intents. The code includes comments and logic for a 'LaunchRequest' handler that responds with 'Olá, bem-vindo ao hospital X como posso te ajudar?'. It also defines 'HelloWorldIntentHandler' and 'BoasVindasHandler'.

```
1- /* *
2 * This sample demonstrates handling intents from an Alexa skill using the Alexa Skills Kit SDK (v2).
3 * Please visit https://alexa.design/cookbook for additional examples on implementing slots, dialog management,
4 * session persistence, api calls, and more.
5 * */
6 const Alexa = require('ask-sdk-core');
7
8- const LaunchRequestHandler = {
9-   canHandle(handlerInput) {
10     return Alexa.getRequestType(handlerInput.requestEnvelope) === 'LaunchRequest';
11   },
12-   handle(handlerInput) {
13     const speakOutput = 'Olá, bem-vindo ao hospital X como posso te ajudar?';
14
15     return handlerInput.responseBuilder
16       .speak(speakOutput)
17       .reprompt(speakOutput)
18       .getResponse();
19   }
20 };
21
22- const HelloWorldIntentHandler = {
23-   canHandle(handlerInput) {
24     return Alexa.getRequestType(handlerInput.requestEnvelope) === 'IntentRequest'
25       && Alexa.getIntentName(handlerInput.requestEnvelope) === 'HelloWorld';
26   },
27-   handle(handlerInput) {
28     const speakOutput = 'Hello World!';
29
30     return handlerInput.responseBuilder
31       .speak(speakOutput)
32       .reprompt(speakOutput)
33       .getResponse();
34   }
35 };
36
37- const BoasVindasHandler = {
38-   canHandle(handlerInput) {
39     return Alexa.getRequestType(handlerInput.requestEnvelope) === 'IntentRequest'
40       && Alexa.getIntentName(handlerInput.requestEnvelope) === 'BoasVindas';
41   },
42-   handle(handlerInput) {
43     const speakOutput = 'Olá Paciente, eu sou Alexa. esse hospital é totalmente automatizado, você pode usar o comando de voz para falar comigo.';
44
45     return handlerInput.responseBuilder
46       .speak(speakOutput)
47       .reprompt(speakOutput)
48       .getResponse();
49   }
50 };
51
52- const ErrorHandler = {
53-   canHandle(handlerInput) {
54     return true;
55   },
56-   handle(handlerInput) {
57     const speakOutput = 'Sorry, I don\'t understand that. Please try again.';
58
59     return handlerInput.responseBuilder
60       .speak(speakOutput)
61       .reprompt(speakOutput)
62       .getResponse();
63   }
64 };
65
66- const handlers = [LaunchRequestHandler, HelloWorldIntentHandler, BoasVindasHandler, ErrorHandler];
67- const skillBuilder = AskSdkCore.AlexaSkillBuilder(Alexa);
68- skillBuilder.addHandlers(handlers);
69- const skill = skillBuilder.build();
70- exports.handler = skillHandler;
71-
72- function skillHandler(event, context, callback) {
73-   skill.execute(event.request, event.context, callback);
74- }
```

Figura 30. Código da Skill do projeto. **Fonte.** Autoria própria.

Diante disso, com a *skill* finalizada, no site do desenvolvedor é possível realizar toda parte de testes para a identificação de erros ou para visualizar a assertividade da *Skill*, conforme mostrado abaixo na Figura 31 os teste da *Skill* desenvolvida no projeto.

