

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE TECNOLOGIAS
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

BRUNO DE ALMEIDA MIRANDA

**SIMIA - SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO E INTERAÇÃO
ASSISTIDA PARA HOSPITAIS**

CAMPINAS

2023

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE TECNOLOGIAS
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO
BRUNO DE ALMEIDA MIRANDA

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO E
INTERAÇÃO ASSISTIDA PARA HOSPITAIS - SIMIA

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, como exigência para obtenção da Graduação como Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Doutor Everton Dias de Oliveira

CAMPINAS

2023

Ficha catalográfica elaborada por Adriane Elane Borges de Carvalho CRB 8/9313
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

006.3 Miranda, Bruno de Almeida
M672s

SIMIA : Sistema Inteligente de Monitoramento e Interação Assistida para hospitais
/ Bruno de Almeida Miranda. - Campinas: PUC-Campinas, 2023.

106 f.

Orientador: Everton Dias de Oliveira.

TCC (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Faculdade de
Engenharia de Controle e Automação, Escola Politécnica, Pontifícia Universidade
Católica de Campinas, Campinas, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Sistema inteligente. 2. Inteligência artificial - Monitoramento. 3. Ciências
Políticas - Interação Assistida - Hospitais. I. Oliveira, Everton Dias de. II. Pontifícia
Universidade Católica de Campinas. Escola Politécnica. Faculdade de Engenharia de
Controle e Automação. III. Título.

23. ed. CDD 006.3

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por me proporcionar o dom da vida e por inspirar em mim sonhos maiores do que eu jamais imaginara.

Este trabalho é dedicado com amor e gratidão à minha mãe, Jucimara de Almeida Miranda, ao meu pai, Maurício da Costa Miranda e ao meu avô, Plínio Batista de Almeida. Em especial, agradeço ao meu avô, cuja experiência com um AVC temporário e sua determinação em superar as adversidades serviram de inspiração inicial para o conceito do SIMIA.

Não posso deixar de expressar minha sincera gratidão ao denominado mestre Fábio, de Rio das Ostras - Rio de Janeiro, que desempenhou um papel crucial no desenvolvimento deste projeto, fornecendo orientação e apoio imensurável.

Aos meus colegas da turma de Engenharia de Controle e Automação, agradeço por compartilharem essa jornada acadêmica comigo. À instituição PUC-Campinas, sou grato por fornecer a infraestrutura necessária para a realização do meu curso.

Meus amigos, sua amizade e apoio ao longo de toda a graduação foram inestimáveis. Gostaria de expressar minha gratidão especial aos amigos e colegas André Ferreira, Gabriel Freitas, Natan Gomes e Rafael Macchi com os quais compartilhei muitos trabalhos e desafios acadêmicos.

Ao professor Everton Dias de Oliveira, agradeço por seus ensinamentos, ajuda e paciência ao longo de toda a minha jornada acadêmica. Sua orientação foi fundamental para meu desenvolvimento profissional, e sua contribuição para o projeto SIMIA foi inestimável.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste projeto e para minha formação como engenheiro de controle e automação. Seu apoio e orientação foram fundamentais, e sou profundamente grato por isso.

RESUMO

O projeto SIMIA é um Sistema Inteligente de Monitoramento e Interação Assistida para Hospitais, com o propósito de otimizar as atividades hospitalares e melhorar a produtividade dos profissionais de saúde. A arquitetura do sistema é composta por diversos componentes e tecnologias que atuam em conjunto para oferecer funcionalidades avançadas em detecção de pacientes fora de suas áreas controladas.

O SIMIA utiliza tecnologia de reconhecimento facial por meio de câmeras estrategicamente posicionadas nos corredores do hospital. As imagens capturadas pelas câmeras são processadas pelo serviço de análise de imagens Amazon Rekognition, que utiliza técnicas de machine learning para identificar e rastrear os pacientes, fornecido pela Amazon Web Services (AWS). Esse processamento de imagens é realizado em tempo real, permitindo a detecção imediata de pacientes que se afastam de seus leitos.

Além do reconhecimento facial, o SIMIA também faz uso de sensores instalados nas portas dos quartos dos pacientes. Esses sensores são responsáveis por detectar a abertura das portas e enviar notificações aos profissionais de saúde caso um paciente saia do quarto, além de disparar gatilhos para que as câmeras atuem. Essa informação é transmitida para dispositivos móveis, como tablets ou assistentes de voz como a Alexa, permitindo uma rápida resposta por parte da equipe de enfermeiros e médicos. Além disso, o SIMIA promove a integração entre diferentes setores do hospital, permitindo a troca de informações e facilitando a comunicação entre pacientes, enfermeiros e demais profissionais de saúde.

Palavras-chave: Sistema Inteligente, Monitoramento, Interação Assistida, Hospitais, Produtividade, Reconhecimento Facial, Amazon Rekognition, Machine Learning, Assistente de Voz, Sensoriamento, Eficiência, Rotinas Hospitalares, Enfermeiros.

ABSTRACT

The SIMIA project is an Intelligent Monitoring and Assisted Interaction System for Hospitals, designed to optimize hospital activities and improve the productivity of healthcare professionals. The system's architecture consists of various components and technologies that work together to provide advanced functionalities in the detection of patients outside their controlled areas.

SIMIA utilizes facial recognition technology through strategically positioned cameras in the hospital corridors. The images captured by the cameras are processed by the Amazon Rekognition image analysis service, which uses machine learning techniques to identify and track patients, provided by Amazon Web Services (AWS). This image processing is performed in real-time, allowing for immediate detection of patients who move away from their beds.

In addition to facial recognition, SIMIA also uses sensors installed on the doors of patients' rooms. These sensors are responsible for detecting door openings and sending notifications to healthcare professionals if a patient leaves the room, as well as triggering actions for the cameras. This information is transmitted to mobile devices, such as tablets or voice assistants like Alexa, enabling a quick response from the nursing and medical team. Furthermore, SIMIA promotes integration among different hospital departments, allowing for the exchange of information and facilitating communication between patients, nurses, and other healthcare professionals.

Keywords: Intelligent System, Monitoring, Assisted Interaction, Hospitals, Productivity, Facial Recognition, Amazon Rekognition, Machine Learning, Voice Assistant, Sensing, Efficiency, Hospital Routines, Nurses.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Realce de microcalcificações em mamografias (...)	18
Figura 2 – Exemplos de segmentação de imagem com Diagnóstico Assistido (...)	18
Figura 3 – A Evolução do 5G	30
Figura 4 – Terminais da placa Nodemcu ESP8266	32
Figura 5 – Raspberry Pi modelo B+	33
Figura 6 – Comparativo do Alcance de algumas redes	34
Figura 7 – Representação de uma árvore de decisão	37
Figura 8 – Câmera IZC 1003	40
Figura 9 – Sensor de Abertura AGL - modelo TYWE3S	41
Figura 10 – Lâmpada Led smarT Wi-fi - modelo EWS 410	41
Figura 11 – Amazon Alexa modelo Echo dot 5	42
Figura 12 – Exemplo de Arquitetura com Amazon Rekognition	44
Figura 13 – Fluxograma Hardware, Software, Ambiente	46
Figura 14 – Exemplo de dashboard do Home Assistant	49
Figura 15 – Diagrama de Comunicação do Desenvolvimento Developer	50
Figura 16 – Diagrama de Comunicação do Desenvolvimento Tuya	51
Figura 17 – Exemplo de Fluxo de automação no Node-Red	52
Figura 18 – Fluxograma do problema inicial	56
Figura 19 – Configurações do Sistema Operacional da máquina virtual	57
Figura 20 – Tela de Iniciação da Máquina Virtual	57
Figura 21 – Tela de Comando da Máquina Virtual	58
Figura 22 – Tela do Home Assistant Community Store (HACS)	59
Figura 23 – Tela de Add-ons	59
Figura 24 – Tela de Integrações do Home Assistant	60
Figura 25 – Exemplo de Fluxo de automação no Node-Red	62
Figura 26 – Visão Geral da Dashboard do Projeto Simia	63
Figura 27 – Fluxograma da lógica do Projeto Simia no Node-RED	63
Figura 28 – Criação do Bucket s3-simia	64
Figura 29 – Criação das pastas dentro do Bucket s3-simia para anexar imagens	64
Figura 30 – Carregando imagens estatísticas para a coleção faces dentro do s3-simia	65
Figura 31 – Criação da função images-simia	66
Figura 32 – Permissão de Detect Faces no Rekognition	66
Figura 33 – Imagem capturada com a IZC 1003 anexada no S3 Bucket	67
Figura 34 – Imagem estática anexada no S3 Bucket	67
Figura 35 – Características retiradas das imagens com AWS Rekognition	68
Figura 36 – Código Raiz inserido no PowerShell	69
Figura 37 – Código para criar uma coleção inserido no PowerShell	69
Figura 38 – Código para listar todas as coleção inserido no PowerShell	70

Figura 39 – Código para exibir informações sobre uma coleção específica no PowerShell	70
Figura 40 – Código para adicionar rostos a uma coleção específica inserido no PowerShell	71
Figura 41 – Código para listar rostos em uma coleção inserido no PowerShell	71
Figura 42 – Código para deletar rostos de uma coleção inserido no PowerShell	72
Figura 43 – Código para detectar rostos em uma imagem inserido no PowerShell	72
Figura 44 – Rede Zigbee em Malha	77
Figura 45 – Fluxograma da lógica do Projeto Simia no Node-RED	81
Figura 46 – Fluxograma completo do projeto SIMIA	81
Figura 47 – Estado do sensor de abertura e lâmpada de emergência com a porta fechada	82
Figura 48 – Parte 1 do fluxograma do projeto SIMIA	82
Figura 49 – Sensor de Abertura instalado na porta fechada	83
Figura 50 – Lâmpada de emergência instalada com o estado da porta fechada	83
Figura 51 – Alexa instalada com o estado da porta fechada	84
Figura 52 – Parte 2 do fluxograma do projeto SIMIA	84
Figura 53 – Sensor de abertura detectando a abertura porta	85
Figura 54 – Sensor de abertura com a porta aberta	85
Figura 55 – Imagem da câmera capturando a imagem do “paciente”	86
Figura 56 – Captura registrada pela câmera IZC 1003	86
Figura 57 – Parte 3 do fluxograma do projeto SIMIA	87
Figura 58 – Parte 4 do fluxograma do projeto SIMIA	88
Figura 59 – Estado do sensor de abertura e lâmpada de emergência com a porta aberta	88
Figura 60 – Lâmpada de emergência acesa a com o estado da porta aberta	89
Figura 61 – Alexa noticando com alerta audível com o estado da porta aberta	89
Figura 62 – Script de alerta para notificação da Alexa	90
Figura 63 – Parte 5 do fluxograma do projeto SIMIA	91
Figura 64 – Dashboard projeto Simia finalizada	92
Figura 65 – Fluxograma completo do projeto SIMIA	105
Figura 66 – Imagem capturada com a IZC 1003 anexada no S3 Bucket	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIMIA	Sistema Inteligente de Monitoramento e Interação Assistida para Hospitais
ECG	Monitoramento de eletrocardiograma
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DAC	Diagnóstico assistido por computador
SSDC	Sistema de suporte à decisão clínica
IOT	Internet of things (Internet das coisas)
IA	Inteligência artificial
S3	Simple storage service
AWS	Amazon web service
PNL	Processamento de linguagem natural
RNA	Redes Neurais Artificiais
HACS	Home assistant community store
HA	Home Assistant
AGL	Marca de uma empresa de segurança
AVC	Acidente vascular cerebral
UTI	Unidades de terapia intensiva
PIC	Pressão intracraniana
CLI	Command line interface
GO	linguagem de programação desenvolvida pela Google
C#	linguagem de programação orientada a objetos e orientada a componentes
SAAS	Software como Serviço
IAM	Identity and Access Management
SHELL	Camada de interface entre o usuário e o sistema
.NET	Plataforma de programação criada pela Microsoft
IOS	iPhone Operating System
ACLU	American Civil Liberties Union
NIC	Conselho Nacional de Inteligência dos EUA
CLN	Compreensão de Linguagem Natural
GLN	Geração de Linguagem Natural
HIS	Sistema de Gestão Hospitalar
YAML	Yet Another Markup Language
HASS-S3	Home Assistant Simple Storage Service
UART	Universal asynchronous receiver/transmitter
GPIO	General Purpose Input/Output

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Contextualização e justificativa	11
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos	13
1.3	Organização do Trabalho	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Conceitos básicos de monitoramento hospitalar	15
2.2	Sistemas inteligentes aplicados à saúde	17
2.3	Tecnologias utilizadas no SIMIA	19
2.4	Trabalhos relacionados	27
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
3.1	Internet das Coisas (IoT) e seus princípios	28
3.1.1	Tecnologias 4G, 5G e Wifi	29
3.1.2	Esp8266, Raspberry Pi e LoRa	31
3.2	Inteligência Artificial (IA) e suas aplicações	34
3.3	Aprendizado de Máquina (Machine Learning)	35
3.4	Processamento de Linguagem Natural (PLN)	38
3.5	Sensores e dispositivos utilizados no Simia	40
3.6	Metodologia de Pesquisa	44
4	ARQUITETURA DO SIMIA	45
4.1	Visão geral do sistema	45
4.2	Componentes e suas funcionalidades	48
4.3	Aplicação e Integração com sistemas existentes no hospital	53
4.4	Fluxo de informações e comunicação	54
5	DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO	56
5.1	Coleta de dados e pré-processamento	73
5.2	Treinamento dos modelos de IA	74
5.3	Implementação dos algoritmos de monitoramento	75
5.4	Integração com os dispositivos e sensores	76
6	AValiação e Resultados	78
6.1	Experimentos e métricas utilizadas	78
6.2	Análise dos resultados obtidos	79
7	DISCUSSÃO	92
7.1	Análise crítica dos resultados	93
7.2	Limitações e desafios encontrados	93

7.3	Oportunidades de melhoria e expansão do SIMIA	95
8	CONCLUSÃO	96
8.1	Recapitulação dos objetivos alcançados	96
8.2	Contribuições do SIMIA para a área da saúde	96
8.3	Considerações finais	97
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
10	DIAGRAMAS DE ARQUITETURA	105
11	EXEMPLO DE DADOS COLETADOS	105

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Ambientes hospitalares necessitam de monitoramento constante. Por se tratarem de ambientes críticos, onde pequenos problemas podem resultar em perdas de vidas humanas, existem uma série de regulamentações que disciplinam as condições nas quais tais ambientes devem estar para serem considerados aptos (CANTANHEDE, Romulo Fagundes; SILVA, 2014).

O monitoramento de pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) é considerado uma tarefa crítica, pois está relacionado diretamente com a saúde e eficiência no tratamento dos mesmos (Leite et al., 2011). Assim, é importante que se busque o desenvolvimento de mecanismos eficientes para monitoramento de pacientes, com o objetivo de notificar a ocorrência de anormalidades em tempo hábil pela equipe médica responsável, permitindo, deste modo, que seja possível realizar tomadas de decisões mais adequadas (ARAÚJO, Bruno Gomes de et al, 2012).

A notificação dessas anormalidades detectadas durante o processo de monitoração de pacientes permite, portanto, uma diversidade de soluções, dentre as quais o envio de alertas, conforme descrito neste trabalho. Trata-se de um modelo simples e conhecido entre os profissionais de saúde, já habituados aos alertas sonoros emitidos, por exemplo, por monitores multiparâmetros das UTIs (ARAÚJO, Bruno Gomes de et al, 2012).

Pacientes internados em hospitais estão expostos a diversas situações e riscos, como os eventos adversos, que podem causar danos à sua saúde e que poderiam ser evitados pelos profissionais de saúde (NASCIMENTO et al., 2008). Além disso, o monitoramento de indicadores de qualidade e a implementação de ações preventivas são fundamentais para evitar eventos que fazem parte do cenário cotidiano do atendimento à saúde dos pacientes, sendo a alta hospitalar prematura um exemplo desses eventos. Essas medidas são essenciais para garantir a segurança dos pacientes (CARNEIRO et al., 2011; LIMA et al., 2008; BRASIL, 2016).

A evasão hospitalar refere-se à saída não comunicada e não autorizada de um paciente de uma área de internação ou até mesmo do hospital (BRASIL, 2002). Esse tipo de evento adverso tem sido frequentemente observado em ambiente

hospitalar (VIEIRA et al., 2009), o que enfatiza a necessidade de investigação e busca de alternativas de prevenção.

É fundamental ressaltar que a vigilância de pacientes internados é de extrema importância, uma vez que o hospital e os profissionais de saúde têm responsabilidade legal sobre esses indivíduos, conforme esclarecido na consulta nº 23.606 de 1997 do Conselho Regional de Medicina de São Paulo (CREMESP, 1997).

Atualmente, o controle de evasões em hospitais gerais é geralmente realizado pelos serviços de segurança, mas os profissionais de enfermagem também têm a obrigação de registrar a evasão ocorrida nos prontuários ou fichas de atendimento, conforme estabelecido nos artigos 36 e 38 do Código de Ética dos Profissionais de Enfermagem (RESOLUÇÃO COFEN Nº 564/2017) (VIEIRA et al., 2009; COREN/SP, 2010). O COREN/SP (2010) também recomenda que o registro inclua os nomes de duas testemunhas que presenciaram o evento.

Com base no exposto, é evidente a preocupação das instituições de saúde em estabelecer procedimentos operacionais padrão que abordem essa questão e organizem ações preventivas contra a evasão de pacientes. No entanto, as publicações que relatam os resultados dessas ações ainda são escassas no cenário nacional (BRASIL, 2016).

Portanto, considerando a importância desse tópico e visando a segurança do paciente, que é uma prioridade destacada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2017), destaca-se o papel crucial do enfermeiro na assistência. Com base em sua competência e raciocínio crítico, o enfermeiro pode realizar uma avaliação precisa de diagnósticos de risco relacionados à evasão e, assim, prevenir esse evento por meio de intervenções apropriadas (LUCENA et al., 2019).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

O trabalho visa propor um protótipo para monitoramento de leitos hospitalares de forma a otimizar a segurança, aumentar a eficiência dos recursos e facilitar o acompanhamento de pacientes, bem como alertar funcionários do hospital sobre possíveis urgências, dando ênfase para os casos de evasão dos pacientes.

Em outras palavras, a ideia principal do presente trabalho é estudar e tentar entender se o aumento da eficiência da segurança e das atividades hospitalares através da introdução da tecnologia inteligente pode funcionar como um instrumento potencializador dos tratamentos diversos ofertados aos pacientes.

Desenvolver um protótipo contendo sensores, câmeras, lâmpadas de emergência, assistentes virtuais, plataforma IoT, serviços de armazenamento, reconhecimento facial, programação e dashboard interativa.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar a tecnologia de reconhecimento facial para identificar de forma mais rápida e otimizada situações de evasão/fuga dos pacientes nos leitos hospitalares;
- Desenvolver: hardware do projeto Simia, aplicações de um software, configurações de plataformas IoT.
- Verificar a possibilidade do envio das informações dos dados capturados por uma câmera e medidos por meio de sinal de Wi-Fi com processamento dessas informações em uma plataforma de automação residencial de código aberto que permite controlar e monitorar uma ampla variedade de dispositivos inteligentes.
- Utilizar o serviço Amazon Rekognition para análise de imagem com machine learn para revisão visual humana com a inteligência artificial.
- Contar com o uso do Home Assistant com integrações, como o Node-Red e Amazon AWS para o processamento do sistema e tomadas de decisões com base nas análises das imagens captadas.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A organização do trabalho foi cuidadosamente planejada para fornecer uma estrutura clara e coerente na apresentação do projeto SIMIA. Cada seção foi pensada de forma a cumprir um propósito específico e contribuir para a compreensão e avaliação do projeto.

A introdução é o ponto de partida, onde são estabelecidos o contexto, a importância e os objetivos do projeto SIMIA.

Na fundamentação teórica, são discutidos conceitos-chave relacionados ao SIMIA, como IoT, IA, Aprendizado de Máquina e Processamento de Linguagem Natural. Essa seção visa fornecer uma base teórica sólida, essencial para a compreensão dos fundamentos e aplicações do projeto.

Em seguida, são apresentadas as tecnologias utilizadas no SIMIA, tais como o Amazon AWS, Amazon Rekognition, Amazon S3 Bucket, AWS Lambda, Windows PowerShell, Home Assistant, Máquina virtual, Node-RED e Tuya Smart e Developer. Detalhar essas tecnologias permite ao leitor compreender como cada uma contribui para o funcionamento do sistema e como elas se integram entre si.

A arquitetura do SIMIA é apresentada como uma visão geral do sistema, descrevendo os componentes principais e a interação entre eles. Essa seção tem como objetivo fornecer uma compreensão clara da estrutura do sistema, facilitando a visualização de como os diferentes elementos se conectam e trabalham em conjunto para alcançar os objetivos propostos.

Os trabalhos relacionados são explorados para contextualizar o SIMIA dentro do panorama atual da área de monitoramento hospitalar. Essa seção permite ao leitor entender as contribuições específicas do SIMIA, bem como as lacunas de pesquisa que ele busca preencher.

O método adotado no desenvolvimento do SIMIA é descrito, incluindo as etapas desde o levantamento de requisitos até a implementação e avaliação do sistema. Essa descrição permite ao leitor compreender como o projeto foi conduzido e os processos envolvidos em sua criação.

Os resultados e a discussão são apresentados, evidenciando os principais resultados alcançados com a implementação do SIMIA. Nessa seção, são analisados os resultados obtidos, discutindo sua relevância e coerência em relação aos objetivos estabelecidos.

Por fim, as considerações finais sintetizam os principais pontos abordados ao longo do trabalho, destacando as contribuições do SIMIA, suas limitações e sugerindo possíveis direções para futuros trabalhos relacionados.

Essa organização foi pensada de forma a guiar o leitor em uma jornada lógica e progressiva, oferecendo uma compreensão completa e abrangente do projeto SIMIA.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONCEITOS BÁSICOS DE MONITORAMENTO HOSPITALAR

O monitoramento hospitalar é uma das principais atividades realizadas em um ambiente hospitalar. É uma forma de avaliar a saúde de um paciente e detectar problemas em tempo real. Uma das formas mais comuns de monitoramento é o registro dos sinais vitais, que incluem a pressão arterial, a frequência cardíaca, a respiração e a temperatura corporal (GOLDMAN; AUSIELLO, 2012).

Além disso, outros tipos de monitoramento podem ser realizados, como o monitoramento da oxigenação, da glicemia e do eletrocardiograma (ECG). A oxigenação pode ser monitorada por meio da saturação de oxigênio (SpO₂), que é medida por um dispositivo chamado oxímetro de pulso (GOLDMAN; AUSIELLO, 2012). Já a glicemia pode ser monitorada por meio de um dispositivo que mede a quantidade de açúcar no sangue (DIPPEL; GOLDBERG, 2016). O ECG (Monitoramento de eletrocardiograma) é um exame que avalia a atividade elétrica do coração e pode ser utilizado para detectar problemas cardíacos (GOLDMAN; AUSIELLO, 2012).

Outro tipo de monitoramento importante é o monitoramento da pressão intracraniana (PIC), que é a pressão dentro do crânio. A PIC pode ser medida por meio de um dispositivo chamado monitor de PIC e é importante para detectar problemas como hemorragias cerebrais e tumores cerebrais (DIPPEL; GOLDBERG, 2016).

Para garantir a efetividade do monitoramento, são utilizados sistemas de alarme que alertam os profissionais de saúde sobre mudanças nos sinais vitais ou em outras medições. Esses sistemas de alarme são importantes para garantir a segurança do paciente e evitar eventos adversos (HERMANN, 2014).

De acordo Begg (2007): “os sistemas biomédicos são projetados para coletar, processar e interpretar dados médicos” O monitoramento hospitalar desempenha um papel fundamental na prestação de cuidados de qualidade da saúde, permitindo a coleta de dados em tempo real e fornecendo informações essenciais para os profissionais da área. O objetivo principal do monitoramento hospitalar é acompanhar a condição dos pacientes, detectar alterações ou complicações precoces e fornecer intervenções rápidas, adequadas e eficientes.

É fundamental a necessidade de inovação tecnológica e o subsequente surgimento de novos produtos no setor, uma vez que a maioria dos hospitais ainda realiza manualmente diversos procedimentos que poderiam ser automatizados (Feng, 2007).

Existem vários tipos de monitoramento hospitalar, como o monitoramento de sinais vitais, monitoramento de glicose, monitoramento de ECG (Monitoramento de eletrocardiograma), entre outros. Cada tipo de monitoramento é importante para garantir a saúde e segurança dos pacientes. É possível observar que o monitoramento hospitalar é realizado de segundo a segundo, permitindo a análise constante dos sinais vitais dos pacientes. Esse processo automatizado auxilia no diagnóstico médico e na tomada de decisões importantes, além de eliminar a lacuna de interação humano-computador nas unidades de cuidados intensivos (Leite, 2011).

É importante ressaltar que a automação na área da saúde requer cuidados meticulosos, especialmente por lidar com vidas humanas e, principalmente, porque certos processos envolvem aplicações críticas. Por exemplo, o monitoramento de pacientes crônicos que passaram por cirurgias cardíacas e estão internados em UTIs requer uma vigilância constante (Begg, 2007).

Portanto, a necessidade de inovação tecnológica e o subsequente surgimento de novos produtos nessa área são indispensáveis, uma vez que a maioria dos hospitais ainda realiza manualmente muitos procedimentos que poderiam ser automatizados (Feng, 2007). Esse aspecto dificulta o controle dos dados e a gestão das informações, aumentando o risco de erros de diagnóstico que podem afetar a vida dos pacientes.

2.2. SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS À SAÚDE

Com papéis cada vez mais importantes na assistência médica, existem alguns sistemas que aplicados a saúde que incluem várias tecnologias, como Diagnóstico Assistido por Computador (DAC), Sistemas de Suporte à Decisão Clínica (SSDC), Monitoramento Remoto de Pacientes, Chatbots e Assistência Virtual, Análise de Dados e Pesquisa Clínica. Segundo Smith (2019), o DAC é uma tecnologia que utiliza algoritmos para ajudar os médicos no diagnóstico de doenças. Já o SSDC, como descrito por Jones (2020), é uma ferramenta que auxilia os médicos na tomada de decisões clínicas, fornecendo informações relevantes sobre o histórico médico do paciente e sobre as possíveis opções de tratamento.

O diagnóstico auxiliado por computador (DAC) tem como objetivo aprimorar a precisão do diagnóstico e a consistência na interpretação de imagens radiológicas, utilizando a resposta do computador como uma referência. A resposta computadorizada pode ser útil, pois o diagnóstico realizado pelo radiologista é baseado em uma avaliação subjetiva, sujeita a variações tanto dentro de um mesmo indivíduo quanto entre diferentes pessoas. Além disso, podem ocorrer perdas de informação devido à natureza sutil dos achados radiológicos, à baixa qualidade da imagem, à sobreposição de estruturas, à fadiga visual ou a distrações. Estudos têm demonstrado que a leitura realizada por dois radiologistas pode aumentar a sensibilidade diagnóstica. O DAC pretende atuar como um segundo especialista nesse processo (Mazzoncini, 2001).

Diversas técnicas de processamento de imagens têm sido aplicadas a diferentes tipos de lesões. Algumas das técnicas mais comumente utilizadas englobam a filtragem baseada na análise de Fourier, a transformada wavelet, a filtragem morfológica e as técnicas de imagem-diferença, entre outras (Mazzoncini, 2001).

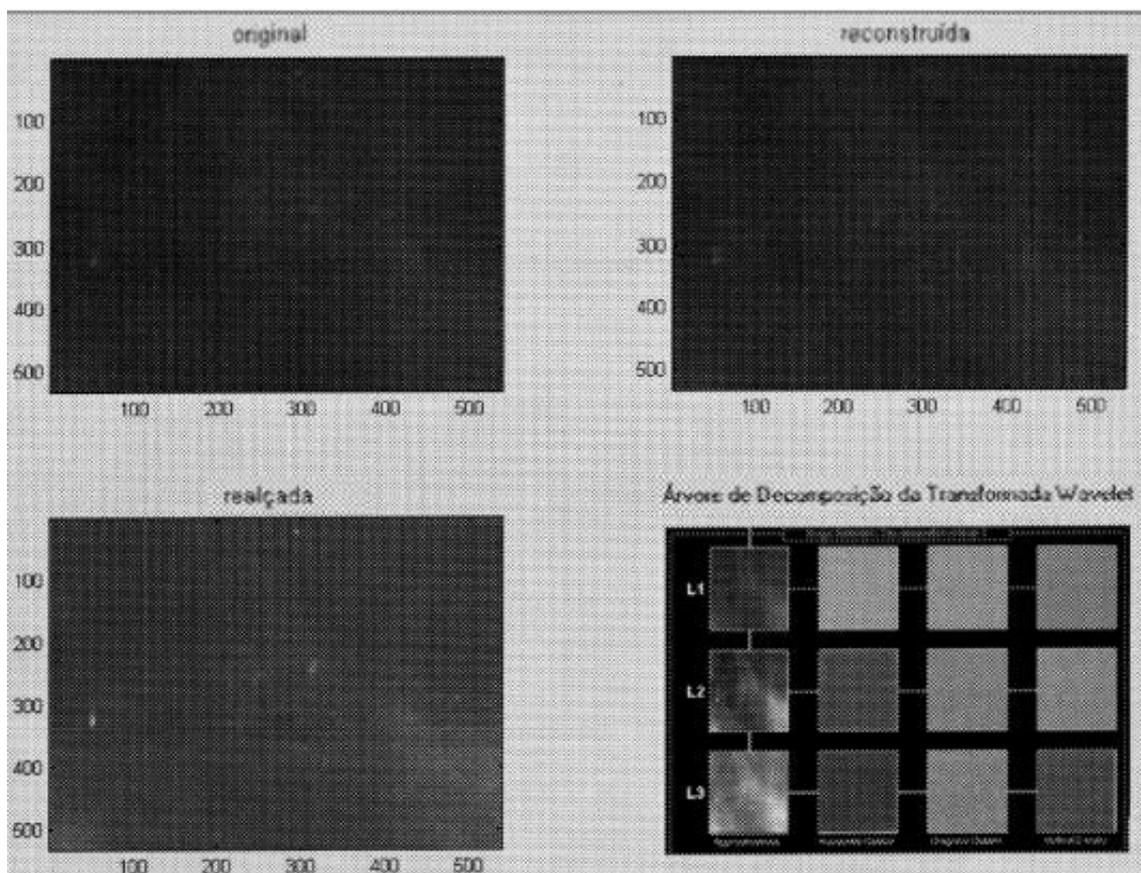


Figura 1: Realce de microcalcificações em mamografias por meio da aplicação da transformada wavelet, apresentando a imagem original, reconstruída, realçada e as Árvores de decomposição da transformada de Wavelet

Fonte: Mazzoncini, 2001

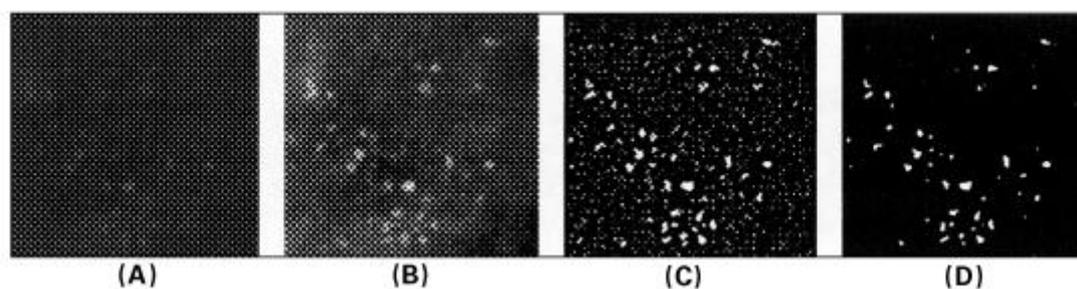


Figura 2: Exemplo de segmentação de imagem. A: Região de interesse contendo um agrupamento suspeito de microcalcificações. B: Imagem após stretch. C: imagem-diferença. D: Imagem segmentada

Fonte: Mazzoncini, 2001

O Monitoramento Remoto de Pacientes, que permite que os pacientes sejam monitorados a partir de suas próprias casas, pode ser uma alternativa eficaz e econômica para reduzir o número de internações hospitalares. De acordo com Brown (2021), os Chatbots e Assistência Virtual são ferramentas que podem auxiliar os pacientes na triagem de sintomas e no agendamento de consultas médicas.

A Análise de Dados e a Pesquisa Clínica também são áreas em que os Sistemas Inteligentes Aplicados à Saúde podem ter um impacto significativo. Essas tecnologias podem ajudar os pesquisadores a analisar grandes conjuntos de dados médicos para identificar padrões e correlações que possam levar a novas descobertas e tratamentos. Conforme destacado por Lee (2018), essas ferramentas podem ser úteis na identificação de novos tratamentos para doenças complexas, como o câncer.

2.3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO SIMIA

O SIMIA (Sistema Inteligente de Monitoramento e Interação Assistida) é um sistema avançado que utiliza diversas tecnologias para promover o monitoramento hospitalar eficiente e melhorar a qualidade dos cuidados de saúde. Essas tecnologias desempenham um papel fundamental no funcionamento do SIMIA, permitindo a coleta de dados em tempo real, processamento de informações e interação com os usuários.

Com o avanço da tecnologia, a Internet das Coisas (IoT) está se tornando uma realidade cada vez mais presente em nossas vidas. A IoT é a conexão de dispositivos eletrônicos, como eletrodomésticos, carros e sensores, à internet, permitindo que eles se comuniquem e coletem dados para análise e tomada de decisões (Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013).

Com a IoT, surge a necessidade de processar grandes volumes de dados em tempo real, o que é possível graças à Inteligência Artificial (IA). A IA é uma tecnologia que permite que as máquinas aprendam e tomem decisões com base em dados, sem intervenção humana direta (Russell & Norvig, 2010). Uma das áreas da IA é o Machine Learning, que consiste em algoritmos que permitem que as máquinas aprendam com dados e melhorem seu desempenho ao longo do tempo (Alpaydin, 2010).

Um exemplo de como a IA e o Machine Learning estão sendo aplicados é a

Amazon Alexa, um assistente de voz que utiliza a compreensão natural de linguagem e a aprendizagem de máquina para interpretar e responder às solicitações dos usuários (TechTarget, 2019). A Alexa é capaz de realizar diversas tarefas, como tocar música, fazer compras on-line, informar o clima e controlar dispositivos inteligentes em casa.

Apesar dos benefícios trazidos pela IoT, IA e Machine Learning, há também alguns riscos e desafios associados ao seu desenvolvimento. Por exemplo, a coleta e o uso de grandes quantidades de dados pessoais podem levantar preocupações com a privacidade e segurança dos usuários (Hildebrandt & Gutwirth, 2008). Além disso, a dependência de tecnologias inteligentes pode levar à perda de habilidades humanas importantes (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Para entender melhor o uso dos assistentes de voz, como a Alexa, em nosso cotidiano, teorias como a das "uses and gratifications" e da interação humano-computador podem ser úteis. A teoria das "uses and gratifications" sugere que as pessoas usam a mídia para satisfazer suas necessidades e desejos, enquanto a interação humano-computador se concentra na forma como as pessoas interagem com a tecnologia e como ela afeta o comportamento humano (Sundar & Limperos, 2013).

Em resumo, a IoT, IA e Machine Learning estão mudando a maneira como interagimos com o mundo digital, e a Alexa é um exemplo de como essas tecnologias estão sendo aplicadas em nossa vida cotidiana. É importante considerar os riscos e desafios associados ao seu desenvolvimento e entender como essas tecnologias afetam nossas vidas e comportamentos. No SIMIA, estão sendo utilizadas várias tecnologias avançadas para impulsionar seu funcionamento eficiente. Entre essas tecnologias, destacam-se o Amazon AWS, Amazon Lambda, Amazon CLI, Amazon Rekognition, o Amazon S3 Bucket, Windows PowerShell, o Home Assistant, assistentes de voz, criação de skills (habilidades), o Node-RED e o Tuya Developer.

A Amazon AWS é uma plataforma de nuvem amplamente utilizada por empresas de diferentes tamanhos e segmentos. Com o aumento da adoção da nuvem, as empresas precisam garantir a segurança de seus dados e aplicativos hospedados na nuvem. A AWS fornece um conjunto abrangente de serviços de segurança para ajudar as empresas a proteger seus recursos na nuvem (AWS, 2023).

A AWS é uma das principais provedoras de serviços em nuvem, oferecendo

uma ampla gama de recursos e soluções para empresas e desenvolvedores. Conforme Alqarni et al. (2020), a AWS é conhecida por sua elasticidade, alta disponibilidade, segurança avançada e conformidade com regulamentações. Ela permite que os usuários ajustem a capacidade dos recursos de acordo com a demanda, garantindo a eficiência operacional e a escalabilidade dos sistemas na nuvem. A AWS oferece uma infraestrutura global resiliente, proporcionando disponibilidade e baixa latência dos serviços. Os serviços AWS permitem o acesso a recursos de computação, armazenamento e banco de dados e outros serviços de infraestrutura on demand. A ideia é que esta forma de computação reduza custos, melhore o fluxo de caixa da organização contratante, minimize os riscos do negócio e maximize as oportunidades (AMAZON).

Segundo a AMAZON, o serviço tradicional de data center, o hosting, quando comparado ao serviço de nuvem, é pouco eficaz, considerando que o uso e a capacidade dos recursos estão otimizados no modelo AWS. A plataforma da Amazon, propõe ser uma plataforma com pouca interação humana, no que diz respeito ao suporte das aplicações. A ideia é que a plataforma funcione sem intervenção humana, melhorando a eficiência. (VERAS, 2015). A AWS é uma plataforma de serviços em nuvem amplamente utilizada, oferecendo uma variedade de recursos e soluções para empresas e desenvolvedores. Conforme destacado por Sharma, Rani e Singh (2021), a AWS é uma provedora líder de serviços em nuvem, que abrange desde computação, armazenamento e banco de dados até serviços avançados de inteligência artificial e análise de dados. Um dos conceitos fundamentais da AWS é a elasticidade. Conforme mencionado por Alqarni et al. (2020), a elasticidade na AWS permite que os usuários ajustem a capacidade dos recursos de acordo com a demanda, aumentando ou reduzindo a escala de forma dinâmica. Isso proporciona flexibilidade e eficiência aos usuários, permitindo que se adaptem facilmente às flutuações de tráfego e demanda de recursos. A segurança também é um aspecto fundamental na AWS. De acordo com Choudhary, Sahu e Pradhan (2020), a AWS oferece uma ampla gama de recursos e serviços para garantir a segurança dos dados e sistemas hospedados em sua plataforma. Isso inclui controles de acesso granulares, criptografia de dados em repouso e em trânsito, detecção e prevenção de ameaças, além de conformidade com diversas regulamentações de segurança. Outro conceito importante na AWS é a disponibilidade. Conforme

ressaltado por Lopes, Siqueira e Gonçalves (2021), a AWS possui uma infraestrutura global que garante alta disponibilidade dos serviços, com uma arquitetura resiliente que permite a replicação e o balanceamento de carga entre regiões e zonas de disponibilidade. 21 Isso garante que os serviços na AWS estejam sempre disponíveis e com baixa latência para os usuários.

O AWS Lambda foi o primeiro serviço de FaaS oferecido no mercado em 2014, teve uma grande adesão em 2016 (T. Elgamal, 2018) e continua sendo uma das principais ferramentas de FaaS.

Essa ferramenta possui uma infraestrutura de alta disponibilidade e seu provedor administra os recursos computacionais, realiza a manutenção do servidor, gerencia o provisionamento e a escalabilidade automática, e monitora os logs (registro) das execuções das funções. O Lambda tem suporte para códigos em Java, Go, PowerShell, Node.js, C#, Python e Ruby, além possibilitar o acionamento das funções a partir de 200 serviços da própria AWS e de aplicações de Software como Serviço – Software as a Service (SaaS) (Amazon, 2022).

O AWS Lambda permite a execução de código sem a necessidade de provisionar e gerenciar servidores, cobrando apenas pelo tempo de computação consumido. Isso possibilita a execução de código para uma ampla variedade de aplicativos e serviços de backend, bastando fazer o upload do código, e o Lambda cuidará de todos os recursos necessários para a execução, escalando-o automaticamente com alta disponibilidade. Além disso, é possível configurar o acionamento automático do código por meio de outros serviços da AWS ou chamar o Lambda diretamente usando qualquer aplicativo (QUEIROZ, 2020).

O código é executado somente quando necessário, fazendo toda a administração dos recursos computacionais, manutenção de servidor e sistema operacional, provisionamento de capacidade e escalabilidade de forma automática além de monitoramento do código e registro em log. O código pode ser executado em resposta a eventos (AWS, 2019).

O Simple Storage Service, também conhecido como Amazon S3, é um serviço de armazenamento de objetos que se destaca pelo seu excepcional nível de escalabilidade, disponibilidade de dados, segurança e desempenho. Isso significa que empresas de todos os portes e setores podem aproveitá-lo para armazenar dados de

qualquer volume em diversas aplicações, como websites, aplicativos móveis, backup, recuperação, arquivamento, sistemas empresariais, dispositivos IoT e análises de grandes conjuntos de dados [AWS-S3, 2023]. O Amazon S3 oferece ferramentas de gerenciamento amigáveis que permitem a organização de dados e a configuração de controles de acesso altamente personalizados, atendendo a requisitos comerciais, organizacionais e regulatórios específicos.

Amazon S3 (SERVICES, 2021) é um serviço de armazenamento de objetos em nuvem; objetos podem ser arquivos de texto, imagem, vídeos, enfim, qualquer arquivo digital a ser armazenado. Os dados são armazenados como objetos em "buckets" (baldes), que são unidades lógicas de armazenamento, semelhantes aos diretórios em um sistema de arquivos. Em um "bucket," pode-se armazenar qualquer quantidade de dados, e manipular esses dados, como escrever, ler e excluir os objetos. Um único objeto armazenado em um "bucket" do S3 pode ter até 5 terabytes de tamanho. Os data centers que oferecem o serviço estão distribuídos geograficamente, como nos Estados Unidos, São Paulo, Frankfurt, Singapura, Japão, Sydney, entre outras cidades estrategicamente selecionadas em todos os continentes. Desse modo, fornecem redundância, prevenção contra desastres naturais e backup dos arquivos de modo transparente para o usuário.

O serviço de armazenamento Amazon S3 possui várias formas de restrição de acesso (SAEED et al., 2019), via IAM, Identity and Access Management, onde é possível controlar com segurança o acesso aos recursos e serviços da AWS. O Amazon S3 possui algumas categorias de armazenamento: (1) S3 Standard é o nível de serviço básico, que atende a maioria das aplicações, como serviços de entrega de conteúdo, aplicativos móveis e websites; é o mais utilizado e recomendado para dados acessados frequentemente. (2) S3 Standard-Infrequent Access permite armazenamento similar ao S3 Standard, porém com tempo de recuperação e disponibilidade reduzidos, disponível apenas em uma zona de disponibilidade (conjunto geográfico de data centers) e custo inferior. (3) S3 Glacier é o nível de armazenamento para arquivos duráveis e acesso infrequente, recomendado para backup e pode levar de minutos a horas para que o arquivo seja disponibilizado para recuperação; o custo é inferior se comparado ao S3 Standard e S3 Standard-Infrequent Access. Por fim, (4) S3 no Outpost é uma opção de armazenamento no local, na empresa contratante, que fornece acesso à API do S3, mantendo os dados

próximos às aplicações que os consomem.

A AWS Command Line Interface (AWS CLI) é uma ferramenta unificada para o gerenciamento de seus produtos da AWS. Com apenas uma ferramenta para baixar e configurar, você poderá controlar vários produtos da AWS pela linha de comando e automatizá-los usando scripts (AWS-CLI, 2017).

O Windows PowerShell (Kopczynski, 2008) é um shell (Camada de interface entre o usuário e o sistema) de comando de linha criado pela Microsoft para se elaborar scripts sobre a plataforma .NET (Plataforma de programação criada pela Microsoft) que tem o objetivo de administrar sistemas através da realização da automação de tarefas do cotidiano. Através do Powershell é possível executar essas tarefas de modo local ou remoto.

O Windows Powershell (Wilson, 2013) utiliza um componente próprio, o cmdlets, programa esse responsável por realizar as tarefas administrativas de um modo geral. Esse componente contém classes de implementações .NET para interagir com scripts e executáveis através do Windows Powershell (Payette, 2011).

Esse ambiente de desenvolvimento de scripts começou a ser nativo na versão de sistemas operacionais da Microsoft para servidores, mais especificamente no Windows Server 2008 de modo a substituir o Windows Script Host (G. Aitken, 2001).

O Home Assistant é um software de automação residencial que permite controlar vários dispositivos com um único aplicativo. Ele é capaz de integrar vários dispositivos de diferentes marcas, como lâmpadas, termostatos, sensores, câmeras, entre outros. Além disso, ele é compatível com várias plataformas, como iOS, Android, Windows, Linux e macOS. (Home Assistant, 2021).

O Node-Red é uma ferramenta de programação visual que permite criar fluxos para automatizar processos. Ele é baseado em Node.js e pode ser usado para criar aplicativos baseados em nuvem ou dispositivos IoT. Ele é fácil de usar e pode ser integrado com várias plataformas, como o Home Assistant. Com o Node-Red, é possível criar fluxos para automatizar tarefas, como acender as luzes quando o sensor de movimento detectar alguém. (Node-Red, 2021).

O Tuya Smart Developer é uma plataforma de desenvolvimento de dispositivos inteligentes, que permite aos desenvolvedores criar produtos IoT

conectados à nuvem. Ele oferece uma ampla variedade de soluções para dispositivos inteligentes, como módulos Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, entre outros. Além disso, ele permite integrar dispositivos inteligentes com outras plataformas, como o Home Assistant e o Node-Red. (Tuya Smart Developer, 2021).

A integração entre o Home Assistant, Node-Red e Tuya Smart Developer pode levar a automação residencial para um nível mais avançado, no caso do SIMIA, estaremos deixando o ambiente hospitalar com automações residenciais. Com o Home Assistant, é possível integrar vários dispositivos de diferentes marcas. Com o Node-Red, é possível criar fluxos para automatizar tarefas. E com o Tuya Smart Developer, é possível criar dispositivos IoT conectados à nuvem. Esses três recursos podem ser integrados para criar sistemas mais avançados e inteligentes. Por exemplo, é possível criar um fluxo no Node-Red que acende as luzes quando o sensor de movimento detecta alguém e, ao mesmo tempo, envia uma notificação para o smartphone do usuário. Além disso, o Home Assistant pode ser usado para controlar dispositivos Tuya, como lâmpadas inteligentes e tomadas inteligentes. (Tuya Smart Developer, 2021).

A automação residencial está se tornando cada vez mais popular, e o Home Assistant, Node-Red e Tuya Smart Developer são recursos que podem levar a automação residencial para um nível mais avançado. Com o Home Assistant, é possível integrar vários dispositivos de diferentes marcas. Com o Node-Red, é possível criar fluxos para automatizar tarefas. E com o Tuya Smart Developer, é possível criar dispositivos IoT conectados à nuvem. Esses três recursos podem ser integrados para criar sistemas mais avançados e inteligentes. É importante lembrar que a integração de dispositivos inteligentes em um sistema de automação residencial deve ser feita com cuidado, levando em consideração a segurança e privacidade do usuário. (Home Assistant, 2021)

O SIMIA também faz uso do reconhecimento facial como uma tecnologia fundamental. O reconhecimento facial permite a identificação dos pacientes por meio de suas características faciais, possibilitando um acompanhamento mais preciso e seguro. Isso permite que o sistema rastreie a localização dos pacientes em diferentes áreas do hospital, como corredores, enfermarias e unidades de cuidados intensivos. O reconhecimento facial e os assistentes de voz são tecnologias cada vez mais presentes em nosso dia a dia. Empresas como Amazon, Google e Apple estão

investindo cada vez mais nessa área, oferecendo soluções cada vez mais avançadas para seus clientes. Além disso, a Amazon também oferece serviços de computação em nuvem, como o Amazon AWS, que permite o processamento de dados em larga escala. O reconhecimento facial é uma tecnologia que tem sido amplamente utilizada em diversos setores, desde a segurança até o marketing. No entanto, é importante considerar as questões de privacidade e segurança envolvidas. Um estudo realizado por Buolamwini e Gebru (2018) revelou que existem disparidades na precisão do reconhecimento facial de acordo com o gênero e a raça das pessoas. Essas questões devem ser levadas em conta ao se implementar tecnologias de reconhecimento facial.

Já os assistentes de voz, como a Siri da Apple, a Alexa da Amazon e o Google Assistant, estão se tornando cada vez mais populares. Essas tecnologias permitem que os usuários realizem tarefas como fazer chamadas telefônicas, enviar mensagens de texto e controlar dispositivos inteligentes apenas com a voz. No entanto, assim como no caso do reconhecimento facial, é importante considerar as questões de privacidade e segurança envolvidas. Um estudo realizado por Carlini et al. (2018) mostrou que é possível enganar os assistentes de voz com comandos de voz inaudíveis para os humanos. Isso pode ser explorado por atacantes mal-intencionados para realizar ações indesejadas.

No que diz respeito ao Amazon AWS, a plataforma oferece diversos serviços de computação em nuvem, incluindo o Amazon Rekognition, que é um serviço de reconhecimento de imagens e vídeos baseado em aprendizado de máquina. O Amazon Rekognition pode ser utilizado em diversas aplicações, desde a análise de segurança até a análise de conteúdo. No entanto, é importante considerar as questões de privacidade e segurança envolvidas. Em 2019, a ACLU (American Civil Liberties Union) divulgou um estudo mostrando que o Amazon Rekognition apresentava uma taxa de erro maior quando se tratava de reconhecer pessoas de cor. Além disso, a utilização do Amazon Rekognition em aplicações de segurança pode levar a violações de privacidade e a um aumento da vigilância.