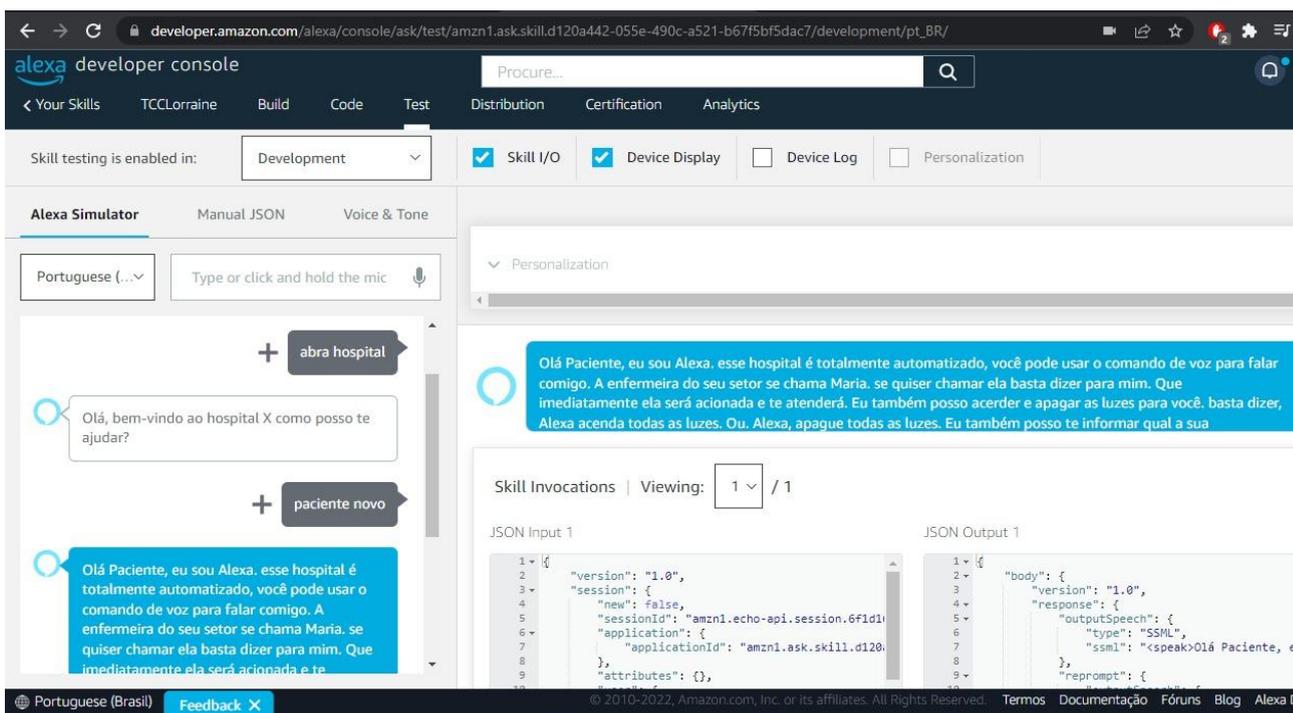


Figura 31. Fase de teste do código. **Fonte.** Autoria própria.

Sequencialmente, foi feita a instalação do aplicativo Sinric Pro na conta da Alexa na Amazon e assim colocados criados os dispositivos no sistema do Sinric Pro, após esse passo foi desenvolvida a rotina pelo aplicativo mobile da Alexa conforme mostrado na Figura 32.

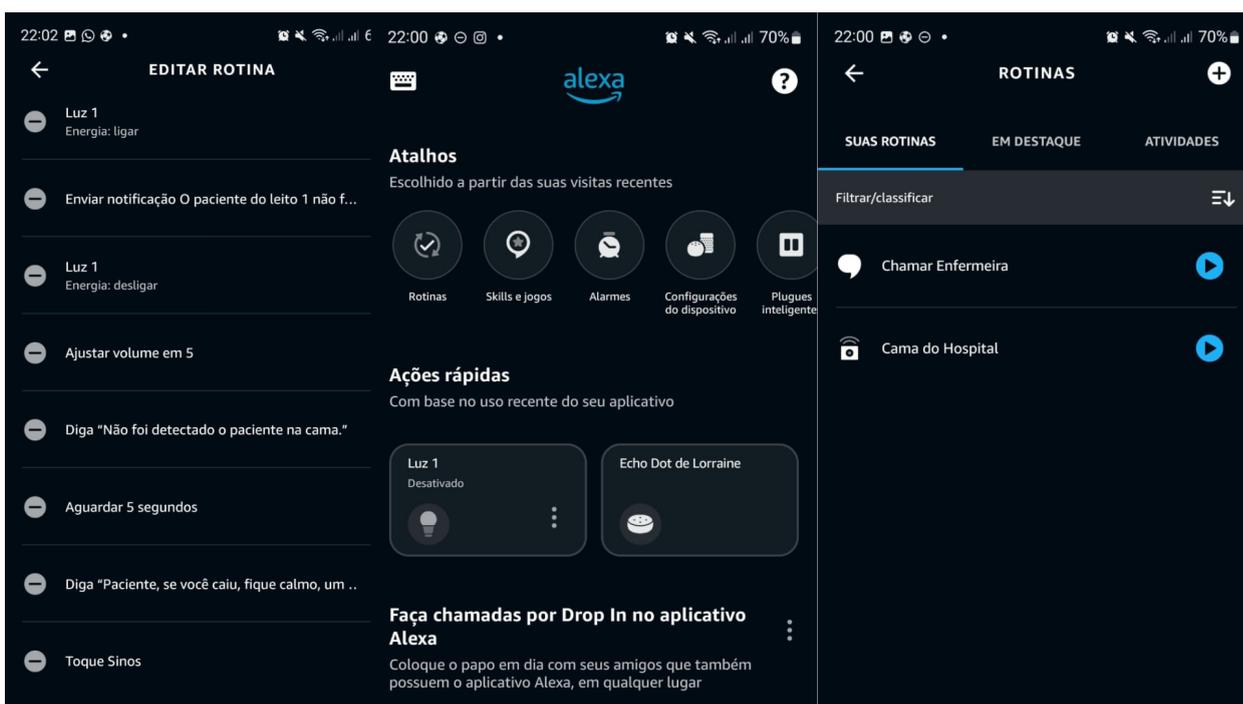


Figura 32. Rotinas no app mobile da Alexa. **Fonte.** Autoria própria.