2.4. TRABALHOS RELACIONADOS

Com base na descrição do projeto SIMIA, podemos encontrar projetos relacionados que utilizam tecnologias semelhantes para monitoramento e interação assistida em hospitais. Um desses projetos é descrito por Oliveira et al. (2020) em seu artigo "Sistema de Monitoramento com Visão Computacional e IoT para Apoio à Saúde em Hospitais". O sistema proposto pelos autores utiliza câmeras e sensores IoT para monitorar a movimentação dos pacientes e alertar a equipe médica em caso de emergência. A análise de imagens é realizada através do OpenCV, uma biblioteca de visão computacional, e os dados são transmitidos para uma nuvem IoT, permitindo o acesso remoto aos dados.

No projeto de Oliveira et al. (2020), o sistema de monitoramento com visão computacional e IoT é utilizado para monitorar a movimentação dos pacientes e alertar a equipe médica em caso de emergência. A tecnologia utilizada é capaz de detectar mudanças bruscas de movimento, como quedas, e enviar um alerta para a equipe médica. Além disso, o sistema permite o acesso remoto aos dados, o que pode ser útil em situações de emergência fora do hospital.

Outro projeto que utiliza tecnologias semelhantes é apresentado por Silva et al. (2021) em seu artigo "Sistema de Monitoramento e Alerta para Prevenção de Quedas em Hospitais". O sistema utiliza câmeras e sensores de movimento para detectar quedas de pacientes e alertar a equipe médica imediatamente. A análise de imagens é realizada por meio do Tensor Flow, uma biblioteca de aprendizado de máquina, e os dados são transmitidos para um dispositivo móvel, permitindo uma rápida resposta da equipe médica. Seu objetivo é prevenir quedas de pacientes em hospitais. O sistema de monitoramento e alerta utiliza câmeras e sensores de movimento para detectar quedas e alertar a equipe médica imediatamente.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O SIMIA é um projeto que visa utilizar essas tecnologias para desenvolver um sistema inteligente de monitoramento e interação assistida em hospitais. Nesse sistema, sensores, dispositivos e algoritmos de IA são integrados para fornecer um ambiente mais seguro e eficiente para pacientes e profissionais de saúde.

3.1. INTERNET DAS COISAS (IoT) E SEUS PRINCÍPIOS

Kevin Ashton é reconhecido como o pioneiro em referir-se à ideia da Internet das Coisas. Ele argumenta que é crucial adaptar os sistemas computacionais de forma a torná-los cada vez mais autônomos na coleta de informações, a fim de que possam executar tarefas como visualizar, ouvir e perceber o mundo sem depender de dados limitados introduzidos pelas pessoas. Ele conclui afirmando que "A Internet das Coisas tem o potencial de mudar o mundo, assim como a Internet fez. Talvez até mais" (ASHTON, 2009).

De acordo com Santos et al. (2016), a Internet das Coisas surgiu como resultado do avanço de várias áreas, como sistemas embarcados e microeletrônica. Desde então, a IoT tem sido vista como um conjunto de tecnologias que se complementam para viabilizar a integração de objetos cotidianos do ambiente físico ao mundo virtual. Em resumo, trata-se da expansão da internet, como a conhecemos hoje, para permitir que diversos tipos de objetos com capacidade computacional se conectem entre si. No entanto, o sucesso do surgimento da Internet das Coisas depende da evolução do paradigma da computação móvel tradicional, que precisa constantemente fornecer meios para incorporar novas tecnologias e inteligência ao ambiente das pessoas (GUBBI et al., 2013).

Albertin e De Moura Albertin (2017) compreendem a Internet das Coisas como uma rede ubíqua e globalizada que auxilia e possibilita a integração do mundo físico por meio de redes de comunicação. Eles também enfatizam que a IoT não se limita apenas a objetos do cotidiano, mas também está relacionada a outras infraestruturas e aplicações tecnológicas que buscam aproveitar seu potencial. Por sua vez, Forsetto e De Souza (2015) mencionam que a IoT surgiu com a proposta de facilitar as atividades diárias das pessoas. Atualmente, a internet está crescendo rapidamente, transformando a rotina desde o despertar até a forma de comunicação e interação com o ambiente físico. A influência da internet se estende a praticamente todos os dispositivos e aparelhos elétricos utilizados no dia a dia. Esse pensamento

é complementado por Da Silva (2015), que afirma:

“Devido a importância da IoT, o Conselho Nacional de Inteligência dos EUA (NIC) a considera como uma das seis tecnologias civis mais promissoras e que mais impactarão a nação no futuro próximo. O NIC (2008) prevê que em 2025 todos os objetos do cotidiano (por exemplo, embalagens de alimento, documentos e móveis) poderão estar conectados à internet” (DA SILVA, 2015, p. 05).

De acordo com Patel et al. (2016), a Internet das Coisas pode ser considerada como um mundo de objetos físicos interconectados, que se enquadram em três categorias de interação: (1) Pessoas para Pessoas; (2) Pessoas para Coisas; e (3) Coisas para Coisas. Os autores destacam ainda que a IoT está contribuindo para a fusão do mundo real, digital e virtual, resultando na criação de ambientes mais inteligentes (PATEL et al., 2016). Considerando a definição do conceito de Internet das Coisas, na prática, sua implementação requer o uso das seguintes ferramentas tecnológicas: conectividade, tecnologia habilitadora de hardware e uma plataforma para visualização dos dados.

3.1.1. Tecnologias 4G, 5G e WIFI

O 4G é a quarta geração de tecnologia de rede móvel e oferece velocidades de internet mais rápidas do que o 3G. Segundo a ANATEL (2013), o 4G permite velocidades de até 100 Mbps (megabits por segundo) para download e 50 Mbps para upload. No entanto, essas velocidades podem variar dependendo da localização do usuário e do congestionamento da rede.

Uma das principais vantagens do 4G é a sua cobertura. Segundo a ANATEL (2013), a cobertura do 4G é maior do que a do 3G, o que significa que mais pessoas podem acessar a internet em áreas remotas. Além disso, o 4G oferece uma experiência de navegação mais suave do que o 3G.

O 5G é a quinta geração de tecnologia de rede móvel e é a mais recente. Segundo a Ericsson (2020), o 5G oferece velocidades de até 20 Gbps (gigabits por segundo), o que é significativamente mais rápido do que o 4G. Além disso, o 5G oferece tempos de resposta mais rápidos do que o 4G, o que significa que as pessoas podem acessar a internet mais rapidamente.

Uma das principais vantagens do 5G é a sua capacidade de conectar mais

dispositivos ao mesmo tempo. Segundo a Ericsson (2020), o 5G pode conectar até um milhão de dispositivos por quilômetro quadrado, o que é significativamente mais do que o 4G pode conectar. Isso significa que o 5G é ideal para dispositivos inteligentes, como carros autônomos, que precisam se conectar à internet em tempo real (Figura 2).

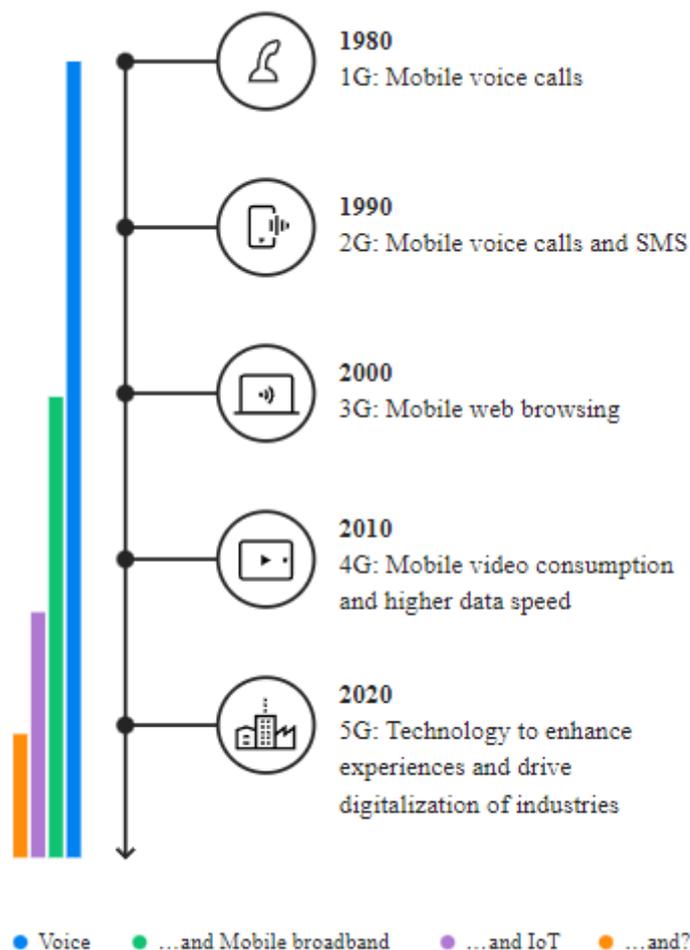


Figura 3: A evolução do 5G

Fonte: Ericsson, 2023

O Wi-Fi é uma tecnologia de rede sem fio que permite que as pessoas se conectem à internet em suas casas e escritórios. Segundo a Wi-Fi Alliance (2021), o Wi-Fi 6 (também conhecido como 802.11ax) oferece velocidades de até 9.6 Gbps e é significativamente mais rápido do que o Wi-Fi 5 (também conhecido como 802.11ac).

Uma das principais vantagens do Wi-Fi é a sua conveniência. As pessoas podem se conectar à internet sem fio em suas casas e escritórios sem precisar de

cabos. Além disso, o Wi-Fi é mais seguro do que as redes móveis, pois as pessoas podem configurar senhas para proteger suas redes.

3.1.2. ESP8266, RASPBERRY E LORA

O ESP8266 é um chip desenvolvido pela Expressif, projetado para funcionar como um microcontrolador altamente integrado. Essa solução atende às demandas da Internet das Coisas por dispositivos compactos, eficientes e confiáveis em termos de desempenho (Espressif, 2019). Uma das placas que utiliza esse chip é o Nodemcu ESP-12, cujo esquema de pinout está representado na figura 4.

Uma das principais características do ESP8266 é sua capacidade de estabelecer conexões Wi-Fi, tanto por si próprio quanto como adaptador para outras placas. Além disso, o chip possui um processador de 32 bits e uma interface periférica que permite a conexão com outros dispositivos através de GPIOs, UART, entre outros, como ilustrado na figura. Comparado ao ESP32, o ESP8266 é inferior em termos de especificações, no entanto, ainda supera amplamente outras placas populares, como o Arduino Uno, conforme demonstrado na tabela 1. De acordo com o livro de Oliveira (2017), o ESP8266 é uma opção promissora para projetos de IoT devido à sua relação entre preço e recursos.

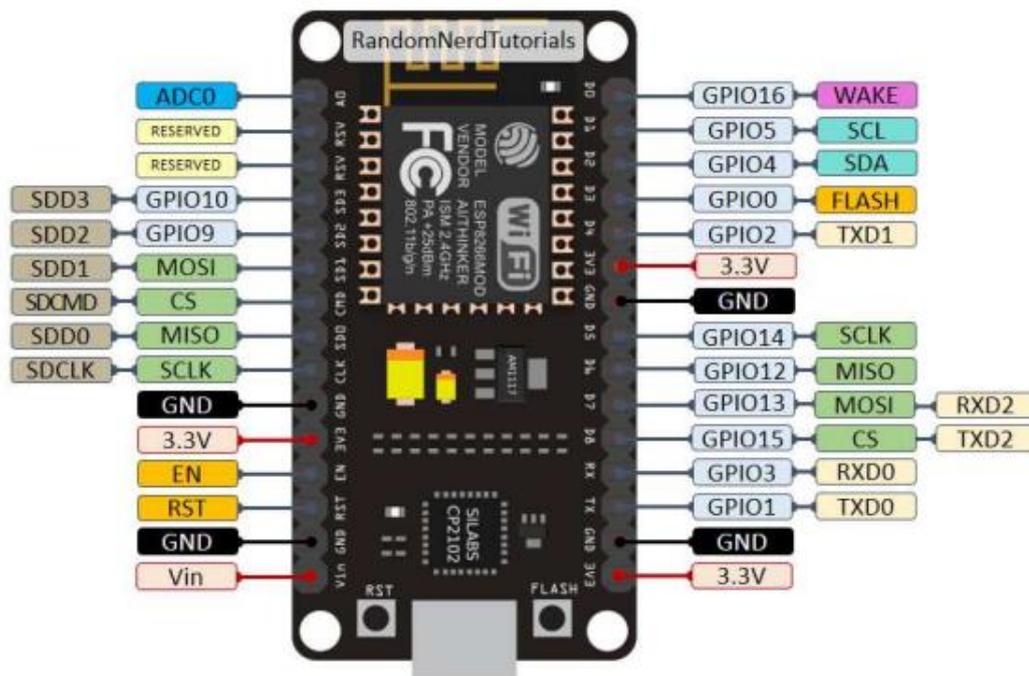


Figura 4 - Terminais da placa Nodemcu ESP8266

Fonte: Adaptado de (Random Nerd Tutorials, 2019)

Já o Raspberry Pi é um mini computador do tamanho de um cartão de crédito. Ele possui capacidade para executar tarefas semelhantes às de um computador pessoal e também controlar sistemas elétricos. O Raspberry Pi possui conexões de entrada, como mouse, teclado e uma interface para entrada de sinais, além de conexões de saída, como vídeo, áudio e uma interface para saída de sinais (ARAÚJO et al., 2016).

Ao contrário dos microcontroladores, o Raspberry Pi opera com o sistema operacional Linux, assim como um computador pessoal. Ele possui uma interface para conexão Ethernet e também é possível utilizar um adaptador Wi-Fi conectado a uma de suas 4 portas USB. O armazenamento de dados é realizado por meio de um cartão MicroSD, que funciona, na prática, como um disco rígido para o Raspberry Pi. Esse microcomputador também possui uma linha de pinos que permite a conexão com outros dispositivos eletrônicos, possibilitando o controle de atuadores e a leitura de sensores (MONK, 2016).

A figura X apresenta o Raspberry Pi 3 Model B+. De acordo com a Fundação Raspberry Pi (2018), esse Raspberry Pi possui as seguintes características:

Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz

1GB LPDDR2 SDRAM

Conexão sem fio 2.4GHz e 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac e LAN Bluetooth 4.2, BLE
Ethernet Gigabit através de USB 2.0 (taxa de transferência máxima de 300 Mbps)

40 pinos GPIO

Saída HDMI de tamanho completo

4 portas USB 2.0

Porta CSI para conexão do Raspberry Pi com câmera

Porta DSI para conexão do Raspberry Pi com tela sensível ao toque

Saída de áudio estéreo de 4 polos e porta de vídeo composto

Porta Micro SD para carregamento do sistema operacional e outros dados

Tensão de entrada 5V/2.5A DC

Suporte Power-over-Ethernet (PoE)



Figura 5 – Raspberry Pi modelo B+

Fonte: Fundacaoraspberrypi (2018)

LoRa é uma tecnologia de conectividade sem fio originária da França e amplamente utilizada em aplicações IoT. A arquitetura da tecnologia LoRa envolve três camadas do modelo OSI - Comunicação, Física e Enlace (TEIXEIRA; ALMEIDA, 2017). Os módulos LoRa são geralmente associados a sistemas embarcados e sensores coletores de uma infinidade de dados. Atualmente, a propriedade da tecnologia LoRa pertence à empresa norte-americana Semtech (SANT'ANA, 2017).

O circuito integrado LoRa, produzido pela Semtech, é projetado para operar

nas frequências de 169 MHz, 433 MHz e 915 MHz nos Estados Unidos, e 868 MHz na Europa (SEMTECH, 2015). A tecnologia em questão é baseada no espalhamento espectral derivado da modulação conhecida como "chirp", otimizada para aplicações de longo alcance, baixo consumo de energia e baixa taxa de transmissão. A técnica de modulação de espectro conhecida como CHIRP - Compressed Radar High Intensity Pulse é um sinal cuja frequência aumenta ou diminui ao longo do tempo. Esse tipo de modulação é usado em sonares e radares devido à sua natureza robusta e capacidade de alcance de longa distância (DEVALAL; KARTHIKEYAN, 2018).

Os sinais chirp possuem amplitude constante e percorrem toda a largura de banda de forma linear ou não linear de um extremo a outro em um determinado período de tempo. O espectro espalhado do chirp utiliza a largura de banda completa para transmitir sinais. Se a frequência muda do menor para o maior, é chamado de "up-chirp", e se a frequência muda do maior para o menor, é chamado de "down-chirp" (SGHOSLYA, 2017).

	Local Area Network Short Range Communication	Low Power Wide Area (LPWAN) Internet of Things	Cellular Network Traditional M2M
	40%	45%	15%
😊	Well established standards In building	Low power consumption Low cost Positioning	Existing coverage High data rate
😞	Battery Live Provisioning Network cost & dependencies	High data rate Emerging standards	Autonomy Total cost of ownership
	Bluetooth 4.0 WI FI	LoRa	3G / H+ 4G

Figura 6: Comparativo do Alcance de algumas redes

Fonte: (ALLIANCE, 2019)

3.2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E SUAS APLICAÇÕES

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que tem como objetivo desenvolver sistemas capazes de simular a capacidade humana na percepção de um problema, identificando seus componentes e, com isso, resolver problemas e propor/tomar decisões (Lobo, 2018).

Com diferentes algoritmos e estratégias de tomada de decisão e um grande

volume de dados, sistemas de IA são capazes de propor ações, quando solicitados. Já utilizadas em um grande número de atividades em áreas como o comércio, bancos, transporte, atendimento a usuários e, mesmo, gestão de recursos materiais e do capital humano, a IA tem ampliado significativamente a sua aplicação em saúde (Lobo, 2018).

Em saúde, a IA analisa dados disponíveis em bases de dados de nascimentos, mortalidade, hospitalizações e outras informações relevantes para a saúde pública, permitindo a identificação de padrões e tendências que podem ser usados para melhorar a qualidade do atendimento e a eficiência dos sistemas de saúde (Lobo, 2018).

No entanto, a IA também apresenta desafios, como a necessidade de garantir a privacidade e a segurança dos dados dos pacientes, além de garantir que as decisões tomadas pelos sistemas de IA sejam éticas e justas (Lobo, 2018).

Em resumo, a IA é uma tecnologia promissora que pode trazer muitos benefícios para a saúde e outras áreas, mas é importante que seja usada de forma responsável e ética para garantir que seus benefícios sejam maximizados e seus riscos minimizados (Lobo, 2018).

Sistemas computadorizados de apoio à decisão já existem há décadas, mas o aumento da velocidade de processamento e de armazenamento de informação dos computadores, permitiu analisar um grande volume de dados em nanosegundos propondo soluções de problemas, orientando a proposta e tomada de decisões, realizando tarefas sem receber instruções diretas de humanos.(LOBO, 2018, p.5).

3.3. APRENDIZADO DE MÁQUINA (MACHINE LEARNING)

O Aprendizado de Máquina é um ramo da ciência da computação que busca aprender com experiências passadas e utilizar esse conhecimento na tomada de decisões futuras. Ele está situado na interseção de três áreas: computação, engenharia e estatística. Seu objetivo é identificar padrões gerais ou descobrir regras desconhecidas com base em exemplos de um conjunto de dados (DANGETI, 2017).

Por meio do aprendizado de máquina, são desenvolvidas técnicas computacionais e sistemas capazes de adquirir conhecimento automaticamente. Para

isso, o programador do sistema fornece dados representativos aos mecanismos de caracterização de dados. O aprendizado de máquina é categorizado em três principais tipos, que podem até ser combinados dependendo da situação, para alcançar resultados desejados em aplicações específicas (MITCHELL, 1997).

No aprendizado supervisionado, os dados de entrada junto com suas respectivas saídas são apresentados ao algoritmo de aprendizado durante o treinamento. Dessa forma, as máquinas aprendem a relação entre uma variável-alvo e as outras variáveis, de maneira similar à forma como um professor utiliza critérios de avaliação para fornecer feedback aos alunos sobre seu desempenho (BRAGA; CARVALHO; LUDEMIR, 2007).

O aprendizado não supervisionado lida com conjuntos de exemplos não rotulados, e sua técnica de aprendizado classifica esses conjuntos agrupando os exemplos semelhantes em determinadas classes. Nesse tipo de aprendizado, os algoritmos aprendem por si mesmos, sem supervisão ou fornecimento de variável-alvo. O objetivo é encontrar padrões e relações ocultas nos dados fornecidos (RUSSELL e NORVING, 2004).

Na estratégia de aprendizado por reforço, o estado do ambiente é mapeado através da percepção e ação, visando maximizar um sinal de recompensa numérica. A ideia é capturar os aspectos mais relevantes do problema colocando um agente que interage com o ambiente para alcançar uma meta. A máquina ou agente aprende o comportamento com base no feedback recebido do ambiente. O agente toma uma série de ações decisivas sem supervisão e, ao final, recebe uma recompensa, seja +1 ou -1. Com base nesse resultado, o agente reavalia seus caminhos (SUTTON e BARTO, 1998).

Essas categorias de aprendizado, em grande parte dos sistemas inteligentes, são responsáveis pela maior parte da inteligência, enquanto outros métodos são utilizados para suporte e preenchimento de lacunas deixadas por esses modelos. Em geral, os modelos combinam recursos do contexto, testam valores desses recursos, multiplicam-nos, redimensionam-nos, entre outras operações. Mesmo modelos simples podem realizar milhares de operações para produzir previsões (HULTEN, 2018).

Existem diversos tipos de modelos, como modelos lineares, redes neurais e árvores de decisão, sendo alguns dos mais conhecidos. Em situações em que um conjunto de instâncias independentes ou dados é utilizado para aprender algo, uma

diante, com mais nós para mais testes. As folhas da árvore contêm as consequências das escolhas, ou seja, o valor final, que corresponde à classe (HULTEN, 2018).

Conforme mencionado anteriormente, no processo de aprendizado de uma árvore, os atributos (variáveis) do conjunto de treinamento são divididos de forma recursiva, com base em critérios de impureza estabelecidos, até que sejam atendidos os critérios de parada. Para determinar onde cada variável será posicionada na árvore, são calculados a entropia, o ganho de informação e a impureza de Gini para os atributos (DANGETI, 2017).

3.4. PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (PLN)

A Processamento de Linguagem Natural (PLN) estuda a criação de algoritmos capazes de compreender a semântica e os sentimentos na linguagem escrita e falada, além de fornecer respostas inteligentes. Considerada um subconjunto da Inteligência Artificial (IA), a PNL se concentra na construção de sistemas que podem tomar decisões inteligentes. Seu objetivo é capacitar os computadores a realizar tarefas úteis envolvendo a linguagem humana. Alguns benefícios da utilização da PLN incluem a comunicação entre humanos e máquinas, a melhoria da comunicação entre humanos ou simplesmente o processamento eficiente de texto ou discurso (JURAFSKY; MARTIN, 2009).

O mecanismo da PLN envolve dois processos: Compreensão de Linguagem Natural (CLN) e Geração de Linguagem Natural (GLN). A CLN extrai informações de um texto específico, compreendendo a natureza e a estrutura de cada palavra. Para compreender a estrutura do texto, a CLN aborda diversos tipos de ambiguidades presentes na linguagem natural: ambiguidade léxica (devido às múltiplas significações das palavras), ambiguidade sintática (uma frase pode ter múltiplas árvores de análise), ambiguidade semântica (frases com múltiplos significados) e ambiguidade anafórica (frases ou palavras que podem ter um significado diferente de acordo com termos mencionados anteriormente). Devido a essas ambiguidades, existem palavras com significados semelhantes (sinônimos) e palavras com mais de um significado (polissemia).

Já o GLN é o processo de geração automática de texto a partir de dados estruturados em um formato legível, com frases significativas. O GLN é dividido em três etapas propostas: planejamento de texto, responsável pela organização do

conteúdo em dados estruturados; planejamento de sentenças, em que as frases são combinadas a partir dos dados estruturados para representar o fluxo de informações; e, por fim, a realização, em que frases gramaticalmente corretas são produzidas para representar o texto. De acordo com Jurafsky e Martin (2009), existem seis níveis de linguagem processados pelas técnicas de PLN: (1) fonética e fonológica, relacionadas à articulação de fonemas e seu uso na linguagem; (2) nível morfológico, relacionado às classes gramaticais (artigos, substantivos, verbos, entre outros) e à formação de palavras por meio de raízes, prefixos, sufixos, entre outros; (3) nível sintático, que busca identificar dependências sintáticas entre frases em uma sentença, determinando funções sintáticas (sujeito, predicado, entre outros) e construindo árvores sintáticas; (4) nível semântico, que abrange uma ampla gama de análises, como a desambiguação de palavras com múltiplos significados (polissêmicas); (5) nível pragmático, que lida com a informação implícita no texto; e (6) nível retórico, relacionado à estrutura e às estratégias utilizadas para a organização e criação do texto. Algumas técnicas de PLN se concentram em níveis específicos, como o reconhecimento de fala, enquanto outras abrangem vários níveis, como a sumarização de documentos. Algumas tarefas são simples de resolver (por exemplo, verificação ortográfica), enquanto outras podem ser extremamente desafiadoras (como a tradução automática).

Segundo Cerqueira et al. (2010), as abordagens atuais da PNL se dividem em quatro categorias principais: simbólica, estatística, conexionista e híbrida. A abordagem simbólica analisa fenômenos linguísticos e seus paradigmas por meio de regras conhecidas da linguagem. Os métodos estatísticos utilizam cálculos matemáticos para gerar modelos e regras a partir de exemplos de textos e sentenças. Os métodos conexionistas também desenvolvem modelos, mas utilizam métodos estatísticos para complementar os métodos de representação do conhecimento. Por fim, a abordagem híbrida mescla métodos provenientes de abordagens diferentes para atender às necessidades do sistema ou fortalecer pontos fracos.