Diante disso, foram desenvolvidas rotinas uma para chamar a enfermeira e a outra rotina para a cama do hospital, assim foram colocadas funções nelas pensando no máximo de cuidado com o paciente.

Para o sensor de temperatura o mecanismo de diálogo segue com o usuário solicitando uma requisição dizendo “Alexa, qual a temperatura do sensor?” Dessa forma a assistente virtual consegue retornar a resposta coletada do sensor.

Para a cédula de carga a composição de diálogo foi feita assim, primeiramente o sistema iniciará com o paciente deitado no leito, dessa forma, o sistema está fechado, quando o sistema abrir significado que o paciente está fora do leito, assim, a mecânica da rotina vai iniciar com a Alexa ligando a luz, elucidada no projeto pelo led, e após isso enviará uma notificação para o celular a enfermeira cadastrada em que o paciente pode ter tido uma eventual queda, diante disso, a alexa vai desligar a luz/led, ajustar o seu volume para médio, volume cinco, e notificar que não foi detectado paciente no leito, após um tempo de cinco segundos, a Alexa vai falar ao paciente que a enfermeira foi chamada e para finalizar essa ação vai emitir um sinal sonoro.

Para o funcionamento da luz sua estrutura de fala segue duas funções: uma na *skill*, sendo responsável por ligar a luz e desligar ao notificar a enfermeira sobre o

eventual risco de queda, e a outra na Sinric Pro sendo a luz inteligente do leito controlada pela Alexa.

Portanto, o desenvolvimento do projeto permitiu que a assistente virtual Alexa da Amazon reconhecesse a *skill* do Sinric Pro e automaticamente foram detectados os dispositivos inteligentes implementados como mostrado na Figura 33.

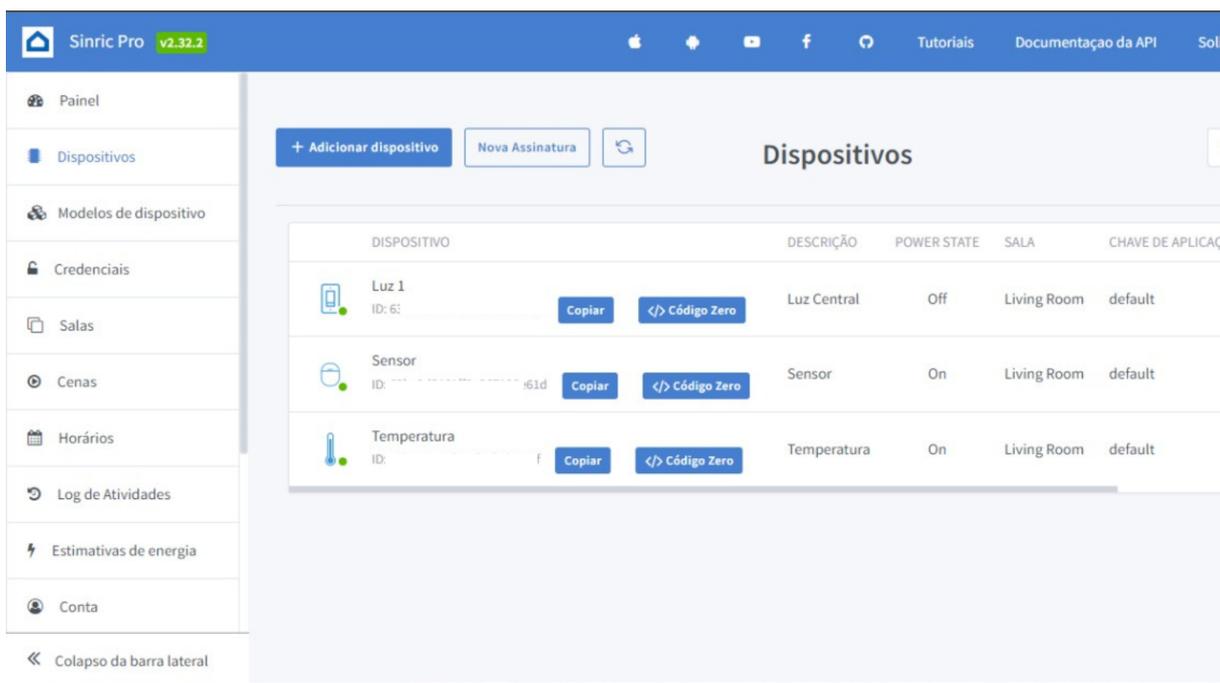


Figura 33. Dispositivos no Sinric Pro. **Fonte.** Autoria própria.