3.5. SENSORES E DISPOSITIVOS UTILIZADOS NO SIMIA

No projeto SIMIA, são utilizados diversos sensores e dispositivos para a coleta de dados e interação com o ambiente hospitalar. Esses componentes desempenham um papel essencial no monitoramento e na interação inteligente do sistema. Com base nas informações fornecidas, irei complementar a descrição dos

sensores e dispositivos utilizados no SIMIA:

Câmera IZC 1003 da Intelbras: Essa câmera (Figura 7) é utilizada no SIMIA para capturar imagens e vídeos em tempo real. Ela é integrada à plataforma de nuvem da Tuya Smart, permitindo o armazenamento seguro dos dados coletados. A câmera IZC 1003 se conecta via wifi e possui recursos avançados, como detecção de movimento e gravação de eventos, sendo essenciais para o monitoramento do ambiente hospitalar.



Figura 8 - Câmera IZC 1003

Fonte: Intelbras, 2023

Sensor de abertura de porta AGL TYWE3S: Esse sensor (Figura 8) é responsável por detectar a abertura e fechamento das portas dos quartos hospitalares. Ele se integra ao sistema SIMIA por meio da plataforma de nuvem da Tuya Smart através de sua conexão wifi, enviando sinais quando ocorre a abertura de uma porta. Dessa forma, o SIMIA pode identificar quando um paciente sai do quarto e acionar os devidos alertas aos profissionais de saúde, além de iniciar o reconhecimento facial, gerando um gatilho para a captura de uma imagem com a câmera.



Figura 9 - Sensor de Abertura modelo TYWE3S

Fonte: AGL, 2023

Lâmpada Led Smart Wi-fi EWS 410: Esse dispositivo (Figura 9) atua como uma sinalização de emergência no SIMIA, oferecendo a possibilidade de troca de cores ao atuar em seu aplicativo. A lâmpada também se integra à plataforma de nuvem da Tuya Smart, permitindo a comunicação e controle dos dispositivos conectados. Ele desempenha um papel fundamental na sinalização, caso um paciente seja detectado fora do seu quarto pelos sensores no sistema SIMIA, atuando com a cor vermelha.



Figura 10 - Lâmpada Led Smart Wi-fi - modelo EWS 410

Fonte: Intelbras, 2023

Assistente de voz Alexa Echo Dot 5: A Alexa (Figura 10) é um assistente de

voz inteligente desenvolvido pela Amazon. No SIMIA, o Echo Dot 5 é utilizado para interação e comunicação com o sistema. Além de fornecer recursos avançados de reconhecimento de voz e processamento de linguagem natural, a Alexa pode se integrar ao SIMIA para alertar sobre pacientes que saem do quarto e notificar os profissionais de saúde com avisos sonoros e audíveis. Além disso, ela pode coletar dados adicionais, como a temperatura ambiente, e fornecer outros recursos disponíveis pela Amazon, como tarefas, horas, listas e informações diversas.



Figura 11 - Amazon Alexa modelo Echo dot 5
Fonte: Amazon, 2023

É importante ressaltar que a escolha dos dispositivos e sensores utilizados no SIMIA é baseada em critérios técnicos e na compatibilidade com a plataforma e arquitetura do sistema. Esses componentes foram selecionados levando em consideração a necessidade de coleta de dados em tempo real, a segurança dos dados e a interação eficiente com os profissionais de saúde. Todos os dispositivos trabalham com a conexão de rede wifi, garantindo um sistema que se comunica sem a necessidade de fios.

Esses sensores e dispositivos mencionados proporcionam ao SIMIA uma capacidade avançada de monitoramento, identificação e interação inteligente no ambiente hospitalar, contribuindo para a qualidade do cuidado de saúde e a segurança dos pacientes.

Todos os dispositivos mencionados anteriormente são integrados por meio da plataforma Home Assistant. O Home Assistant é uma plataforma de automação residencial de código aberto que oferece suporte para a integração de uma ampla variedade de dispositivos inteligentes. Ele atua como um sistema central para

conectar e controlar diferentes dispositivos, softwares e principalmente a comunicação entre diferentes serviços que não se comunicam entre si, como o Rekognition e a Tuya Smart, graças às suas integrações, permitindo a interoperabilidade e o gerenciamento unificado em apenas um local.

No caso do SIMIA, o Home Assistant desempenha um papel crucial na integração dos sensores, câmeras e dispositivos utilizados. Ele fornece uma interface comum e intuitiva para configurar e controlar todos os componentes do sistema. Além disso, o Home Assistant suporta a integração com o Node-RED, uma plataforma de programação visual baseada em nós, que permite criar fluxos de automação de maneira fácil e flexível.

A integração com a plataforma Tuya é fundamental para o funcionamento dos dispositivos conectados ao SIMIA. A Tuya Smart é uma plataforma de Internet das Coisas (IoT) que oferece soluções de hardware e software para conectar dispositivos inteligentes à nuvem. Ela fornece a base para a comunicação e controle dos dispositivos Tuya utilizados no SIMIA, permitindo a coleta de dados e a interação com esses dispositivos por meio do Home Assistant.

Além disso, o SIMIA também faz uso do serviço Amazon Rekognition, Amazon AWS, Lambda, Amazon CLI. O Amazon Rekognition é um serviço de análise de imagem e vídeo baseado em IA oferecido pela Amazon Web Services (AWS). Ele fornece recursos avançados de reconhecimento facial, análise de imagens e detecção de objetos, o que é fundamental para o sistema de monitoramento e interação do SIMIA. A integração com o Amazon Rekognition permite a identificação de pacientes por meio de reconhecimento facial, facilitando o acompanhamento de sua localização e a emissão de alertas quando necessário.

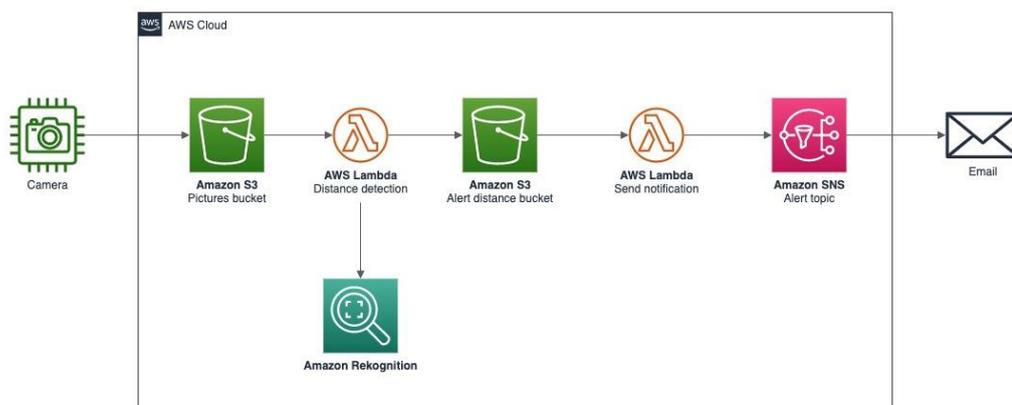


Figura 12 - Exemplo de Arquitetura de uma solução utilizando Amazon

Rekognition para identificar situações de descumprimento ao distanciamento social na pandemia.

Fonte: Amazon AWS, 2021

Em resumo, a arquitetura do SIMIA envolve a integração de sensores, câmeras e dispositivos por meio do Home Assistant, com suporte adicional do Node-RED para automação avançada. A plataforma Tuya Developer é utilizada para a comunicação e controle dos dispositivos conectados, enquanto o Amazon Rekognition oferece recursos de reconhecimento facial. Essas tecnologias em conjunto permitem o funcionamento inteligente e eficiente do sistema SIMIA.

3.6. METODOLOGIA DE PESQUISA

O tipo de pesquisa utilizada no presente artigo foi descritiva e exploratória em relação aos objetivos, no intuito de proporcionar uma proximidade com a questão. Uma das principais características da pesquisa descritiva é a utilização de técnicas de coleta de dados, como questionários, observação direta e análise de documentos. Essas técnicas permitem a obtenção de informações concretas sobre os aspectos estudados, possibilitando uma descrição precisa dos fenômenos observados.

Os procedimentos para a coleta dos dados supracitados, basearam-se em pesquisas bibliográficas e documentais, com abordagem quantitativa e qualitativa, com o intuito de relacionar os dados para a interpretação.

A pesquisa do SIMIA será conduzida por meio de uma abordagem quali-quantitativa, que combina elementos de pesquisa qualitativa e quantitativa. Essa metodologia busca fornecer uma compreensão abrangente e aprofundada do sistema, considerando tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos envolvidos.

A pesquisa qualitativa será realizada por meio de entrevistas em profundidade com profissionais de saúde, pacientes e outras partes interessadas envolvidas no uso e desenvolvimento do SIMIA.

Para complementar a pesquisa qualitativa, a abordagem quantitativa será adotada. Serão aplicados questionários estruturados aos usuários do SIMIA para coletar dados quantitativos sobre sua satisfação, eficácia percebida, facilidade de uso e impacto nas práticas de monitoramento hospitalar. Além disso, dados

estatísticos relevantes serão analisados para obter informações sobre indicadores de desempenho, como a taxa de detecção de complicações precoces ou a redução de tempo de resposta.

A análise dos dados qualitativos será realizada por meio de técnicas de codificação e categorização, identificando temas e padrões emergentes nas respostas das entrevistas e observações participantes. Serão utilizadas abordagens interpretativas para compreender as percepções e experiências dos participantes.

A combinação dos dados qualitativos e quantitativos permitirá uma compreensão abrangente do SIMIA, fornecendo insights sobre as experiências dos usuários, a eficácia do sistema e seus impactos no ambiente hospitalar.

Essa metodologia quali-quantitativa foi escolhida devido à sua capacidade de fornecer uma visão completa e holística do SIMIA, combinando a riqueza dos dados qualitativos com a objetividade dos dados quantitativos. Essa abordagem ajudará a responder às questões de pesquisa de forma mais abrangente e a obter uma compreensão aprofundada dos diversos aspectos do sistema.

Vale ressaltar que todos os procedimentos da pesquisa serão realizados em conformidade com as diretrizes éticas e regulamentações aplicáveis, garantindo o respeito aos direitos e privacidade dos participantes.

4. ARQUITETURA DO PROTÓTIPO SIMIA

4.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA

A arquitetura é projetada para oferecer um sistema inteligente de monitoramento e interação assistida para hospitais. O sistema SIMIA é uma solução inteligente de monitoramento e interação assistida projetada para hospitais. Ela incorpora uma variedade de dispositivos e fluxos de dados para oferecer um cuidado mais eficaz e seguro aos pacientes. Vamos detalhar como os diferentes componentes e fluxos de dados se unem para criar essa solução abrangente.

A seguir, descrevo a visão geral do sistema SIMIA:



Figura 13 - Fluxograma Hardware, Software, Ambiente

Fonte: Autoria própria, 2023.

Coleta de Dados: O SIMIA coleta dados essenciais por meio de diferentes fontes. Essas fontes podem incluir sensores de monitoramento, câmeras para captura de imagens faciais e outros dispositivos IoT relevantes. Os dispositivos monitoram várias informações, como o estado das portas dos quartos da UTI de um hospital e a movimentação de pessoas nos corredores. Além disso, realizam o reconhecimento facial com base nas condições de abertura das portas, contribuindo para o monitoramento hospitalar.

Transmissão de Dados: Os dados coletados pelos dispositivos são transmitidos para uma central, que é o Home Assistant. O Home Assistant atua como uma plataforma de automação residencial e integração de dispositivos, fornecendo a capacidade de receber e processar os dados provenientes dos dispositivos de monitoramento.

Processamento e Análise: Após a transmissão dos dados, o Home Assistant processa e analisa as informações coletadas. Ele utiliza serviços externos e técnicas de inteligência artificial, como aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, para realizar tarefas como reconhecimento facial, detecção de padrões e identificação de eventos relevantes para tomar decisões físicas nos hardwares, como alertas sonoros e visuais.

Armazenamento de Dados: As informações processadas e analisadas são armazenadas em um diretório local seguro e escalável no home assistant, realizando comparações com imagens alocadas na nuvem com o Amazon S3 Bucket. O Amazon S3 Bucket é um serviço de armazenamento em nuvem fornecido pela Amazon Web Services, que garante a disponibilidade e a integridade dos dados armazenados anteriormente.

Interação e Notificação: Com base nas análises realizadas, o SIMIA é capaz de interagir e fornecer notificações para os profissionais de saúde. Isso pode ser feito por meio de assistentes de voz, como a Alexa, ou por meio de interfaces visuais, como tablets ou smartphones, além de luzes de emergência. Os alertas e notificações podem ser enviados para as enfermeiras ou médicos responsáveis, informando sobre alterações na condição do paciente, detecção de eventos críticos ou necessidade de intervenção imediata.

Acesso Remoto e Controle: O SIMIA também oferece a capacidade de acesso remoto e controle do sistema. Isso permite que os profissionais de saúde monitorem os pacientes e interajam com o sistema mesmo quando não estão fisicamente

presentes no ambiente hospitalar. Eles podem visualizar dados, receber notificações e tomar ações adequadas por meio de dispositivos móveis ou computadores.

Integração de Sistemas e Treinamento Facial: Para a eficácia do sistema SIMIA, é essencial uma integração perfeita com os serviços da Amazon AWS, incluindo o AWS Lambda, S3 Bucket, CLI e Rekognition. O AWS Identity and Access Management (IAM) desempenha um papel fundamental na gestão de acesso aos recursos da AWS, permitindo que o sistema obtenha credenciais para se comunicar com o Home Assistant. As credenciais geradas pelo IAM são incorporadas ao arquivo de configuração do Home Assistant, permitindo a comunicação com os serviços externos.

Além disso, foi criado um Bucket SIMIA no Amazon S3 para armazenamento seguro dos dados faciais dos pacientes. Essa abordagem permitiu o treinamento do sistema para reconhecer rostos específicos, como o do usuário Bruno Miranda. O sistema agora é capaz de comparar imagens com as imagens armazenadas na nuvem.

Utilização do AWS CLI e AWS PowerShell: Para otimizar a configuração e a manutenção das coleções, o AWS CLI foi utilizado para criar e gerenciar coleções, enquanto o AWS PowerShell no Windows foi empregado para executar códigos em resposta a eventos sem a necessidade de provisionar servidores explicitamente. O AWS Lambda desempenha um papel crucial, permitindo que códigos sejam executados em resposta a eventos, facilitando o acesso direto à AWS.

Lista de Tarefas e Detecção de Rosto: No PowerShell, é possível listar todas as tarefas a serem adicionadas ou deletadas, bem como listar as faces cadastradas em uma coleção específica e realizar a detecção de um rosto em uma imagem.

Essa integração e configuração permitem que o SIMIA forneça aos profissionais de saúde informações valiosas sobre os pacientes, incluindo características faciais, emoções e acessórios, para melhorar a qualidade do atendimento e a segurança dos pacientes.

A visão geral do sistema SIMIA ilustra como os diferentes componentes e fluxos de dados se unem para fornecer um sistema inteligente de monitoramento e interação assistida para hospitais. O processamento inteligente desses dados e a interação eficaz entre o sistema e os profissionais de saúde, visa melhorar a qualidade do cuidado prestado e a segurança dos pacientes.

4.2 COMPONENTES E SUAS FUNCIONALIDADES PARA O SIMIA

No SIMIA, utilizamos uma variedade de componentes tecnológicos para viabilizar o monitoramento e a interação no ambiente hospitalar. Entre esses componentes, destacam-se:

Câmeras Inteligentes: Optamos por utilizar a Câmera IZC 1003 da Intelbras. Essas câmeras possuem recursos avançados, como detecção de movimento e captura de imagens de alta resolução. Elas desempenham um papel importante no reconhecimento facial, permitindo identificar os pacientes à medida que percorrem os corredores do hospital.

Sensores de Abertura de Porta: Para monitorar a movimentação dos pacientes nos quartos, empregamos os sensores de abertura de porta da AGL, modelo TYWE3S. Esses sensores são capazes de detectar quando uma porta é aberta ou fechada, fornecendo informações sobre a movimentação dos pacientes no ambiente hospitalar.

Assistente de Voz Alexa Echo Dot 5: A integração de uma assistente de voz no SIMIA, como a Alexa Echo Dot 5, permite uma interação intuitiva e prática com o sistema. Além de realizar o processamento de interação com o SIMIA para identificar pacientes que possam sair do quarto, a assistente de voz pode coletar dados como temperatura ambiente e fornecer outros recursos disponíveis pela própria Amazon.

Home Assistant: O Home Assistant desempenha um papel central na arquitetura do SIMIA. Trata-se de uma plataforma de automação residencial de código aberto que permite a integração de dispositivos inteligentes. Ele atua como um hub central para conectar e controlar todos os componentes do sistema, fornecendo uma interface intuitiva para configurar e gerenciar as funcionalidades do SIMIA.

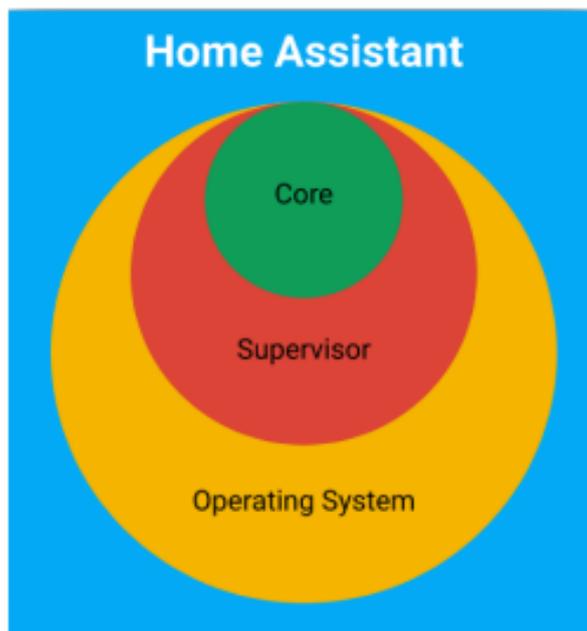


Figura 14 - Arquitetura do Home Assistant

Fonte: Ferreira, Josué Duarte de Sousa. Home Assistant versus Hubitat. 2023.

O sistema do Home Assistant é composto por três camadas distintas:

Camada do sistema operativo: Essa camada fornece um ambiente Linux mínimo para a execução das duas camadas inferiores. É responsável por fornecer uma base sólida para o funcionamento do sistema.

Camada do supervisor: O supervisor é responsável pela gestão do sistema operativo. Ele controla e coordena as atividades do sistema, garantindo a estabilidade e o bom funcionamento do Home Assistant. Além disso, ele oferece recursos avançados, como a instalação e atualização de add-ons, controle de acesso e monitoramento do sistema.

Camada do Core: Essa camada é o coração do sistema, interagindo com o utilizador, o supervisor, os dispositivos e os serviços da Internet das Coisas (IoT). O Core gerencia a lógica de automação, processa eventos, controla os dispositivos conectados e permite a personalização e configuração do sistema conforme as necessidades do utilizador. Essas camadas trabalham em conjunto para proporcionar uma experiência de automação residencial eficiente e personalizável por meio do Home Assistant.

Tuya Developer: A plataforma Tuya Developer é fundamental para a

comunicação e controle dos dispositivos conectados ao SIMIA. Ela permite a conexão dos sensores e câmeras ao Home Assistant, facilitando o monitoramento e a interação no ambiente hospitalar. Através da Tuya Developer, é possível configurar e gerenciar os dispositivos de forma eficiente e segura.

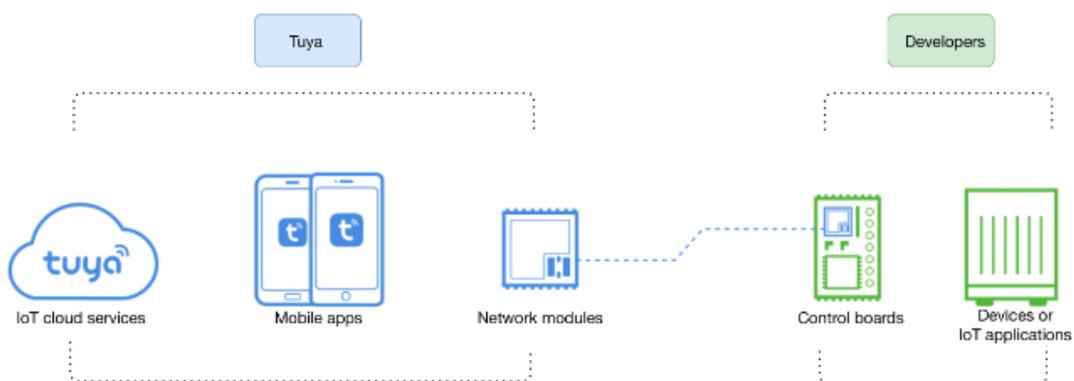


Figura 15 - Diagrama de Comunicação do Desenvolvimento Developer

Fonte: Tuya Smart, 2022

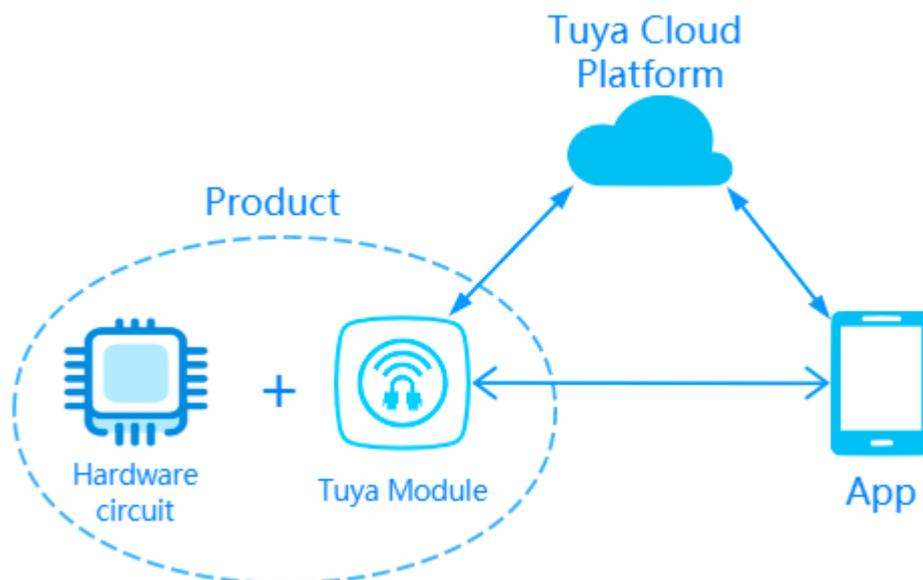


Figura 16 - Diagrama de Comunicação do Desenvolvimento do Módulo Tuya

Fonte: Tuya Smart, 2022

Para instalar o Home Assistant, um dos passos iniciais é criar uma máquina virtual. No caso do projeto SIMIA, optamos por utilizar a VM Oracle Virtual Box, que permite criar um ambiente isolado para executar o Home Assistant. A escolha do sistema operacional depende das necessidades e preferências do usuário, mas para o projeto, optamos por um sistema operacional Linux de 64 bits.

Após a criação da máquina virtual, é necessário configurar o ambiente para acessar o Home Assistant na rede. Isso envolve a configuração de endereços IP, portas e conexões de rede para garantir a conectividade do Home Assistant com os demais dispositivos e serviços utilizados.

Além disso, integramos o Home Assistant com a plataforma Tuya Smart através do Tuya Developer. Essa integração permite o controle e monitoramento dos dispositivos Tuya, como os sensores e câmeras utilizados no projeto SIMIA. Através do Tuya Developer, é possível configurar as integrações necessárias e estabelecer a comunicação entre o Home Assistant e os dispositivos Tuya.

Outro passo importante é a instalação do Node-RED, que é uma plataforma de automação visual. O Node-RED permite a criação de fluxos de automação de forma intuitiva e simplificada. Com o Node-RED, é possível automatizar tarefas, criar regras e integrar diferentes dispositivos e serviços utilizados no SIMIA.

O Node-RED permite que os usuários conectem blocos de código, conhecidos como nós (nodes), para realizar atividades específicas. Quando os nós

são combinados, formam um fluxo (flow). Podem ser executados em um dispositivo que atua como broker (como um computador ou uma Raspberry Pi), facilitando a comunicação com outros dispositivos da rede.

Além disso, o Node-RED possui recursos para criar interfaces gráficas que permitem a interação entre o usuário e o sistema, armazenar e coletar dados de bancos de dados, criar eventos baseados em tempo, extrair informações da web e muito mais.

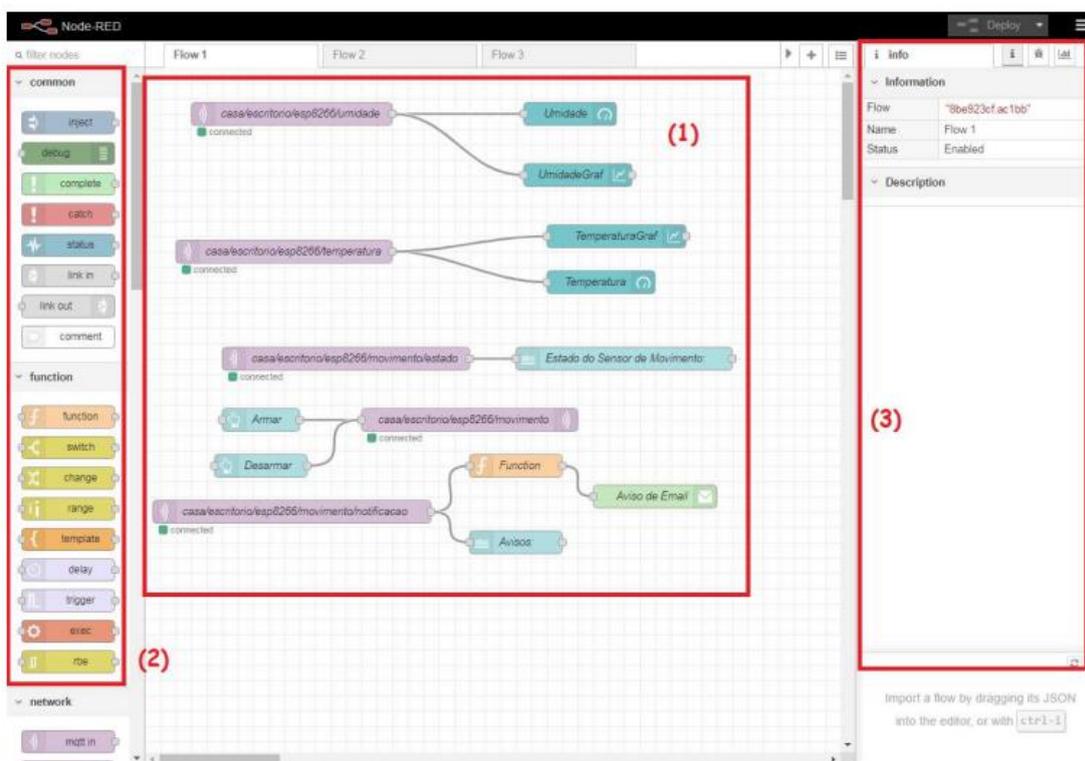


Figura 17 - Exemplo de Fluxo de automação no Node-Red

Fonte: flows.nodered, 2019

Na Figura 8, o espaço onde os fluxos de nós são construídos é identificado como (1). A barra lateral esquerda, marcada como (2), exibe uma lista de nós disponíveis para utilização. É possível instalar nós adicionais além dos que já estão presentes na instalação padrão do Node-RED. Por fim, a barra lateral (3) apresenta três abas: uma aba de informações que fornece detalhes sobre a seleção atual do usuário, uma aba de debug que auxilia no processo de depuração de erros e uma barra de configuração do dashboard.

Para utilizar o serviço Amazon Rekognition, é necessário criar uma conta na Amazon Web Services (AWS) e configurar os recursos necessários. O Amazon

Rekognition é um serviço de análise de imagem e vídeo que permite a identificação e análise de conteúdo visual, incluindo reconhecimento facial. A integração do Amazon Rekognition no SIMIA possibilita o reconhecimento facial dos pacientes e aprimora as funcionalidades de monitoramento e segurança.

Por fim, é necessário realizar a instalação do AWS CLI (Command Line Interface), que permite o acesso e a interação com os serviços da Amazon Web Services de forma simplificada e automatizada. Com o AWS CLI configurado, é possível gerenciar e controlar o Amazon Rekognition e outros serviços AWS utilizados no SIMIA.

Esses passos, desde a criação da máquina virtual até a instalação e configuração dos diferentes componentes e serviços, são essenciais para estabelecer a base do sistema SIMIA e garantir o funcionamento adequado das tecnologias utilizadas no projeto.

4.3 APLICAÇÃO E INTEGRAÇÃO COM SISTEMAS EXISTENTES NO HOSPITAL

Uma das etapas cruciais é a integração com sistemas existentes no hospital. Essa integração é essencial para estabelecer a comunicação e a troca de informações entre o SIMIA e os sistemas de gestão hospitalar já em uso, visando obter dados relevantes e oferecer suporte eficaz aos profissionais de saúde.

Uma das integrações possíveis é com o Sistema de Gestão Hospitalar (HIS), onde o SIMIA pode se integrar ao sistema já utilizado no hospital. Isso permite o acesso a informações como prontuários médicos, histórico de pacientes e agendamentos, fornecendo uma visão abrangente e atualizada dos pacientes. Dessa forma, o SIMIA auxilia no monitoramento contínuo dos pacientes e na tomada de decisões clínicas.

Outra integração importante é com o Sistema de Monitoramento de Sinais Vitais. Ao integrar-se a esse sistema, o SIMIA recebe dados em tempo real sobre os sinais vitais dos pacientes, permitindo o monitoramento contínuo e a detecção precoce de alterações ou complicações. Em caso de anomalias, o SIMIA pode enviar alertas aos profissionais de saúde para uma intervenção imediata.

Além disso, o SIMIA pode integrar-se ao Sistema de Controle de Acesso do

hospital, como catracas, leitores de cartões ou biometria. Essa integração possibilita o registro de entrada e saída dos pacientes nos quartos e áreas restritas, facilitando a identificação e a localização dos pacientes em situações de emergência.

Outra integração relevante é com o Sistema de Análise de Laboratório, caso exista no hospital. Ao integrar-se a esse sistema, o SIMIA recebe resultados de exames e informações laboratoriais dos pacientes, contribuindo para um monitoramento completo e atualizado da condição de saúde.

Essas integrações permitem ao SIMIA o acesso a dados relevantes em tempo real, tornando o ambiente hospitalar mais seguro, eficiente e colaborativo. Através da comunicação e da troca de informações com os sistemas existentes, o SIMIA potencializa suas funcionalidades e contribui para a melhoria dos cuidados de saúde oferecidos aos pacientes.

4.4 FLUXO DE INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÃO

O fluxo de informações e comunicação desempenha um papel crucial para o funcionamento eficiente do sistema. Através desse fluxo, ocorre a troca de dados e o compartilhamento de informações relevantes entre os diferentes componentes e sistemas envolvidos no projeto.

Os sensores e dispositivos utilizados no SIMIA, como câmeras, sensores de abertura de portas e assistentes de voz, coletam dados e informações no ambiente hospitalar. Esses dispositivos são responsáveis por capturar informações relevantes, como imagens, movimentos e dados de sensores.

Os dados coletados pelos sensores e dispositivos são integrados ao Home Assistant, que atua como a central de controle e processamento do SIMIA. O Home Assistant é uma plataforma de automação residencial que permite a integração de diferentes dispositivos e a execução de automações.

No Home Assistant, os dados coletados são processados e analisados para identificar eventos e padrões relevantes. Isso inclui o processamento de imagens capturadas pelas câmeras, o reconhecimento facial utilizando o Amazon Rekognition e a interpretação dos dados dos sensores.

O SIMIA se integra com outros sistemas existentes no hospital, como o Sistema de Gestão Hospitalar (HIS), Sistema de Monitoramento de Sinais Vitais,

Sistema de Controle de Acesso e Sistema de Análise de Laboratório. Essa integração permite a troca de informações relevantes entre o SIMIA e esses sistemas, enriquecendo os dados disponíveis e aprimorando a tomada de decisões.

Com base nos dados processados e analisados, o SIMIA é capaz de gerar alertas e notificações para os profissionais de saúde. Isso inclui alertas de movimentação suspeita, detecção de pacientes em áreas restritas, variações nos sinais vitais e resultados de exames laboratoriais. As notificações podem ser enviadas através de dispositivos como smartphones, tablets ou assistentes de voz.

Os profissionais de saúde recebem as notificações e alertas gerados pelo SIMIA e podem interagir com o sistema para obter mais informações ou tomar ações adequadas. Isso pode incluir a visualização de imagens capturadas pelas câmeras, o acesso a dados de pacientes e a comunicação com o SIMIA por meio de assistentes de voz.

O SIMIA registra e armazena os dados coletados, as ações tomadas e as informações relevantes para análise posterior e geração de relatórios. Isso pode ser feito utilizando serviços de armazenamento em nuvem, como o Amazon S3 Bucket, que permitem o acesso seguro e o armazenamento de grandes volumes de dados.

Com base nos dados armazenados, é possível realizar análises mais profundas e gerar relatórios sobre o desempenho do SIMIA, a detecção de eventos, a utilização dos recursos hospitalares e outras métricas relevantes. Esses relatórios fornecem insights valiosos para melhorar a eficiência e a qualidade dos cuidados de saúde fornecidos pelo SIMIA.

Em resumo, o fluxo de informações e comunicação no SIMIA envolve a coleta de dados por meio de sensores e dispositivos, a integração com o Home Assistant, o processamento e análise de dados, a integração com outros sistemas hospitalares, a geração de alertas e notificações, a interação com os profissionais de saúde, o registro e armazenamento de dados, e a análise e geração de relatórios para melhoria contínua do sistema.

5. DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO PROTÓTIPO SIMIA

Para começar a desenvolver o protótipo do SIMIA, foi necessário criar um fluxograma (Figura 18) de atividades para estabelecer a conexão entre o hardware e o software, além de garantir a comunicação efetiva entre os programas, tecnologias e serviços envolvidos a fim de resultar em uma comunicação efetiva com os profissionais do hospital. O objetivo era criar um sistema de interação entre diferentes tecnologias.

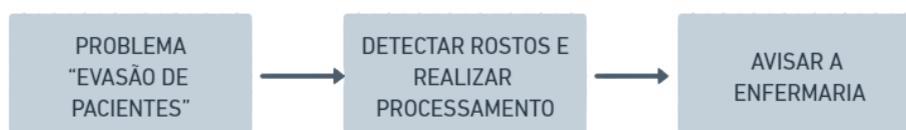


Figura 18 - Fluxograma do problema inicial

Fonte: Autoria Própria, 2023

O projeto tem como base o Home Assistant, que atua como interface de visualização. Para instalar o Home Assistant, foi criada uma máquina virtual em um computador com sistema operacional Windows 10. Utilizando o software Oracle VM Virtualbox, que é baseado em um sistema operacional Linux de 64 bits, configurado com as especificações necessárias, como mostra a figura 19.

Assim que iniciamos a máquina virtual e o supervisor do Home Assistant é ativado, criando um local de acesso por meio de uma URL local, permitindo que acessem a interface do Home Assistant, como mostram as Figura 20 e Figura 21.

Repository Name	Downloads	Stars	Updated	Category
Alexa Media Player This is a custom component to allow control of Amazon Alexa devices in Home As...	18535	1177	semana passada	Integration
Amazon Rekognition Home Assistant Object detection with Amazon Rekognition	-	86	há 3 semanas	Integration
Amazon S3 Home Assistant integration for S3	-	18	há 5 meses	Integration
HACS HACS gives you a powerful UI to handle downloads of all your custom needs.	131942	3976	semana passada	Integration
Node-RED Companion Companion Component for node-red-contrib-home-assistant-websocket to help int...	-	370	semana passada	Integration

Figura 22 - Tela do Home Assistant Community Store (HACS)

Fonte: Autoria Própria, 2023

Dessa forma, foram adicionadas as Add-ons (Figura 22):

File Editor - uma ferramenta que permite editar os arquivos de configuração diretamente pela interface do usuário.

Samba Share - serviço que permite compartilhar arquivos e pastas com outros dispositivos na rede local.

Terminal & SSH - funcionalidade que fornece acesso ao terminal e ao protocolo SSH para gerenciar o sistema e executar comandos diretamente.

Node-RED - uma plataforma de programação visual que facilita a criação de automações complexas e integrações personalizadas usando fluxos de nós interconectados.

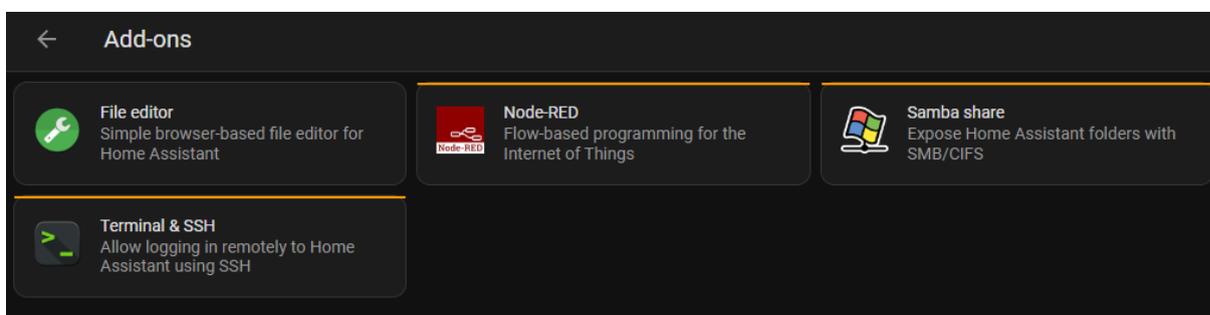


Figura 23 - Tela de Add-ons

Fonte: Autoria Própria, 2023

Além disso, foram feitas as integrações, com seus respectivos serviços e entidades.

Os serviços, no contexto das integrações do Home Assistant, refere-se a uma função ou ação específica que pode ser executada por uma integração ou componente, como acender uma luz ou reproduzir uma música. Já as entidades, referem-se a um dispositivo, sensor, entidade física ou virtual que pode ser controlado ou monitorado pelo sistema, como uma lâmpada, um termostato ou um sensor de temperatura. Cada entidade possui atributos, estados e funcionalidades específicas.

Em nossa integração, algumas foram localizadas como dispositivos disponíveis na rede, outras adicionadas, como a Tuya, Alexa Media Player, Amazon S3, GitHub e HACS como é mostrado na Figura 23:

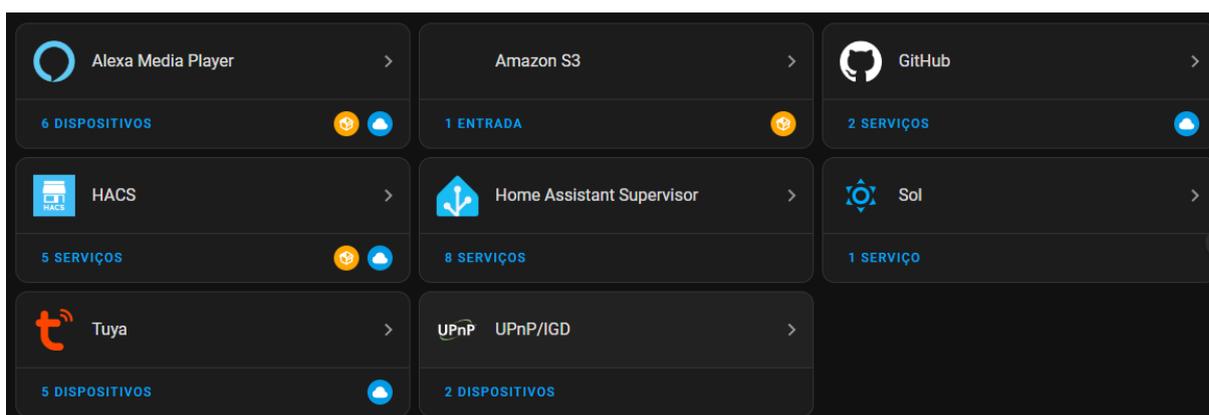


Figura 24 - Tela de Integrações do Home Assistant

Fonte: Autoria Própria, 2023

Home Assistant Supervisor: uma integração fundamental que gerencia e controla as outras integrações, add-ons e componentes do Home Assistant. Ele fornece recursos valiosos, como atualizações automáticas para manter seu sistema sempre atualizado e monitoramento de saúde do sistema para garantir que tudo esteja funcionando sem problemas.

HACS: integração importante que permite gerenciar e instalar complementos e integrações personalizadas de terceiros no Home Assistant. Com o HACS, você pode expandir ainda mais a funcionalidade do seu sistema, adicionando recursos desenvolvidos pela comunidade Home Assistant Community Store.

Sol: Para automações baseadas em horários de nascer e pôr do sol, a

integração do Sol é fundamental. Ela fornece informações detalhadas sobre a posição e o estado do sol, permitindo que você crie cenários de iluminação e outras automações que se ajustam de acordo com a luz natural.

Tuya: A integração desempenha um papel vital ao permitir o controle de dispositivos inteligentes compatíveis com a plataforma Tuya. Isso significa que você pode gerenciar e automatizar uma ampla variedade de dispositivos, desde lâmpadas até dispositivos de segurança.

Broadcom: Para lidar com dispositivos de rede conectados, como o próprio provedor e roteador da rede na qual o Home Assistant está inserido. Ela permite a comunicação com esses dispositivos de rede e ajuda a manter a conectividade da sua automação.

GitHub: O Home Assistant também oferece suporte para integração com o GitHub, uma plataforma de desenvolvimento de software. Isso permite que você acesse e gerencie seus repositórios GitHub diretamente do Home Assistant, facilitando a automação de tarefas relacionadas ao desenvolvimento e controle de versões.

Amazon S3: oferece serviços de armazenamento em nuvem fornecidos pela Amazon Web Services. Com essa integração, você pode armazenar dados, arquivos e recursos na nuvem de forma segura e confiável. É uma solução ideal para manter backups e arquivos importantes.

Alexa Media Player: essencial para a interação com assistentes de voz Alexa. Ela permite que você controle dispositivos e recursos compatíveis com a Alexa diretamente do Home Assistant. Além disso, você pode criar automações e cenários que envolvem comandos de voz e interação com a Alexa.

Após finalizar as configurações iniciais, foi selecionada a linguagem de programação para o projeto SIMIA. Optamos pelo Node-RED, uma ferramenta que permite criar programações visualmente por meio de diagramas de blocos, como mostra a Figura 25. Essa abordagem nos permite montar os nós e estruturar nossa lógica de programação em JavaScript de forma intuitiva, incorporando todos os dispositivos e serviços necessários em cada nó.

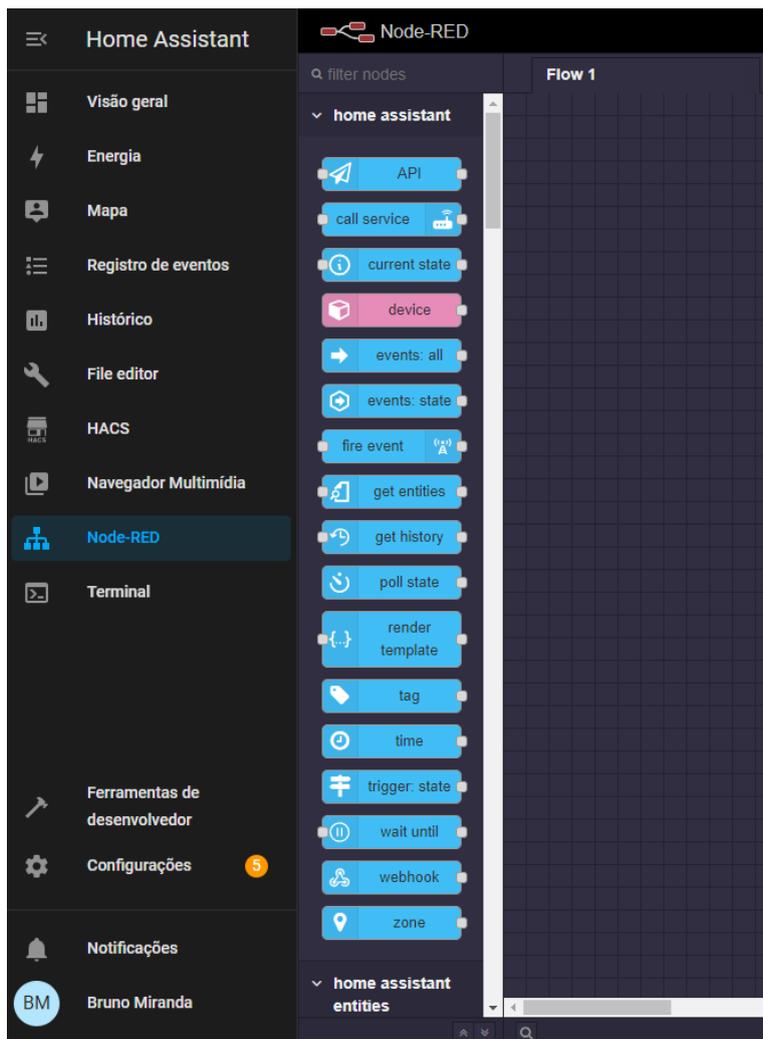


Figura 25 - Exemplo de Fluxo de automação no Node-Red

Fonte: Autoria Própria, 2023

No Home Assistant, temos todos os dispositivos organizados em uma interface intuitiva. Isso inclui imagens de câmeras, status de sensores e lâmpadas, com a capacidade de acessar e ajustar suas configurações, como é mostrado na figura 26. Esses dispositivos são integrados diretamente ao Home Assistant por meio do Tuya Developer, permitindo a criação de diversas funcionalidades, automações e entidades. Essas entidades representam elementos individuais que podem ser monitorados e controlados.

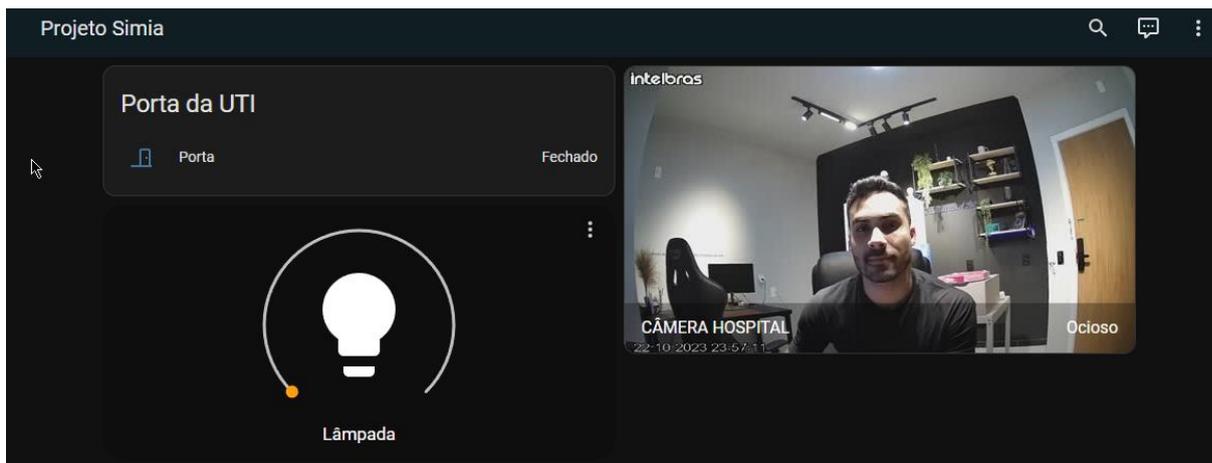


Figura 26 - Visão Geral da Dashboard do Projeto Simia

Fonte: Autoria Própria, 2023

Após a integração inicial, entramos na fase de configuração do Node-RED. Aqui, desenvolvemos um fluxo de trabalho com vários nós e funções internas que ajudam a tomar decisões e realizar validações para manter o fluxo lógico, evidenciados na figura 27, no qual não irá executar sem os parâmetros corretos dentro de cada nó e serviços externos devidamente configurados.

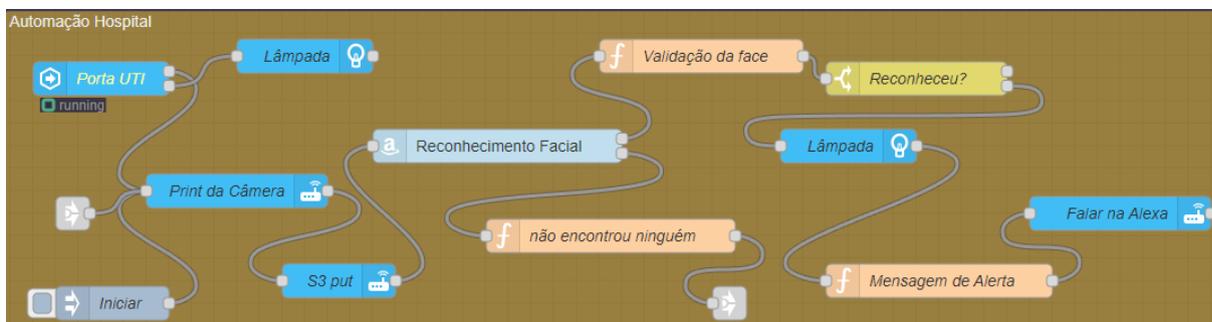


Figura 27 - Fluxograma da lógica do Projeto Simia no Node-RED

Fonte: Autoria Própria, 2023

Para iniciar a programação em JavaScript dentro do Home Assistant e Node-RED e permitir a comunicação e validação de rostos de pacientes usando o Amazon Rekognition, precisamos estabelecer alguns parâmetros. Esse é um desafio significativo, uma vez que envolve a integração de software e hardware com finalidades e plataformas diversas.