Dessa maneira, através de alguma requisição do usuário para a Alexa, a mesma poderá retornar às ações de controle feitas por comando de voz nos dispositivos inteligentes implementados e essa interação resultará de modo dinâmico e em um tempo de resposta muito eficiente.

Diante disso, o funcionamento do sistema desenvolvido segue conforme mostrado na Figura 34, primeiramente o usuário faz uma requisição para a assistente virtual Alexa, a Alexa envia esse áudio para a sua nuvem aws, assim na plataforma de fala é realizados vários mecanismos para converter e interpretar essa requisição utilizando ferramentas como *ASR*, *NLU*, *TTS*, *SKILL*.

Após essa etapa a Alexa requisita os dados pelo aplicativo Sinric Pro, do qual puxa os dados que estão sendo mensurados dos sensores pelo microcontrolador ESP32, então o microcontrolador envia os dados dos sensores para o Sinric Pro que

volta a informação para a Alexa, e ela converte essa informação para áudio e a echo devolve a requisição para o usuário.

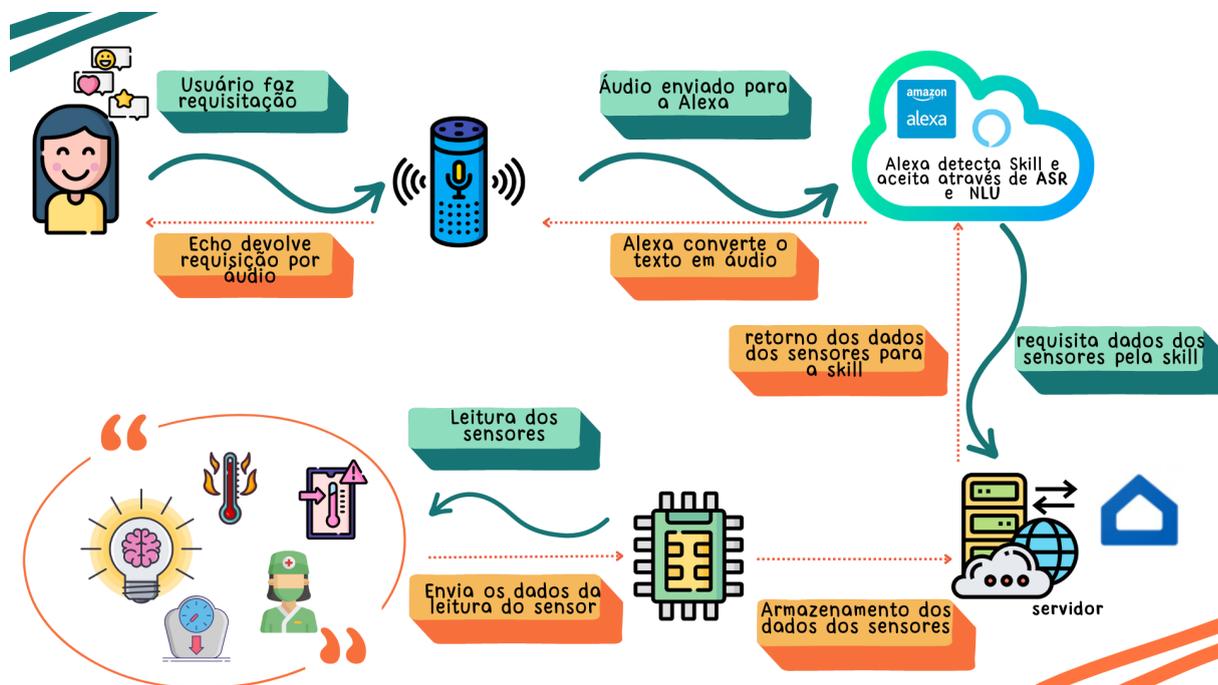


Figura 34. Diagrama do sistema do projeto. **Fonte.** Autoria própria.

Pensando no usuário interagindo com a assistente virtual em um ambiente hospitalar, onde também pode ocorrer de seus usuários serem pessoas mais velhas, das quais apresentam algum grau de dificuldade de interação com tecnologias, o diálogo proposto na interação do usuário com a assistente virtual é muito intuitivo.

Assim, como foi determinado em pesquisas feitas sobre a temática, o paciente em um leito hospitalar passa por um processo de educação do paciente, onde o profissional de saúde o orienta de todas as suas necessidades e procedimentos de uso de tudo em seu quarto hospitalar.

Dessa forma, o profissional de saúde vai iniciar a rotina hospitalar do paciente com a Alexa, assim o paciente poderá controlar as luzes, chamar a enfermeira e ainda ser monitorado caso o mesmo cai de seu leito, assim a Alexa irá notificar a equipe de enfermagem responsável sobre a possível queda do paciente e retornar essas informações para o paciente, do qual saberá que a enfermeira já foi avisada. Também será possível o acompanhamento de informações pertinentes como a temperatura daquele ambiente, horários de visitas e horário das refeições.

Ainda, no Apêndice A, é possível ver um vídeo demonstrativo do funcionamento do projeto, permitindo assim um teste entre o usuário e a assistente virtual Alexa, do qual é iniciado a ativação da mesma em suas *skills*, e a assistente virtual retorna todas às funções programadas da *skill* de modo eficiente.

Portanto, para a coleta dos dados e todo o funcionamento do projeto desenvolvido a estratégias de ações abordadas seguiram a linha do tempo demonstrada na Figura 35, demandando um tempo considerável a parte de estrutura de código em *Node.js* que é uma estrutura que permite o desenvolvimento em uma linguagem de programação em *JavaScript* e usando técnicas de hospedagem do código utilizando a nuvem aws da Amazon.



Figura 35. Linha do tempo do projeto. **Fonte.** Autoria própria.

Assim, todos os desenvolvimentos e coleta de resultados foram demonstrados neste capítulo do trabalho, observando-se, que todos os resultados coletados atenderam o propósito do projeto.

5. CONCLUSÃO

Portanto, o desenvolvimento do projeto se decorreu na busca pelas informações a respeito do funcionamento da assistente virtual Alexa da Amazon, compreendendo todas as suas funcionalidades e o sistemas de comunicação, assim, foi desenvolvido e optado por fazer uma junção com essa tecnologia inovadora e interligá-la a dispositivos inteligentes, que sejam aplicados em ambientes hospitalares, abordando a temática de pacientes internados em leitos hospitalares, proporcionando assim um ambiente mais confortável e de maior autonomia aos pacientes que se beneficiarem com essa solução.

Assim, o desenvolvimento do projeto focou em hotelaria hospitalar possibilitando que os pacientes tenham maior controle das funções disponíveis em um leito hospitalar, como funções de ajuste de luz, chamar enfermeira, informações a respeito de temperatura e umidade do ambiente e questões fisiológicas.

Para o teste de resultados do projeto foi feita a aplicação utilizando um sensor de temperatura ambiente do qual se comunica com um microcontrolador ESP32 do qual envia esses dados coletados para um servidor do Sinric Pro e este encaminha às informações para a Alexa, então a *Skill* desenvolvida proporciona ao usuário às informações relacionadas à temperatura ambiente e umidade, porém, a *skill* foi estruturada para acompanhar o paciente ou usuário em um ambiente hospitalar, então ela consegue chamar a enfermeira e a notificação é feita através do próprio aplicativo da Alexa Amazon no smartphone do profissional de saúde.

As demais funcionalidades foram colocadas na *skill* da Alexa, como checagem da temperatura corporal, dados de oximetria, controle de peso do paciente no leito, assim quando o mesmo não estiver sobre o leito a Alexa será capaz de notificar o profissional de saúde responsável pelo paciente, dessa forma, o paciente será recepcionado pela assistente virtual assim que entrar no leito e ele receberá as instruções de tudo que a Alexa pode fazer por ele naquele ambiente, resultando em maior segurança do paciente e autonomia do mesmo.

Os desafios para os resultados do projeto esteve associado principalmente ao fato da comunicação e desenvolvimento na leitura do sensor, assim, a estrutura da *skill* da Alexa também gerou desafios relacionados à confiabilidade dos dados

coletados pelos dispositivos e o primeiro contato com todas essas ferramentas, inclusive o servidor usado.

Com isso, o desenvolvimento do projeto foi uma experiência enriquecedora que possibilitou aplicações e busca por tecnologias que inspiram o desenvolvimento de novas ideias que possam ser aplicadas tanto no campo da engenharia biomédica como também em várias outras áreas.