O primeiro passo foi a criação de contas e o acesso aos serviços externos, como a Amazon AWS Console. Isso nos forneceu acesso a recursos essenciais, como o AWS Lambda, S3 Bucket, CLI e Rekognition. Optando por utilizar um usuário IAM (Identity and Access Management), um serviço que gerencia a identidade e o acesso aos recursos da AWS. Com o IAM, conseguimos criar e gerenciar grupos e

usuários, concedendo ou negando acesso a 25 recursos da AWS. Isso inclui todos os serviços mencionados anteriormente. Com as credenciais geradas pelo IAM, configuramos o Home Assistant, inserindo-as no editor de arquivos do HA e ajustando suas configurações por meio de códigos YAML (Yet Another Markup Language), um formato legível por humanos. As credenciais foram incluídas no arquivo "configuration.yaml" e as funções de acesso foram organizadas em subpastas dentro do HA.

Após estabelecer a comunicação entre a Amazon AWS e o Home Assistant, criamos um Bucket chamado s3-simia no Amazon S3, como mostra a figura 28. Dentro desse Bucket, configuramos pastas para anexar as imagens a fim de comparação, criando um diretório, sendo uma coleção que serviria para armazenar informações sobre os rostos dos pacientes, figura 29.



Figura 28 - Criação do Bucket s3-simia
Fonte: Autoria Própria, 2023

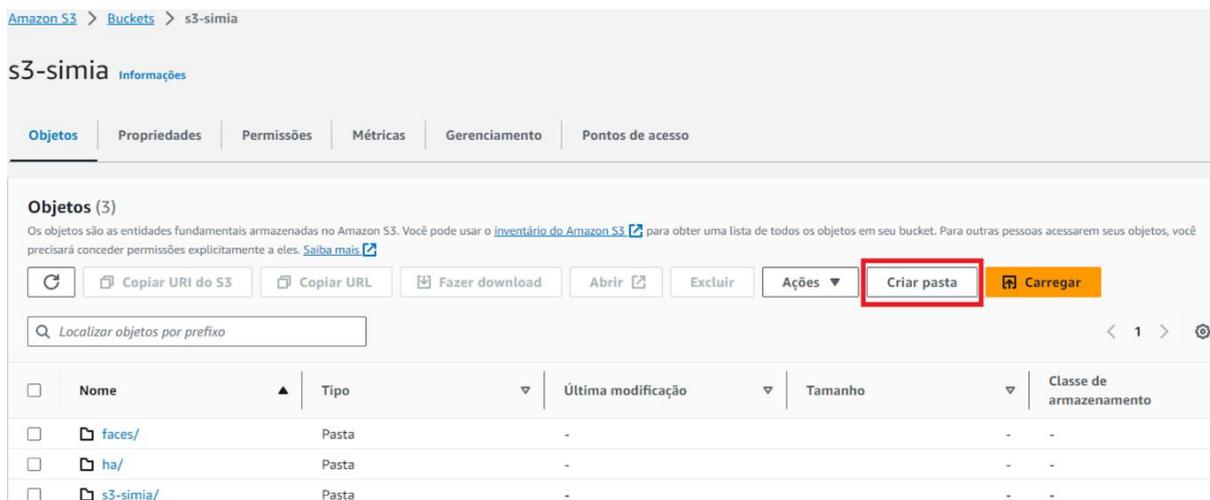


Figura 29 - Criação das pastas dentro do Bucket s3-simia para anexar imagens
Fonte: Autoria Própria, 2023

Inicialmente, treinamos o sistema com um rosto de referência, como o meu próprio (Bruno Miranda), permitindo que o Rekognition reconhecesse esse rosto em futuras fotos enviadas pelo Home Assistant. Nesse momento, incluímos meu rosto (brunoestatico.jpg - simia02.jpg - simia03.jpg) na coleção (faces) dentro do Bucket s3-simia, como mostra a figura 29.

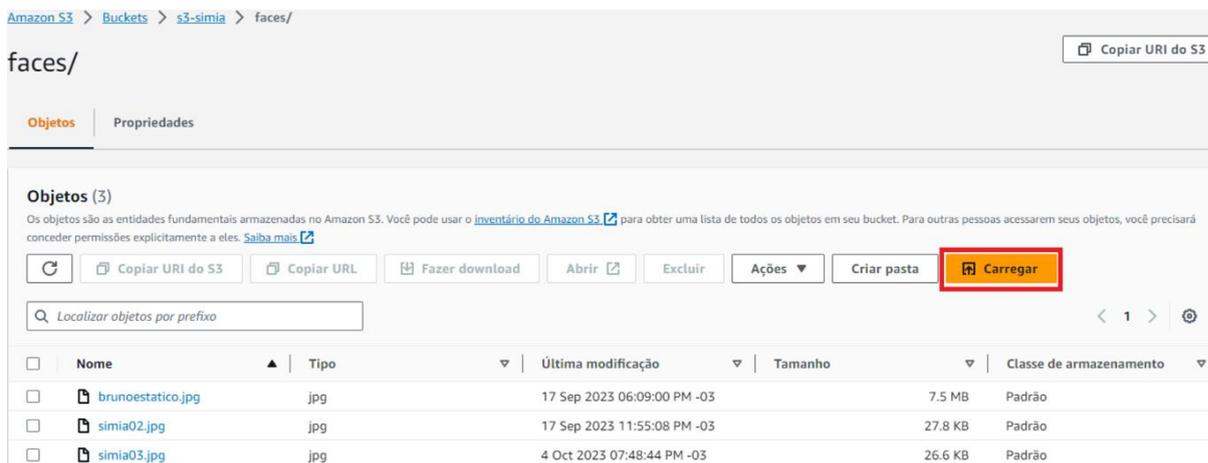


Figura 30 - Carregando imagens estatísticas para a coleção faces dentro do s3-simia

Fonte: Autoria Própria, 2023

Para otimizar a comunicação entre os serviços e simplificar a gestão das coleções, implementamos o AWS CLI e o AWS Lambda. O AWS CLI auxiliou na criação e configuração de coleções, permitindo adicionar ou remover novas coleções, instalando o AWS no PowerShell do Windows para executar códigos em resposta a eventos, eliminando a necessidade de provisionar servidores de forma explícita. O AWS Lambda é uma plataforma de computação sem servidor, o que significa que podemos focar no desenvolvimento do código, sem se preocupar com a infraestrutura subjacente.

Como mostra a figura 31, dentro do Lambda, foi criada uma função (imagesimia) e adicionado um gatilho, que será nosso S3 bucket, configurado com prefixo (simia01) e sufixo (.jpg). Em seguida, foi concedido a permissão de acesso total ao Lambda e a inclusão do Amazon Rekognition e Amazon CloudWatch (para coleta e visualização de logs, métricas e dados de eventos em tempo real), além do Amazon S3.

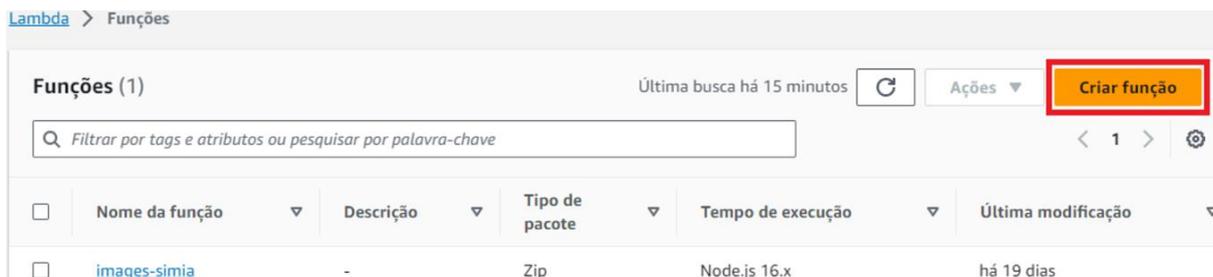


Figura 31 - Criação da função images-simia

Fonte: Autoria Própria, 2023

Foi necessário criar uma permissão de acesso para o AWS Rekognition para que o mesmo pudesse detectar faces como mostra a figura 32.

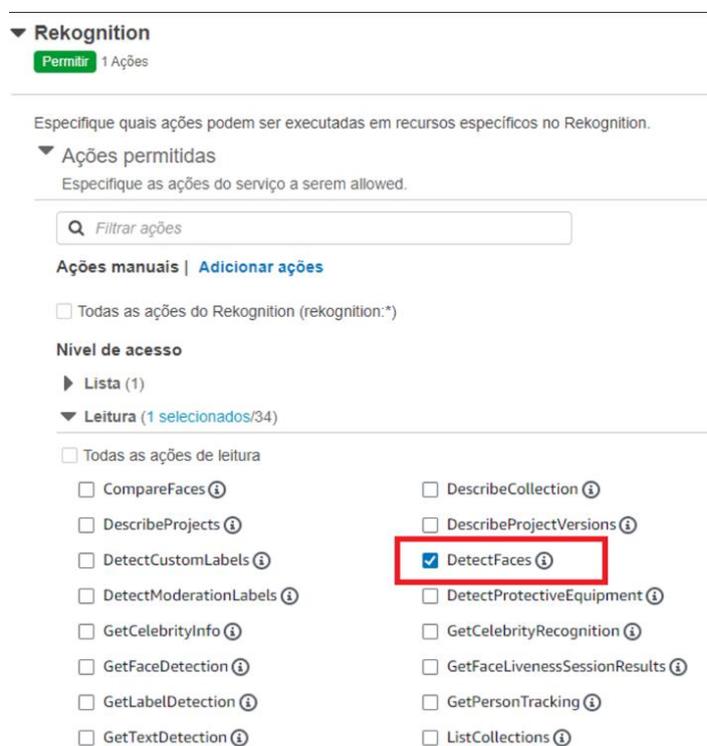


Figura 32 - Permissão de Detect Faces no Rekognition

Fonte: Autoria Própria, 2023

Com as devidas permissões, o rekognition teve acesso às imagens anexadas nas coleções, foi criado os Logs com o CloudWatch, sendo possível em um deles verificar o nome e ID do bucket, além do diretório da imagem e a ID da imagem e em outros logs, visualizar as características que o Rekognition gera a partir da foto.

Incluimos políticas de acesso ao Bucket S3, Rekognition e CloudWatch Logs para permitir o acesso direto à Amazon AWS via PowerShell. Isso nos possibilitou visualizar os registros referentes às imagens adicionadas ao S3, bem como os dados processados pelo Rekognition. Após inserimos duas imagens no S3 e conceder

autorização de reconhecimento diante imagens como mostram as figuras 33 e 34, o Rekognition nos forneceu informações detalhadas sobre a expressão facial, incluindo a média de idade da pessoa, a porcentagem de diferentes emoções (felicidade, tristeza, surpresa, medo, calma, confusão, raiva, desgosto, etc.) e características como o uso de óculos, figura 35.



Figura 33 - Imagem capturada com a IZC 1003 anexada no S3 Bucket

Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 34 - Imagem estática anexada no S3 Bucket

Fonte: Autoria Própria, 2023

```
2023-09-15T16:39:25.093-03:00      2023-09-15T19:39:25.093Z c45c373f-e51d-4044-83f3-ed2fceb011 INFO {"$metad
2023-09-15T19:39:25.093Z      c45c373f-e51d-4044-83f3-ed2fceb011  INFO
{
  "$metadata": {
    "statusCode": 200,
    "requestId": "2ce9be91-9f86-4187-81ee-af5872d6d6eb",
    "attempts": 1,
    "totalRetryDelay": 0
  },
  "FaceDetails": [
    {
      "AgeRange": {
        "High": 36,
        "Low": 26
      },
      "Beard": {
        "Confidence": 99.92815399169922,
        "Value": true
      },
      "BoundingBox": {
        "Height": 0.9232368469238281,
        "Left": 0.3319779634475708,
        "Top": 0.07675132900476456,
        "Width": 0.33760103583335876
      },
      "Confidence": 99.99961853027344,
      "Emotions": [
        {
          "Confidence": 92.9362564086914,
          "Type": "HAPPY"
        },
        {
          "Confidence": 6.6086955070495605,
          "Type": "SURPRISED"
        },
        {
          "Confidence": 6.010605335235596,
          "Type": "FEAR"
        }
      ]
    }
  ]
}
```

Figura 35 - Características retiradas das imagens com AWS Rekognition
Fonte: Autoria Própria, 2023

Dentro do ambiente do PowerShell, conseguimos listar todas as tarefas a serem adicionadas ou excluídas, bem como as faces cadastradas em nossa operação, em uma coleção específica, e detectar rostos em imagens.

Abaixo, exibimos os comandos indexados no AWS dentro do PowerShell:

```
const AWS = require('aws-sdk');

// Configure as credenciais e a região
AWS.config.update({
  accessKeyId: 'SUA_ACCESS_KEY_ID',
  secretAccessKey: 'SUA_SECRET_ACCESS_KEY',
  region: 'SUA_REGIAO_DA_AWS'
});

// Crie um objeto Rekognition
const rekognition = new AWS.Rekognition({ profile: 'profile-name' });
```

Figura 36 - Código Raiz inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```
const AWS = require('aws-sdk');

AWS.config.update({ region: 'us-west-2' });
const rekognition = new AWS.Rekognition();

const createCollectionParams = {
  CollectionId: 'faces-simia'
};

rekognition.createCollection(createCollectionParams, (err, data) => {
  if (err) {
    console.error('Erro ao criar a coleção:', err);
  } else {
    console.log('Coleção criada com sucesso:', data);
  }
});
```

Figura 37 - Código para criar uma coleção inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```
const listCollectionsParams = {};  
  
rekognition.listCollections(listCollectionsParams, (err, data) => {  
  if (err) {  
    console.error('Erro ao listar as coleções:', err);  
  } else {  
    console.log('Coleções listadas:', data.CollectionIds);  
  }  
});
```

Figura 38 - Código para listar todas as coleção inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```
const describeCollectionParams = {  
  CollectionId: 'faces-simia'  
};  
  
rekognition.describeCollection(describeCollectionParams, (err, data) => {  
  if (err) {  
    console.error('Erro ao descrever a coleção:', err);  
  } else {  
    console.log('Informações da coleção:', data);  
  }  
});
```

Figura 39 - Código para exibir informações sobre uma coleção específica inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```
const indexFacesParams = {
  CollectionId: 'faces-simia',
  Image: {
    S3Object: {
      Bucket: 's3-simia',
      Name: 'ha/faces/simia01.jpg'
    }
  },
  MaxFaces: 1,
  QualityFilter: 'AUTO',
  DetectionAttributes: ['ALL'],
  ExternalImageId: 'Simia01'
};

rekognition.indexFaces(indexFacesParams, (err, data) => {
  if (err) {
    console.error('Erro ao indexar rostos:', err);
  } else {
    console.log('Rostos indexados com sucesso:', data);
  }
});
```

Figura 40 - Código para adicionar rostos a uma coleção específica inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```
const listFacesParams = {
  CollectionId: 'faces-simia'
};

rekognition.listFaces(listFacesParams, (err, data) => {
  if (err) {
    console.error('Erro ao listar os rostos:', err);
  } else {
    console.log('Rostos listados:', data.Faces);
  }
});
```

Figura 41 - Código para listar rostos em uma coleção inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```

const deleteFacesParams = {
  CollectionId: 'faces-simia',
  FaceIds: ['2ce9be91-9f86-4187-81ee-af5872d6d6eb']
};

rekognition.deleteFaces(deleteFacesParams, (err, data) => {
  if (err) {
    console.error('Erro ao deletar os rostos:', err);
  } else {
    console.log('Rostos deletados com sucesso:', data);
  }
});

```

Figura 42 - Código para deletar rostos de uma coleção inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

```

const searchFacesByImageParams = {
  CollectionId: 'faces-simia',
  Image: {
    S3Object: {
      Name: 'ha/simia01.jpg',
      Bucket: 's3-simia'
    }
  },
  MaxFaces: 1,
  FaceMatchThreshold: 70,
  QualityFilter: 'AUTO'
};

rekognition.searchFacesByImage(searchFacesByImageParams, (err, data) => {
  if (err) {
    console.error('Erro ao buscar rostos na imagem:', err);
  } else {
    console.log('Rostos encontrados:', data.FaceMatches);
  }
});

```

Figura 43 - Código para detectar rostos em uma imagem inserido no PowerShell

Fonte: Autoria Própria, 2023

Essa integração entre o Home Assistant e a Amazon AWS possibilitou a criação de um sistema robusto de reconhecimento facial para monitorar e tomar decisões em relação à segurança dos pacientes.

5.1 COLETA DE DADOS E PRÉ-PROCESSAMENTO

A coleta de dados e o pré-processamento são etapas fundamentais no desenvolvimento e implantação do SIMIA. Essas etapas envolvem a obtenção de dados relevantes do ambiente hospitalar e a preparação desses dados para posterior análise e utilização pelo sistema.

A coleta de dados no SIMIA ocorre por meio de diferentes fontes, como sensores e câmeras. Os sensores e dispositivos utilizados no SIMIA, como câmeras, sensores de movimento e sensores de abertura de portas, coletam informações em tempo real sobre o ambiente hospitalar para que possa realizar decisões.

Esses dispositivos capturam dados variados, como imagens, valores numéricos, eventos e estados de dispositivos.

Após a coleta dos dados, é necessário realizar o pré-processamento para tornar os dados adequados para análise e uso no SIMIA. Essa etapa inclui várias atividades, como limpeza dos dados, tratamento de valores ausentes ou inconsistentes, normalização dos dados e transformação dos dados em um formato adequado.

A limpeza dos dados envolve a remoção de dados irrelevantes, ruídos ou dados inconsistentes que possam prejudicar a qualidade e a confiabilidade das análises posteriores. Isso inclui a detecção e remoção de outliers, correção de erros de medição e remoção de dados duplicados.

O tratamento de valores ausentes ou inconsistentes é realizado por meio de técnicas como imputação de dados, que consiste em preencher os valores faltantes com base em técnicas estatísticas ou algoritmos de aprendizado de máquina. Isso permite minimizar o impacto dos valores ausentes nos resultados da análise.

A normalização dos dados é importante para garantir que diferentes variáveis tenham uma escala comparável. Isso é particularmente relevante quando diferentes sensores ou dispositivos coletam dados em unidades de medida diferentes. A normalização envolve a transformação dos dados para uma escala padrão, como normalização min-max ou padronização z-score.

A transformação dos dados também pode envolver a criação de novas variáveis derivadas a partir dos dados originais. Isso pode incluir cálculos de média, soma, diferença ou outros cálculos relevantes para obter informações adicionais dos dados coletados.

Após o pré-processamento, os dados estão prontos para serem utilizados nas etapas seguintes do SIMIA, como análise, modelagem e tomada de decisões. É importante ressaltar que o pré-processamento dos dados deve ser realizado de maneira cuidadosa e consistente, garantindo a qualidade e a integridade dos dados utilizados pelo sistema.

Em resumo, a coleta de dados e o pré-processamento são etapas cruciais no desenvolvimento e implantação do SIMIA. A coleta de dados envolve a obtenção de informações do ambiente hospitalar por meio de sensores, dispositivos de monitoramento e sistemas de informação hospitalar. O pré-processamento dos dados envolve a limpeza, tratamento, normalização e transformação dos dados para prepará-los para análise e utilização no SIMIA.

5.2 TREINAMENTO DOS MODELOS DE IA

No SIMIA, é utilizado o serviço Amazon Rekognition para o treinamento dos modelos de IA relacionados ao reconhecimento facial. O Amazon Rekognition é uma plataforma de análise de imagens e vídeos que utiliza algoritmos avançados de aprendizado de máquina para reconhecer e analisar rostos.

Para treinar os modelos de IA no Amazon Rekognition, é necessário fornecer um conjunto de imagens de treinamento contendo rostos de diferentes indivíduos. O serviço utiliza essas imagens para identificar características faciais únicas e criar um modelo de referência.

Durante o treinamento, o Amazon Rekognition analisa as imagens fornecidas e identifica padrões e características que permitem distinguir uma pessoa da outra. O serviço utiliza técnicas de aprendizado profundo para extrair informações relevantes dos rostos, como pontos de referência, expressões faciais e atributos físicos.

Após o treinamento, o modelo de IA é capaz de reconhecer e identificar rostos em novas imagens ou vídeos. Ele pode ser integrado ao sistema SIMIA para analisar as imagens capturadas pelas câmeras e identificar os pacientes que estão em circulação nos corredores do hospital.

É importante ressaltar que o treinamento dos modelos de IA no Amazon Rekognition requer um conjunto de dados representativo e diversificado, garantindo que o modelo seja capaz de lidar com diferentes variações de iluminação, ângulos de visão e expressões faciais. Além disso, é recomendado realizar avaliações e ajustes

contínuos nos modelos para melhorar sua precisão e desempenho.

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DOS ALGORITMOS DE MONITORAMENTO

A implementação dos algoritmos de monitoramento no SIMIA é realizada de forma integrada com o Amazon Rekognition e outras tecnologias utilizadas no sistema.

Após o treinamento dos modelos de IA no Amazon Rekognition, os algoritmos de monitoramento são implementados no SIMIA para analisar as imagens capturadas pelas câmeras do hospital. Essas imagens são enviadas para o Amazon Rekognition, onde ocorre o processamento de reconhecimento facial.

Os algoritmos de monitoramento utilizam técnicas de detecção e identificação facial para reconhecer os pacientes que estão em circulação nos corredores do hospital. O Amazon Rekognition analisa as características faciais dos indivíduos presentes nas imagens e compara com os rostos registrados previamente no sistema.

Quando um paciente é identificado, o SIMIA realiza ações específicas, como enviar alertas para a equipe de enfermagem por meio da assistente de voz Alexa, exibir informações relevantes em dispositivos móveis ou tablets na enfermaria, ou acionar outros sistemas de segurança e monitoramento no hospital.

A implementação dos algoritmos de monitoramento envolve a integração dos serviços do Amazon Rekognition com o SIMIA, permitindo a comunicação e troca de informações entre os sistemas. É necessário estabelecer a configuração adequada das câmeras, garantindo a captura de imagens de qualidade para uma correta análise de reconhecimento facial.

Além disso, é importante realizar testes e ajustes nos algoritmos de monitoramento para garantir sua precisão e eficiência. Essa etapa envolve a análise dos resultados obtidos, a identificação de possíveis falhas ou cenários adversos e a implementação de melhorias para otimizar o desempenho do sistema de monitoramento.

A implementação dos algoritmos de monitoramento no SIMIA combina a utilização do Amazon Rekognition, a configuração das câmeras e a integração com outras tecnologias e dispositivos do sistema, visando garantir a identificação precisa dos pacientes e a notificação adequada da equipe de saúde.

5.4 INTEGRAÇÃO COM OS DISPOSITIVOS E SENSORES

A integração dos dispositivos, como câmeras e sensores, no SIMIA é fundamental para garantir a coleta de dados necessários e a realização de monitoramento eficiente no ambiente hospitalar. Cada dispositivo desempenha um papel específico, e a integração desses dispositivos é realizada por meio do uso de tecnologias e plataformas adequadas.

No caso das câmeras utilizadas no SIMIA, elas são dispositivos Wi-Fi, o que permite a transmissão das imagens e vídeos capturados para o sistema de monitoramento. Essas câmeras são conectadas à plataforma Tuya Smart, que oferece recursos para gerenciar dispositivos inteligentes. Através da integração com a plataforma Tuya, as câmeras podem enviar as imagens capturadas para serem processadas pelo algoritmo de reconhecimento facial do Amazon Rekognition.

Já os sensores de abertura, utilizados para monitorar a entrada e saída de portas, são dispositivos Zigbee. O Zigbee é um protocolo de comunicação sem fio que permite a conexão de dispositivos de baixo consumo de energia, como os sensores, em uma rede de área pessoal. Esses sensores são conectados ao hub Zigbee da plataforma Tuya, que atua como um concentrador de sinais e facilita a comunicação entre os sensores e outros dispositivos.

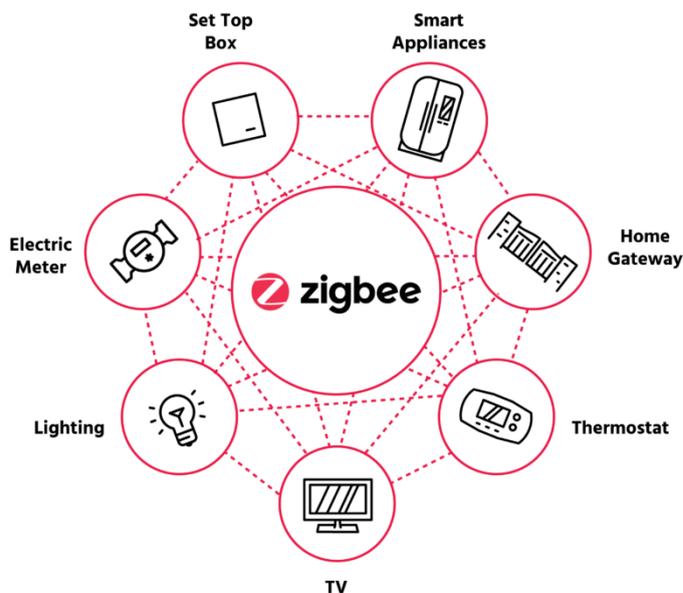


Figura 44 - Rede Zigbee em Malha

Fonte: Csa-iot.org, 2023

A integração de todos esses dispositivos é realizada por meio do Home Assistant, uma plataforma de automação residencial de código aberto. O Home Assistant atua como um hub central, onde é possível conectar e controlar diferentes dispositivos e serviços. Através do Home Assistant, é possível integrar as câmeras, os sensores de abertura e outros dispositivos ao mesmo ambiente de monitoramento, permitindo o acesso e gerenciamento centralizado.