6. TRABALHOS FUTUROS

Para a parte de ajustes futuros no projeto é esperado um protótipo do dispositivo proposto e um teste de validação de todos os sensores pertinentes no trabalho. Também é interessante a busca por novas abordagens para construir uma *skill* na Alexa, utilizando outros servidores ou realizando o projeto por outras linguagens de programação.

Vale ressaltar que uma alteração futura na aplicação seria vincular o paciente em um leito hospitalar a toda a equipe multiprofissional do hospital, assim somente pelo uso da assistente virtual o paciente poderia fazer alterações simples, como, alterar sua dieta em suas refeições, por exemplo, o paciente não consome arroz, assim basta o paciente falar para a Alexa e a mesma enviará uma notificação para a equipe nutricional do hospital sobre suas especificações.

Também é de interesse que o projeto tenha uma aplicação real, dessa forma, é significativo buscar novas estratégias que permitam que o servidor venha suportar essa aplicação em grande escala, com características de internet das coisas, onde vários dispositivos irão ser monitorados em diferentes leitos hospitalares e por um único profissional de saúde responsável ou por vários.

Ainda, é notório ressaltar que essa aplicação teria muita vantagem em aplicações com controle de estoque em uma farmácia no hospital, como o controle de medicamentos, assim somente com o uso da assistente virtual, o usuário pode solicitar um medicamento e saber exatamente em qual prateleira ele está, e dar baixa do medicamento no sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA. **A revisão da NBR 7256 e seus entendimentos**. revista eletrônica SBCC. Abrava.com.br. Disponível em: <<https://abrava.com.br/20234-2/>>. Acesso em: 12 dez 2022.

ACCARDI A; DODONOV, E. Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. **Revista T.I.S.**, São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-166, 2012. ISSN 2316-2872.

ALBERTIN, A.L. ALBERTIN, R.M.D.M. A internet das coisas irá muito além das coisas. **GV-Executivo**, São Paulo, v. 16, p. 12–17, 2017.

ALENCAR, A.J. SCHMITZ, E.A. CRUZ, L.T. **Assistentes Virtuais Inteligentes: Conceitos e estratégias**. [S.l.]: Brasport, 2013.

AMAZON. **Alexa**. Disponível em: <https://developer.amazon.com/pt-BR/alexa>. Acesso em: 12 dez 2022.

ANDRADE, L.E.L; LOPES, J.M; SOUZA FILHO, M.C.M; et al. Cultura de segurança do paciente em três hospitais brasileiros com diferentes tipos de gestão. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 1, p. 161–172, 2018.

ATZORI, L; IERA, A; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.

BATISTA, Maria Elisa Catani. **Humanização em hospitais por meio da hotelaria: uma forma de agregar valor à administração hospitalar O Caso Hospital Lúcio Rebelo**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília Centro de Excelência em Turismo.

BERTOZZO, Bruno Henrique ; BREZINSKI, Thiago. **Desenvolvimento de *skill* classificadora de imagens para Amazon Alexa**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Página inicial**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br> >. Acesso em 03 jan 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatórios dos Estados - eventos adversos. 2021-2022**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/relatorios-de-notificacao-dos-estados/eventos-adversos/relatorios-atuais-de-eventos-adversos-dos-estados>>. Acesso em 08 dez 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº. 36 de 25 de julho de 2013**. Institui ações para a segurança do paciente em serviços de saúde e dá outras providências. DOU. Nº 143 (jul.2013), Seção I, p.32-33.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **RESOLUÇÃO-RDC Nº 50, DE 21 DE FEVEREIRO DE 2002**. Institui ações para planejamentos em EAS. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html>. Acesso em 12 dez 2022.

COSTA, S.G.R.F, et al. Caracterização das quedas do leito sofridas por pacientes internados em um hospital universitário. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 32, n. 4, p. 676–681, 2011.

DE GOUVÊA, C.S.D; TRAVASSOS, C. Indicadores de segurança do paciente para hospitais de pacientes agudos: revisão sistemática. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 6, p. 1061–1078, 2010.

DOS ANJOS, Lucas Fernandes Alves. **Desenvolvimento de um oxímetro através de tecnologias IoT aplicado à dispositivos móveis**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DOS SANTOS, K.K. **Medição não invasiva de oxigenação sanguínea através de espectrofotometria**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

EDU, J; FERRER A.X; SUCH, J; et al. *SkillVet: Automated Traceability Analysis of Amazon Alexa Skills*. **IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing**, p. 1–1, 2021.

FABRÍCIO, S.C.C; RODRIGUES, R.A.P ; JUNIOR, M.L.D.C. Causas e consequências de quedas de idosos atendidos em hospital público. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 1, p. 93–99, 2004.