Além disso, o SIMIA utiliza o Node-RED, uma ferramenta de automação visual baseada em fluxos, que pode ser integrada ao Home Assistant. O Node-RED permite a criação de fluxos de automação personalizados, facilitando a interação entre os dispositivos e serviços envolvidos. Com o Node-RED, é possível criar lógicas de automação avançadas, como enviar notificações para a equipe de saúde quando ocorrer uma violação da porta ou acionar determinadas ações com base nas informações coletadas pelos sensores.

A integração com o Amazon Rekognition, por sua vez, permite o reconhecimento facial dos pacientes a partir das imagens capturadas pelas câmeras. O Amazon Rekognition é um serviço de análise de imagens e vídeos baseado em IA, que oferece recursos avançados de reconhecimento facial. Com a integração do Rekognition ao SIMIA, é possível identificar e acompanhar os pacientes com base em seus rostos, proporcionando um monitoramento mais preciso e eficiente.

Em suma, todas essas integrações, incluindo a plataforma Tuya, o Home

Assistant, o Node-RED e o Amazon Rekognition, permitem que os dispositivos, como câmeras e sensores, trabalhem em conjunto para atender às necessidades específicas do hospital. Essa integração permite a coleta de dados em tempo real, o processamento das informações e a tomada de decisão adequada com base nos dados fornecidos pelos dispositivos. Dessa forma, o SIMIA é capaz de oferecer um sistema de monitoramento abrangente e eficiente, contribuindo para melhorar a segurança e a qualidade dos cuidados de saúde no ambiente hospitalar.

6. AVALIAÇÃO E RESULTADOS

Descrevemos a avaliação e os resultados do projeto SIMIA, destacando o processo de criação de um sistema de interação entre diferentes tecnologias, com foco na segurança e na coordenação eficaz em ambientes hospitalares.

6.1 EXPERIMENTOS E MÉTRICAS UTILIZADAS

Para iniciar o desenvolvimento do protótipo SIMIA, foi fundamental criar um fluxograma como mostra a figura 45, que estabelecesse a conexão entre o hardware e o software, garantindo uma comunicação efetiva entre os programas, tecnologias e serviços envolvidos. A avaliação abrangeu uma série de experimentos e métricas que permitiram analisar o desempenho do sistema em ambientes hospitalares.

O projeto baseou-se no Home Assistant, uma interface de visualização, instalado em uma máquina virtual no sistema operacional Windows 10. O Amazon Rekognition desempenhou um papel central no reconhecimento facial. O desenvolvimento incluiu a criação de contas e o acesso a serviços externos, como a Amazon AWS Console, para configurar o sistema de reconhecimento facial.

Dentro do Home Assistant, foram adicionados Add-ons e integrações com serviços e entidades. Isso incluiu o Home Assistant Supervisor, HACS, Sol, Tuya, Broadcom Upnp/IGD, GitHub, Amazon S3, e Alexa Media Player. Essas integrações permitiram expandir as capacidades do sistema e facilitar tarefas comuns.

O Node-RED foi escolhido como a linguagem de programação para o projeto SIMIA, facilitando o desenvolvimento de automações e integrações personalizadas. Os dispositivos foram organizados de forma intuitiva no Home Assistant, incluindo

câmeras, sensores e lâmpadas, e as entidades representaram elementos individuais que podiam ser controlados e monitorados.

A integração com a Amazon AWS permitiu criar um sistema de reconhecimento facial robusto, no qual o Amazon Rekognition desempenhava um papel crucial. A configuração do Amazon S3 Bucket permitiu armazenar imagens para comparação. A AWS CLI e o AWS Lambda simplificaram a comunicação com os serviços e a criação de lógica para o reconhecimento facial. Com políticas de acesso e permissões apropriadas, o sistema foi configurado para reconhecer rostos, gerar informações sobre expressões faciais e determinar se o paciente estava sendo reconhecido.

O fluxograma desenvolvido no Node-RED representou a lógica de operação do sistema SIMIA. Ele envolveu a detecção do estado de sensores, a captura de imagens, o envio para o S3 Bucket, o reconhecimento facial com o Amazon Rekognition e a tomada de decisões com base nas informações obtidas. O sistema aciona a "Lâmpada" de emergência e notifica profissionais de saúde quando o paciente é reconhecido.

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

O desenvolvimento do sistema SIMIA engloba uma estrutura complexa que opera na intersecção de diversas tecnologias, permitindo o monitoramento eficaz das áreas hospitalares e a tomada de decisões com base em eventos específicos.

A integração do Amazon Rekognition no Home Assistant foi realizada por meio da incorporação de recursos do GitHub, especificamente o HASS-S3 (Home Assistant Simple Storage Service) e o serviço Amazon S3 no HACS. Isso permitiu que o Home Assistant tivesse acesso ao serviço S3, possibilitando a execução de operações como envio, cópia e exclusão de arquivos diretamente de um bucket (put, copy, delete). Essa integração viabilizou a implementação de um fluxograma.

O desenvolvimento do fluxograma foi conduzido utilizando o Node-RED, uma plataforma que simplifica o desenvolvimento ao possibilitar a conexão de blocos de código para a execução de tarefas específicas. Com a capacidade de programação visual, os desenvolvedores podem unir nós de entrada, processamento e saída, configurando um fluxo lógico que responde às condições específicas. Este fluxograma tem início com a detecção de uma mudança de estado de um sensor denominado "PORTA UTI". O sensor oferece duas saídas distintas: uma que desativa a "Lâmpada" de emergência e finaliza o fluxo, e outra que retorna o sistema

ao seu estado inicial. O sensor é responsável por monitorar o estado da porta, identificando se está aberta ou fechada.

Quando a porta é aberta, o sistema considera quatro tipos distintos de pessoas que podem transitar pela área: médicos, enfermeiros, visitantes e o próprio paciente. Nesse cenário, o paciente é o usuário que deve ser monitorado devido a preocupações de saúde ou segurança. Quando a porta se abre e o sensor detecta a mudança de estado, o fluxograma aciona o serviço de captura de imagem (screenshot) para registrar uma imagem do fluxo de vídeo da câmera posicionada no corredor do hospital.

Posteriormente, o sistema entra em contato com serviços externos. A imagem capturada é enviada para o S3 Bucket do SIMIA, que, por sua vez, invoca a função do Amazon AWS Rekognition. Aqui, ocorre o processo de reconhecimento facial. Duas possibilidades surgem: o reconhecimento de uma pessoa ou a ausência de reconhecimento. No caso de ausência de reconhecimento, o fluxo é interrompido e retorna à visualização da câmera, uma vez que o sensor pode continuar detectando que a porta está aberta, um dos nossos primeiros problemas a ser enfrentado.

Na segunda opção, em que um rosto é reconhecido, o sistema procede à "Validação da Face". Neste bloco, a imagem capturada é comparada com uma imagem existente no sistema (S3 Bucket), e os dados gerados pelo Rekognition são analisados. Este é o ponto crucial onde o sistema emite uma resposta definitiva. Ele identifica se o rosto pertence ao paciente (Bruno) ou a um profissional do hospital. No caso de um paciente diferente ser reconhecido, o fluxo é encerrado e nenhuma ação é tomada até que a porta seja fechada e o sistema seja reiniciado. Entretanto, se o paciente (Bruno) é reconhecido, o nó "Reconheceu" atua como um ponto de decisão para encerrar o processo ou dar continuidade com base nas informações recebidas do nó anterior. Não há saída para "não reconhecido".

Em seguida, o sistema invoca o nó que ativa a "Lâmpada" de emergência e cria uma mensagem de texto a ser entregue ao próximo nó. Este nó utiliza o serviço da Alexa Media Player para executar o texto como um comando de voz audível. O processo de notificação é realizado três vezes, alertando os profissionais de saúde sobre a saída do paciente com identificação facial. O sistema reinicia automaticamente quando a porta é fechada novamente.

Este fluxograma, que envolve integrações complexas e decisões baseadas em reconhecimento facial, demonstra a eficiência do sistema SIMIA ao garantir a segurança dos pacientes e a coordenação eficaz das equipes hospitalares. Cada um desses nós incorpora funcionalidades personalizadas por meio de programação em JavaScript, permitindo a tomada de decisões com base em condições, a criação e manipulação de variáveis, a geração de notificações no monitor serial e a invocação de novas funções em serviços externos ou dentro da estrutura do Home Assistant.

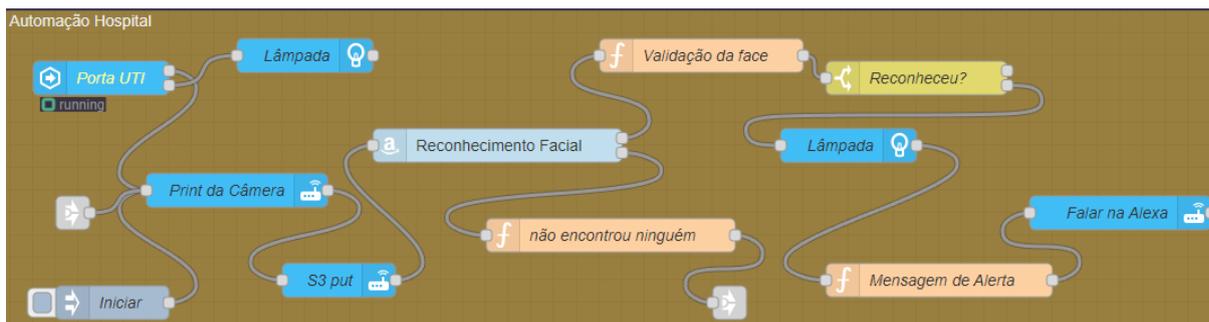


Figura 45 - Fluxograma da lógica do Projeto Simia no Node-RED

Fonte: Autoria Própria, 2023

O diagrama da Figura 45 representa a lógica desenvolvida no Node-Red. Entretanto, o SIMIA tem início muito antes, com a integração de vários serviços e softwares independentes. Na Figura 46, podemos analisar o fluxograma completo do processo, juntamente com os dispositivos físicos.

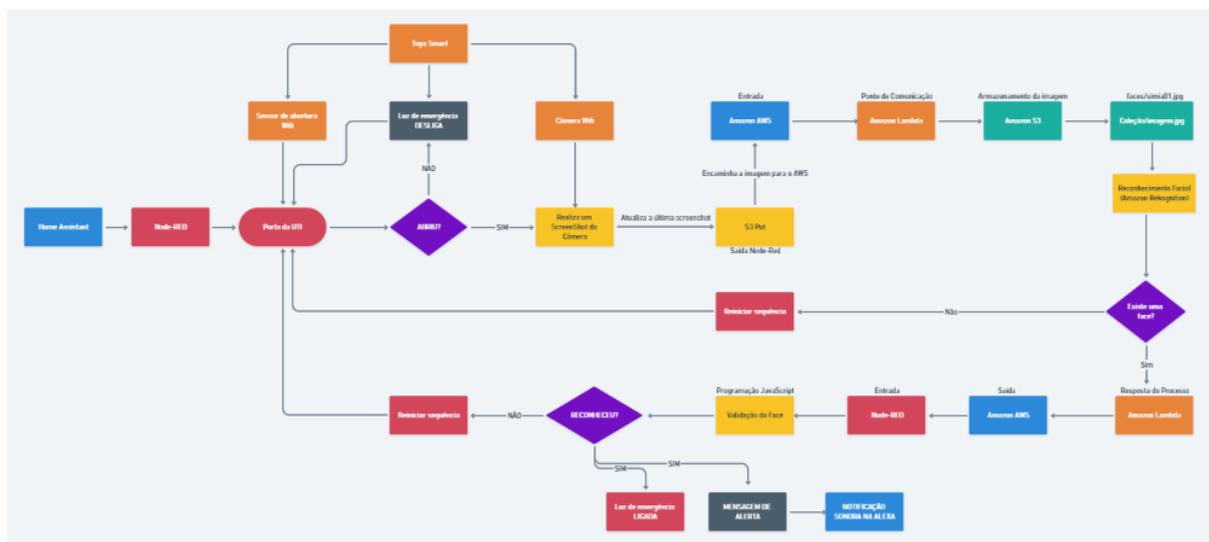


Figura 46 - Fluxograma completo do projeto SIMIA

Fonte: Autoria Própria, 2023

O programa está em execução em uma máquina virtual com o Home Assistant instalado. Dentro do Home Assistant, utilizamos o Node-RED para iniciar nossa lógica com os dispositivos Tuya. Neste momento, a dashboard do SIMIA exibe o status de "porta fechada" e "lâmpada apagada", como pode ser visto na Figura 47.



Figura 47 - Estado do sensor de abertura e lâmpada de emergência com a porta fechada

Fonte: Autoria Própria, 2023

O gatilho inicial é a porta da UTI, que é monitorada por sensores e uma câmera conectada à plataforma Tuya. Quando a porta não está aberta, conforme representado na Figura 49, a única ação tomada é manter a lâmpada de emergência desligada, conforme mostrado na Figura 48 e 50.

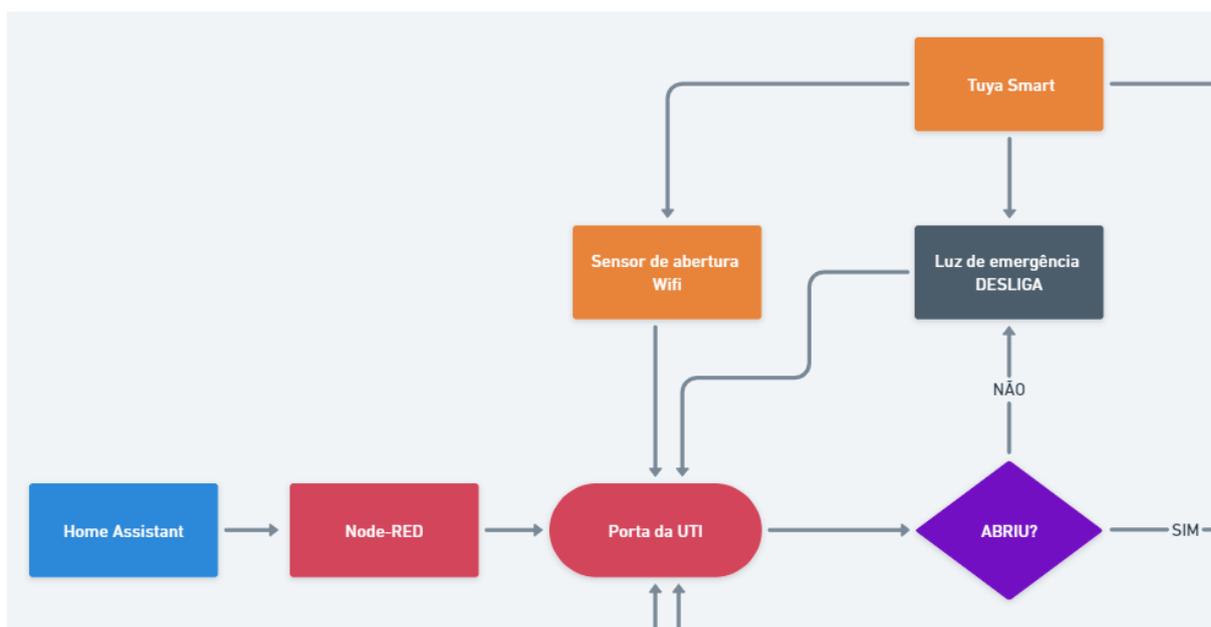


Figura 48 - Parte 1 do fluxograma do projeto SIMIA

Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 49 - Sensor de abertura instalado na porta fechada
Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 50 - Lâmpada de emergência instalada com o estado da porta fechada
Fonte: Autoria Própria, 2023

Além disso, a Alexa permanece em standby, conforme ilustrado na Figura 51.



Figura 51 - Alexa instalada com o estado da porta fechada
Fonte: Autoria Própria, 2023

Na segunda parte do nosso fluxograma, conforme ilustrado na Figura 52, quando a porta é aberta, como demonstrado nas Figuras 53 e 54, uma foto é capturada pela câmera, conforme mostrado na Figura 55.

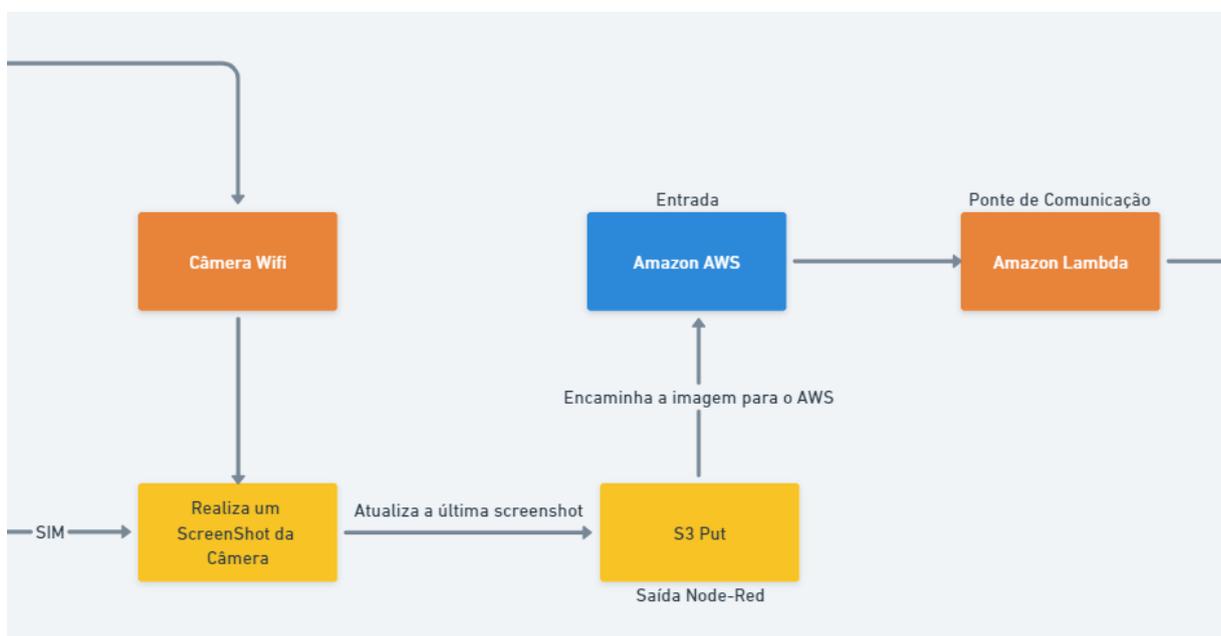


Figura 52 - Parte 2 do fluxograma do projeto SIMIA
Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 53 - Sensor de abertura detectando a abertura porta

Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 54 - Sensor de abertura com a porta aberta

Fonte: Autoria Própria, 2023

Isso resulta na geração da imagem da figura 56, que é posteriormente enviada (por meio de um comando "put") para a Amazon AWS com o auxílio do Amazon Lambda para a comunicação. É importante ressaltar que temos um rosto previamente cadastrado no S3 bucket.



Figura 55 - Imagem da câmera capturando a imagem do “paciente”
Fonte: Autoria Própria, 2023

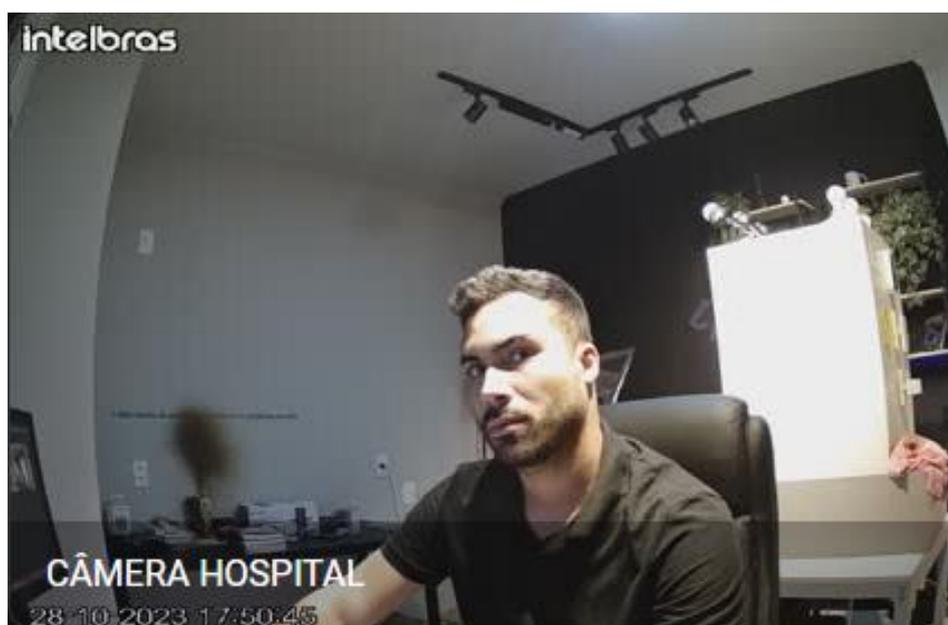


Figura 56 - Captura registrada pela câmera IZC 1003
Fonte: Autoria Própria, 2023

Após a comunicação, o Amazon Rekognition realiza o reconhecimento facial da nova imagem capturada, como demonstrado no processo ilustrado na Figura 57, a fim de determinar a presença de um rosto na imagem. Em seguida, iniciamos um novo processo de decisão, no qual questionamos se há uma face. Caso a resposta seja afirmativa, instruímos a Amazon AWS a repassar essa informação para o nó do Node-RED.

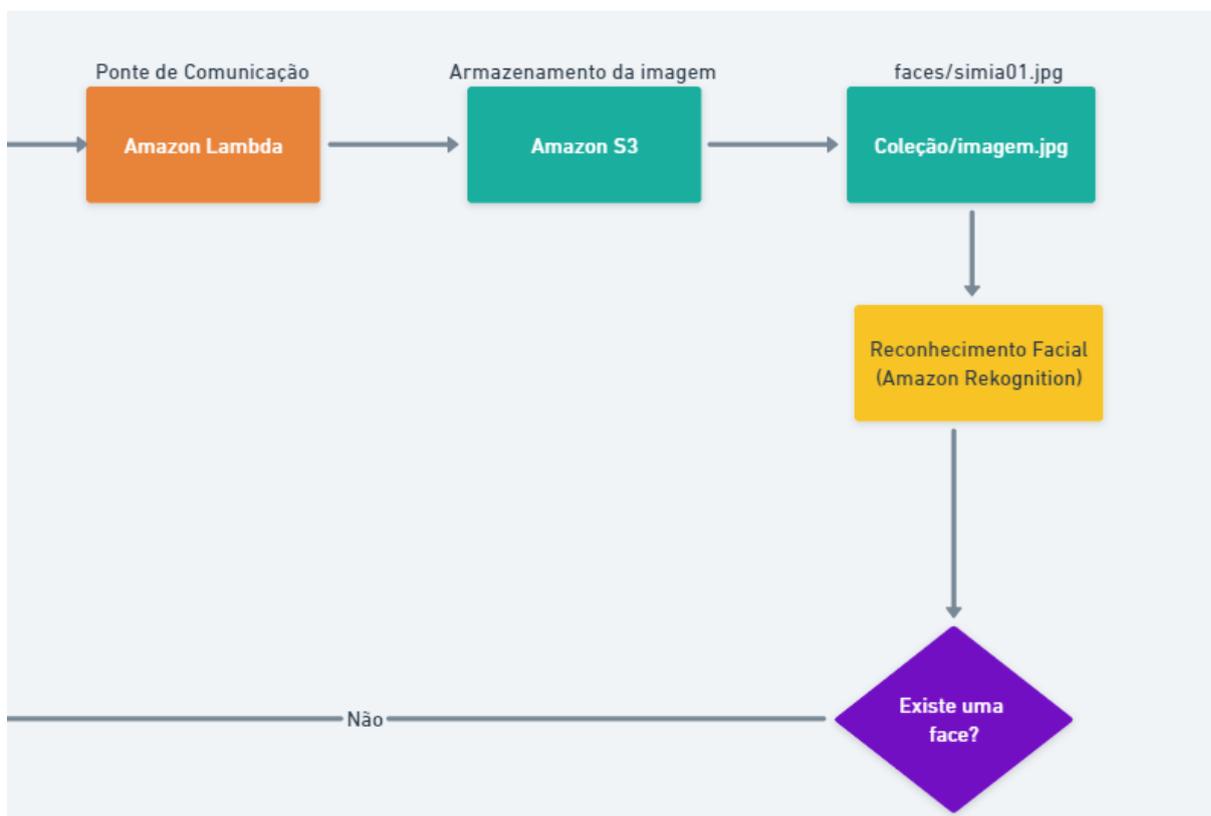


Figura 57 - Parte 3 do fluxograma do projeto SIMIA

Fonte: Autoria Própria, 2023

Em seguida, entramos na etapa de Validação de Rosto, ilustrado na figura 58, na qual o processo dentro do nó verifica se as características da nova captura coincidem com as características da foto previamente cadastrada para validar o rosto.