FAVARIN, S.S; CAMPONOGARA, S. Perfil dos pacientes internados na unidade de terapia intensiva adulto de um hospital universitário. **Revista De Enfermagem Da UFSM**, v. 2, p. 320–329, 2012.

FERNANDES, E; JUNG, J ; PRAKASH, A. Security Analysis of Emerging Smart Home Applications. 2016. **IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)**. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7546527>>. Acesso em 08 dez 2022.

FERNANDES, S.R.L. “**Alexa, como vai minha plantinha?**”: **Sistema de monitoramento inteligente utilizando assistente virtual para auxiliar no cultivo caseiro de hortaliças**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Ceará.

FILIFELOP DHT11. **Datasheet: Sensor de Temperatura DHT11**. Aosong (Guangzhou) Electronics Co, Ltd. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/img/files/download/Datasheet_DHT11.pdf> . Acesso em 08 dez 2022.

FILIFELOP HX711. **Datasheet: Módulo HX711**. Avia Semiconductor. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/img/files/download/Datasheet_HX711.pdf> . Acesso em 08 dez 2022.

FILIFELOP MAX30100. **Datasheet: MAX30100 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health**. Maxim Integrated and the Maxim Integrated logo are trademarks of Maxim Integrated Products, Inc. 2014. Maxim Integrated Products, Inc. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/img/files/download/Datasheet_MAX30100.pdf> . Acesso em 08 dez 2022.

GREGOLETO, Evandro Martins. **Automação residencial via IoT controlando ESP8266 por comando de voz**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”.

HSU, H.L.; CHEN, H.H.J; TODD, A.G. **Investigando o impacto do Amazon Alexa no desenvolvimento de habilidades de escuta e fala em L2, Ambientes de aprendizagem interativos**. 2021. Disponível em : <DOI: 10.1080/10494820.2021.2016864 > Acesso em 08 dez 2022.

LUZIA, M.D.F; CASSOLA, T.P; SUZUKI, L.M; et al. Incidência de quedas e ações preventivas em um Hospital Universitário. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 52, 2018.

MAGRANI, E. A Internet das Coisas. 1. ed. Rio de Janeiro, **RJ: FGV Editora**, 2018.

MAIER, A; SHARP, A; VAGAPOV, Y. "Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things,". **Internet Technologies and Applications (ITA)**, Wrexham, UK, pp. 143-148, 2017.

MAHARJAN, B.; LI, J.; KONG, J.; TAO, C. Alexa, What should i eat?: A personalized virtual nutrition coach for native american diabetes patients using amazon's smart speaker technology. Colombia, p. 1–6, 2019.

MAJOR, D; HUANG, D.Y; CHETTY, M; et al. Alexa, Who Am I Speaking To?: Understanding Users' Ability to Identify Third-Party Apps on Amazon Alexa. **ACM Transactions on Internet Technology**, v. 22, n. 1, p. 1–22, 2022.

MEDSYSTEM. Sistema de Chamada de Enfermagem - MEDSYSTEM.

MEDSYSTEM. Disponível em:

<<https://medsystem.eng.br/sistema-de-chamada-de-enfermagem/>>. Acesso em: 12 dez 2022.

MILAGRES, Lidiane Miranda. **Gestão de riscos para segurança do paciente: o enfermeiro e a notificação dos eventos adversos**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Normas Regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho. No. NR-17**. Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Disponível em:

<<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>>. Acesso em: 12 dez 2022.

NASCIMENTO, J.C; DRAGANOV, P.B. History of quality of patient safety. **Hist enferm Rev eletrônica Internet**;6(2):299-309, 2015.

NOTIVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<https://www8.anvisa.gov.br/notivisa/frmlogin.asp>>. Acesso em 8 dez 2022.

PEDROSA, Rodrigo Tomaz. **Integrando assistente pessoal Alexa e aplicativo de celular BLYNK para o controle do ESP8266 NODEMCU em aplicações de automação em geral**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

RANDOM NERD TUTORIALS. **ESP32 Pinout Reference: Which GPIO pins should you use?. Random Nerd Tutorials**. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>>. Acesso em 12 dez 2022.

SANTOS, C.P.D; RODRIGUES, A.A; CANAFÍSTULA, F.J.F; et al. Performance of the capacitive moisture sensor under different saline conditions. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, 2022.

SEVERO, I.M; et al. Risk factors for falls in hospitalized adult patients: an integrative review. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 48, n. 3, p. 540–554, 2014.

SILVA, A.C.A; DA SILVA, J.F; OLIVEIRA, S.L.R; et al. A segurança do paciente em âmbito hospitalar: Revisão integrativa da literatura. **Cogitare Enfermagem**, v. 21, n. 5, 2016.

SINRIC PRO. **Sinric Pro**. Disponível em: <<https://sinric.pro/>>. Acesso em 20 nov 2022.

The Joint Commission announces 2014 National Patient Safety Goal (JOINT). Joint Commission perspectives. **Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations**, v. 33, n. 7, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24137865/>>. Acesso em 12 nov 2022.

TEXAS INSTRUMENTS. **Datasheet: Sensor de Temperatura corporal TMP117**. Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright . 2022. Texas Instruments Incorporated. Disponível em:
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmp117.pdf?ts=1673511787660&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F> . Acesso em 08 dez 2022.

USHIZIMA, M.R ; MÜHLEN, S.S. Desenvolvimento de oxímetro para medidas em linhas de circulação sanguínea extracorpórea. **Bvsalud.org**, p. 251–2, 2023.

VANDERLEI, L.C.M; et al.Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica.**Bras Cir Cardiovasc**; 24(2): 205-217, 2009.

VOLTARELLI, J.C. Febre e inflamação. **Simpósio: Semiologia e Fisiopatologia Clínicas.Medicina**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 1/2, p. 7-48, jan./jun. 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Patient Safety. **The conceptual framework for the International Classification for Patient Safety**. v1.1. Final technical report and technical annexes [Internet]. Geneva; 2009 [cited 2015 Jan 23].

APÊNDICE A - VIDEO DOS RESULTADOS

Abaixo, como mostrado na Figura 36, segue o link dos vídeos demonstrativos com os resultados do projeto no YouTube, foram selecionados na modalidade não listado, assim, só é possível visualizar com o link fornecido. O primeiro link é a demonstração do Sinric Pro e sua rotina criada, e o segundo link é sobre o funcionamento da *Skill* desenvolvida na Alexa. Link 1: Sinric Pro <https://youtu.be/tva9oivvS2M> e Link 2: *Skill* <https://youtu.be/3j18id90F8Q>.

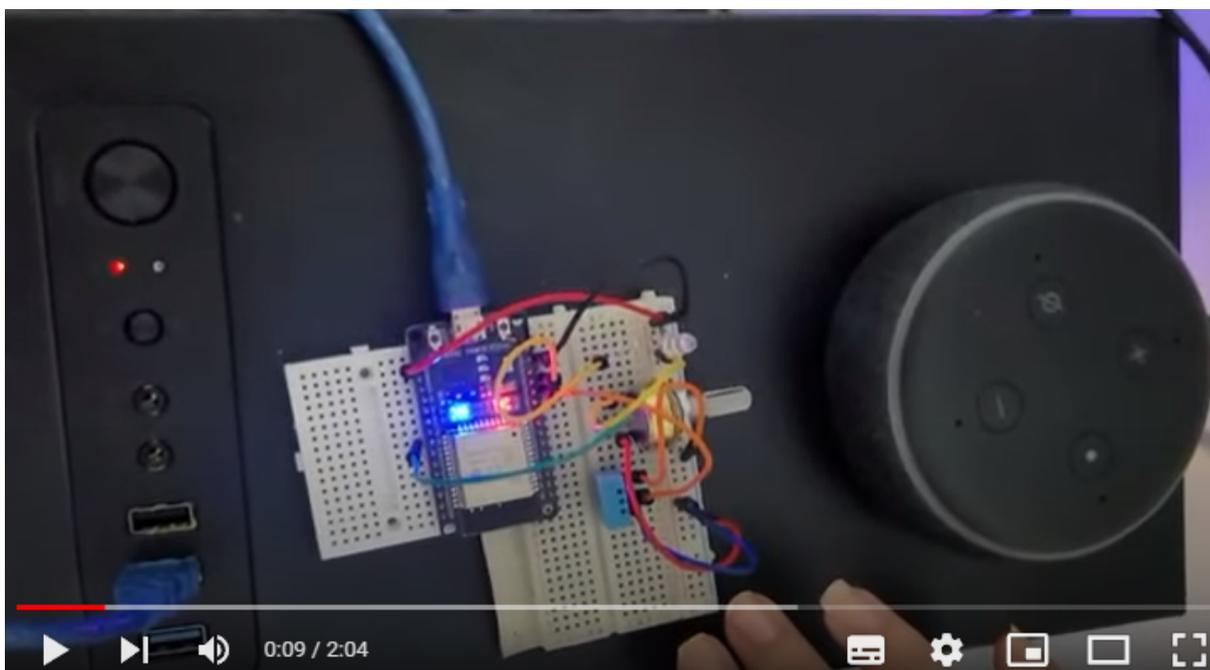


Figura 36. Vídeo no youtube dos resultados. **Fonte.** Autoria própria.