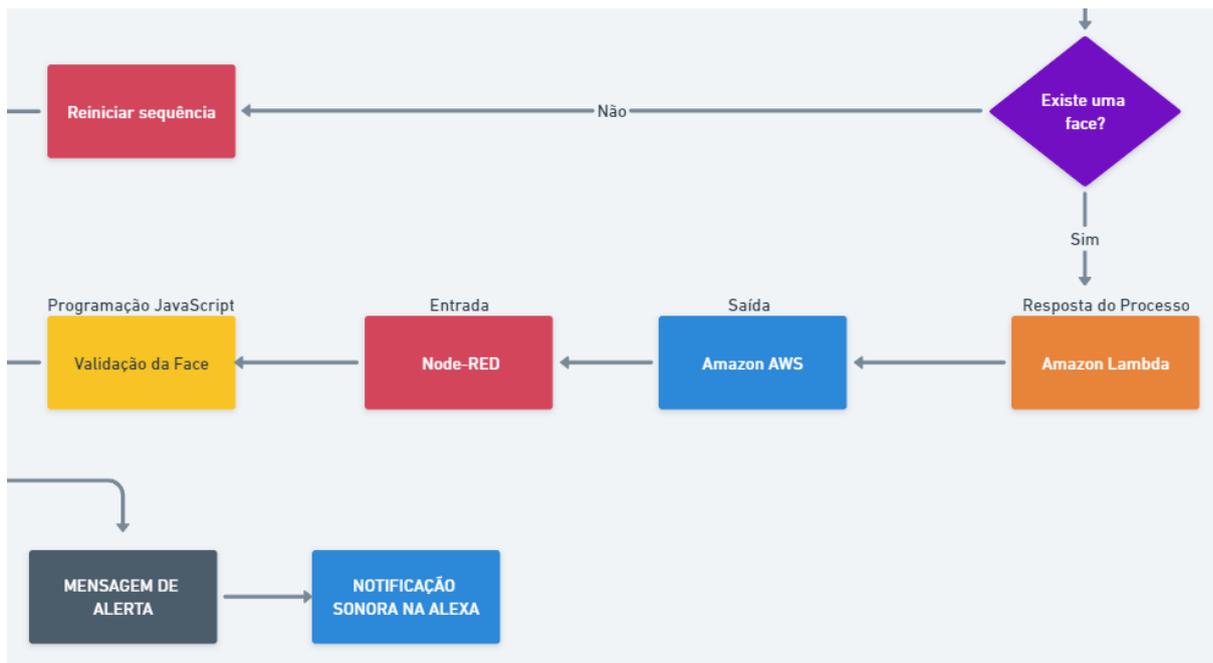


Figura 58 - Parte 4 do fluxograma do projeto SIMIA

Fonte: Autoria Própria, 2023

Se o rosto for validado como pertencente ao paciente, a dashboard do SIMIA atualiza o status da porta para refletir que ela está aberta, acionando um alerta visual, mostrado na figura 59. Além disso, o sistema envia uma notificação em formato de texto para a Alexa, que a converte em uma notificação sonora e ativa a lâmpada de emergência, conforme demonstrado na Figura 60 e 61.



Figura 59 - Estado do sensor de abertura e lâmpada de emergência com a porta aberta

Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 60 - Lâmpada de emergência acesa a com o estado da porta aberta
Fonte: Autoria Própria, 2023



Figura 61 - Alexa noticando com alerta audível com o estado da porta
aberta
Fonte: Autoria Própria, 2023

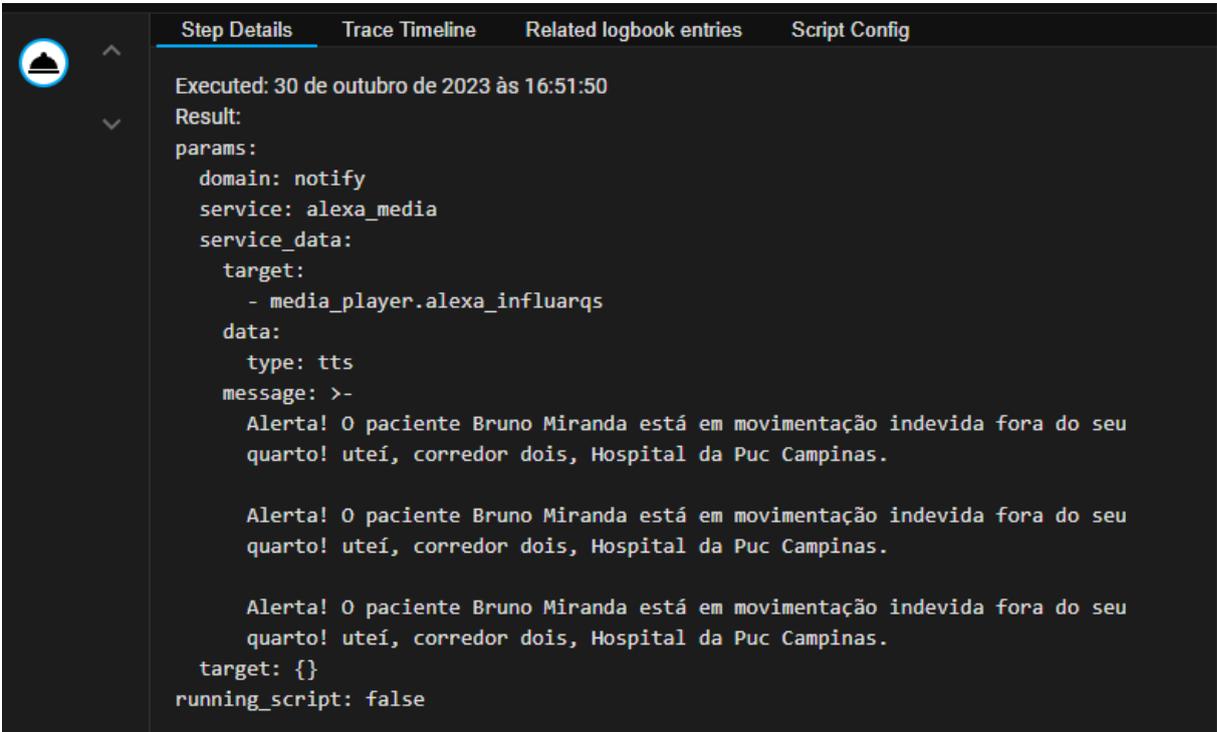
Dessa forma, o rosto do paciente é identificado e sinalizado para os profissionais responsáveis. Nesse caso, a mensagem emitida pela Alexa é a seguinte:

“Alerta! O paciente Bruno Miranda está em movimentação indevida fora do seu quarto! uteí, corredor dois, Hospital da Puc Campinas.

Alerta! O paciente Bruno Miranda está em movimentação indevida fora do seu quarto! uteí, corredor dois, Hospital da Puc Campinas.

Alerta! O paciente Bruno Miranda está em movimentação indevida fora do seu quarto! uteí, corredor dois, Hospital da Puc Campinas.”

A mensagem é gerada por meio de um script de texto, que é enviado para a Alexa para reprodução, conforme ilustrado na Figura 62. Isso ocorre dentro da função "Falar na Alexa", que faz parte do fluxograma do Node-RED, previamente exibido na Figura 45.



```
Step Details Trace Timeline Related logbook entries Script Config
Executed: 30 de outubro de 2023 às 16:51:50
Result:
params:
  domain: notify
  service: alexa_media
  service_data:
    target:
      - media_player.alexa_influarqs
  data:
    type: tts
  message: >-
  Alerta! O paciente Bruno Miranda está em movimentação indevida fora do seu
  quarto! uteí, corredor dois, Hospital da Puc Campinas.

  Alerta! O paciente Bruno Miranda está em movimentação indevida fora do seu
  quarto! uteí, corredor dois, Hospital da Puc Campinas.

  Alerta! O paciente Bruno Miranda está em movimentação indevida fora do seu
  quarto! uteí, corredor dois, Hospital da Puc Campinas.
target: {}
running_script: false
```

Figura 62 - Script de alerta para notificação da Alexa

Fonte: Autoria Própria, 2023

Se não for identificado um rosto, o processo é reiniciado, conforme demonstrado na última etapa do fluxograma da figura 63. Isso faz com que a sequência seja reiniciada, voltando ao estado de porta fechada, aguardando que alguém a feche novamente para reativar o sistema do SIMIA.

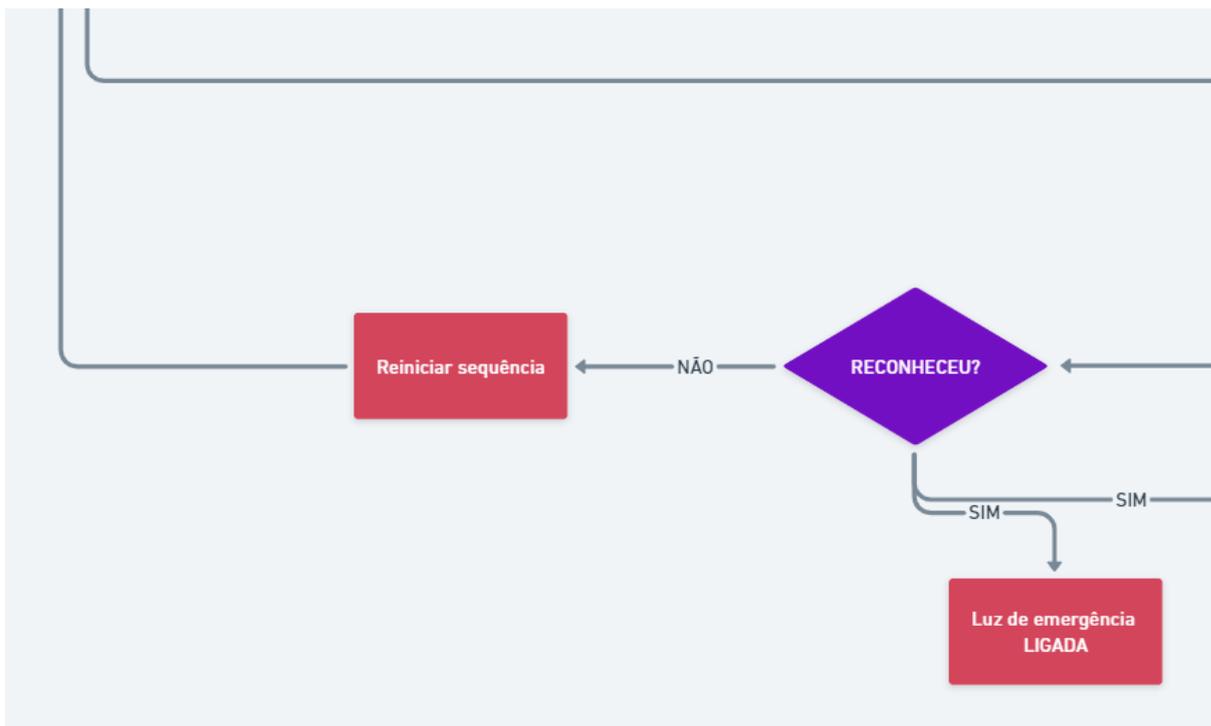


Figura 63 - Parte 5 do fluxograma do projeto SIMIA

Fonte: Autoria Própria, 2023

Com essa solução, conseguimos garantir um ambiente hospitalar mais seguro e eficiente, permitindo a detecção de eventos críticos e a intervenção imediata quando necessário. O sistema oferece também a capacidade de acesso remoto e controle, permitindo que os profissionais de saúde monitorem os pacientes e interajam com o sistema, mesmo quando não estão fisicamente presentes no ambiente hospitalar. Isso se traduz em um cuidado de maior qualidade e na melhoria da segurança dos pacientes.

O sistema SIMIA apresentou resultados notáveis. A integração bem-sucedida entre o Home Assistant e a Amazon AWS, aliada ao uso eficaz do Amazon Rekognition, possibilitou o desenvolvimento de um sistema de monitoramento e reconhecimento facial de alto desempenho para ambientes hospitalares.

O fluxograma criado no Node-RED demonstrou eficiência na detecção de eventos críticos, como a abertura de portas em áreas de pacientes. A integração de tecnologias complexas resultou em um sistema que garante a segurança dos pacientes e permite a coordenação eficaz das equipes hospitalares. Os resultados obtidos incluem:

- Detecção confiável de eventos de abertura de portas.
- Captura e envio de imagens para o Amazon S3 Bucket.
- Reconhecimento facial preciso por meio do Amazon Rekognition.

- Tomada de decisões com base nas informações de reconhecimento facial.
- Ativação da "Lâmpada" de emergência e notificação para os profissionais de saúde.

O sistema SIMIA se destacou como uma solução abrangente que melhora a segurança e a eficiência em ambientes hospitalares. Além disso, oferece a capacidade de acesso remoto e controle com uma dashboard no SIMIA, como mostra a figura 46, permitindo que os profissionais de saúde monitorem os corredores do hospital mesmo quando não estão fisicamente presentes. Isso se traduz em um cuidado de maior qualidade e na melhoria da segurança dos pacientes. O sistema demonstrou seu potencial como uma ferramenta valiosa para a área da saúde.

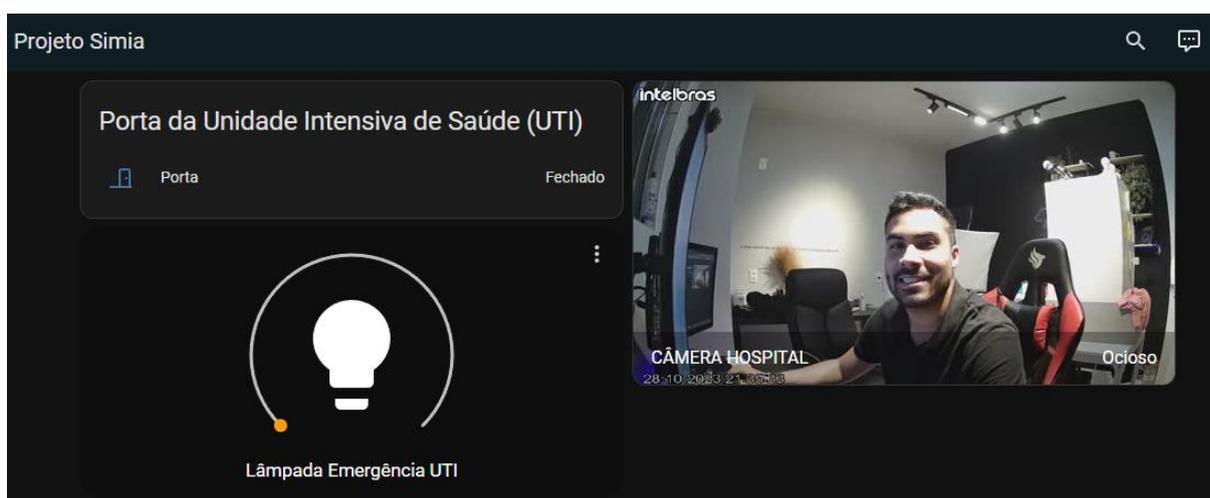


Figura 64 - Dashboard projeto Simia finalizada
Fonte: Autoria Própria, 2023

7. DISCUSSÃO

Nesta seção, discutiremos os resultados obtidos no desenvolvimento do SIMIA, enfocando a análise crítica dos resultados, identificando as limitações e desafios encontrados durante o projeto e destacando oportunidades de melhoria e expansão do sistema.

7.1 ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS

A análise crítica dos resultados obtidos no projeto SIMIA revela um sistema altamente promissor para a área da saúde, com ênfase na segurança e coordenação eficaz em ambientes hospitalares. O uso de tecnologias de ponta, como o Amazon Rekognition, demonstrou eficácia na detecção de eventos críticos e no reconhecimento facial.

Um dos principais pontos fortes do SIMIA é sua capacidade de integração de várias tecnologias e serviços, proporcionando uma solução abrangente. A combinação do Home Assistant com o Amazon AWS permitiu o desenvolvimento de um sistema robusto, capaz de monitorar pacientes circulando por corredores e tomar decisões com base em eventos específicos. A utilização do Node-RED simplificou o desenvolvimento de automações e integrações personalizadas, tornando o sistema flexível e adaptável a diferentes necessidades.

A eficácia do sistema é evidente na detecção confiável de eventos, como a abertura de portas em áreas de pacientes, e na ativação da "Lâmpada" de emergência, garantindo uma resposta rápida em situações críticas. Além disso, a notificação para profissionais de saúde via Alexa Media Player contribui para uma comunicação eficaz no ambiente hospitalar, diminuindo o tempo gasto para resolução desse problema de evasão de pacientes.

7.2 LIMITAÇÕES E DESAFIOS ENCONTRADOS

No entanto, o projeto SIMIA também enfrentou algumas limitações e desafios. Algumas das principais limitações incluem:

Dependência da infraestrutura da Amazon AWS: A integração bem-sucedida do Amazon Rekognition e do Amazon S3 é fundamental para o funcionamento do sistema, mas também cria uma dependência crítica dessa infraestrutura externa. Problemas de conectividade ou interrupções nos serviços da AWS podem afetar a operação do SIMIA.

Complexidade do desenvolvimento: A criação e configuração do sistema SIMIA envolveram um processo complexo de integração de várias tecnologias. Isso pode dificultar a manutenção e a expansão do sistema, exigindo conhecimentos técnicos avançados.

Custo: A utilização de serviços da Amazon AWS pode acarretar em custos significativos, dependendo da escala de uso. Isso deve ser cuidadosamente considerado ao implementar o sistema em um ambiente de saúde com recursos financeiros limitados.

Limitações do Wifi: A utilização do Wifi apresenta desafios devido ao atraso em relação aos sensores de portas e ao fluxo de vídeo da câmera, o que pode resultar na não captura adequada de rostos, devido ao tempo de resposta. Isso requer atenção, pois pode afetar a eficiência do sistema.

Integração de Serviços Externos: Um dos desafios encontrados foi garantir que todos os serviços externos pudessem enviar e receber informações de maneira eficaz, uma vez que muitas vezes não possuem integrações prontas. Foi necessário desenvolver uma solução personalizada que permitisse a utilização desses serviços em prol de uma usabilidade específica.

Precisão no Reconhecimento Facial: Um dos obstáculos enfrentados foi a necessidade de garantir que o sistema de reconhecimento facial conseguisse diferenciar com precisão entre dois rostos, a fim de evitar notificações falsas. Isso era essencial para identificar apenas o paciente em questão.

Requisitos de Conhecimento: O desenvolvimento do projeto envolveu a linguagem de programação Javascript e a utilização de serviços da Amazon AWS, exigindo um estudo aprofundado para compreender e programar efetivamente. Além disso, foi necessário adquirir um amplo conhecimento sobre os serviços da Amazon e suas variantes para garantir o funcionamento adequado do sistema.

Necessidade de Máquina Virtual: dependência de uma máquina virtual que precisava permanecer online o tempo todo para manter a operação do sistema. Isso gerou desafios relacionados à disponibilidade e estabilidade do sistema.

Gerenciamento de Versões de Software: O controle e gerenciamento das versões de cada software utilizado no projeto também se mostraram desafiadores. Manter a compatibilidade entre diferentes componentes e garantir que todas as atualizações não impactam negativamente o sistema era uma tarefa crítica.

Esses desafios e limitações destacam a complexidade da implementação do sistema e a importância de considerar fatores técnicos, financeiros e operacionais ao desenvolver soluções inovadoras em ambientes hospitalares.

7.3 OPORTUNIDADES DE MELHORIAS E EXPANSÃO DO SIMIA

Melhorias Imediatas: Para melhorias imediatas, a utilização da tecnologia Zigbee em vez do Wifi, reduzindo o tempo de resposta dos sensores. Além disso, considera-se a implementação de um sistema de câmeras com fio via IP, garantindo um fluxo mais eficiente de imagens das câmeras. A programação pode ser atualizada para funcionar em loop enquanto a porta permanece aberta, minimizando a possibilidade de contornar o sistema caso a porta seja aberta, mas ninguém saia. A criação de rotinas personalizadas para cada hospital, juntamente com bots de mensagens para familiares e outros usuários relevantes, é uma melhoria importante. Um sistema de comunicação entre a assistente de voz e o sistema para ativação e desativação, juntamente com uma função de busca por rostos em todas as câmeras do hospital, complementaria o sistema de forma eficaz.

Otimização do Reconhecimento Facial: Pesquisas futuras podem se concentrar na otimização do reconhecimento facial, visando aprimorar a precisão e a velocidade do processo. Isso envolverá o enriquecimento do banco de dados de fotos para tornar o sistema mais eficiente na identificação de uma variedade de rostos, não se limitando apenas aos pacientes. Além disso, pode incluir ações e eventos relacionados a diferentes rostos, como enfermeiras, médicos e outros funcionários, permitindo a criação de rotinas personalizadas que aprimorem o funcionamento cotidiano em um ambiente hospitalar.

Integração com mais Dispositivos e Sensores: O SIMIA pode ser expandido para integrar uma gama mais ampla de dispositivos e sensores hospitalares, tornando o monitoramento ainda mais abrangente e eficaz.

Interface de Usuário Aprimorada: O desenvolvimento de uma interface de usuário mais amigável simplificaria a configuração e a gestão do sistema por parte dos profissionais de saúde, tornando-o mais acessível e eficiente.

Adoção em mais Ambientes de Saúde: O SIMIA pode ser adaptado e implantado em diversos ambientes de saúde, ampliando seu potencial impacto na segurança e coordenação dos cuidados com pacientes.

8. CONCLUSÃO

Nesta seção, concluiremos o trabalho, recapitulando os objetivos alcançados, destacando as contribuições do SIMIA para a área da saúde e oferecendo considerações finais sobre o projeto.

8.1 RECAPITULAÇÃO DOS OBJETIVOS ALCANÇADOS

O desenvolvimento do SIMIA alcançou os objetivos estabelecidos com êxito. O sistema foi concebido para aprimorar a segurança e a coordenação em ambientes hospitalares, evitando evasões por meio da detecção de eventos críticos e do reconhecimento facial. Ele integra uma variedade de tecnologias e serviços, com destaque para o Amazon Rekognition e o Home Assistant. Além disso, a abordagem visual de programação proporcionada pelo Node-RED facilitou a criação de automações complexas e personalizadas. A análise crítica dos resultados revelou a eficácia do SIMIA na detecção confiável de eventos e na ativação de respostas rápidas.

8.2 CONTRIBUIÇÕES DO SIMIA PARA A ÁREA DA SAÚDE

Melhoria da Segurança: Ao detectar eventos críticos, como a abertura de portas em áreas onde pacientes não poderiam circular, o SIMIA ajuda a melhorar a segurança dos pacientes e a coordenar respostas imediatas, como a identificação de áreas proibidas ou até mesmo em casos onde o paciente não pode se levantar da cama.

Coordenação Eficaz: A notificação de profissionais de saúde via Alexa contribui para uma comunicação eficaz no ambiente hospitalar, permitindo uma resposta coordenada a eventos.

Integração de Tecnologias Avançadas: O SIMIA demonstra a viabilidade da integração de tecnologias avançadas, como o reconhecimento facial por meio do Amazon Rekognition, em ambientes de saúde.

Adaptação a Diferentes Necessidades: A abordagem flexível do sistema possibilita sua adaptação a diferentes ambientes de saúde e necessidades específicas.

8.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto SIMIA representa uma inovação significativa na área da saúde, proporcionando um ambiente hospitalar mais seguro e eficiente. No entanto, é importante reconhecer as limitações, como a dependência da infraestrutura da Amazon AWS e a complexidade do desenvolvimento. Essas limitações destacam a importância de um planejamento cuidadoso e recursos adequados ao implementar o SIMIA em ambientes de saúde.

O SIMIA é uma demonstração clara de como a tecnologia pode ser aplicada de forma eficaz para melhorar a segurança e a coordenação em ambientes hospitalares. Suas contribuições para a área da saúde e as oportunidades de melhoria e expansão tornam-no uma ferramenta valiosa para o setor. Com pesquisa contínua e um compromisso contínuo com a inovação, o SIMIA tem o potencial de se tornar um padrão na melhoria da segurança e na coordenação de eventos críticos em ambientes de saúde, garantindo um cuidado de maior qualidade e aprimorando a segurança dos pacientes.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. Erros médicos causam 5 mortes por minuto no Brasil. Agência Brasil, Brasília, DF, 24 jul. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-07/erros-medicos-causam-5-mortes-por-minuto-no-brasil>. Acesso em: 1 jun. 2023.

ARAÚJO, Bruno Gomes de et al. Modelo arquitetural para geração de alertas aplicado ao monitoramento de pacientes em ambiente hospitalar. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 28, p. 169-178, 2012.

CANTANHEDE, Romulo Fagundes; SILVA, CE da. Uma proposta de sistema de iot para monitoramento de ambiente hospitalar. *Anais da VII Escola de Computação e suas Aplicações-EPOCA*, 2014.

Leite CRM, Sizilio GRA, Dória Neto AD, Valentim RAM, Guerreiro AMG. A fuzzy model for processing and monitoring vital signs in ICU patients. *BioMedical Engineering Online*. 2011; 10:68. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-925X-10-68>

NASCIMENTO, C. C. P. et al . Indicadores de resultados da assistência: análise dos eventos adversos durante a internação hospitalar. *Rev. Latino-*

Am. Enfermagem, Ribeirão Preto , v. 16, n. 4, p. 746-751, Aug. 2008 .
Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692008000400015&lng=en&nrm=iso>.

ALBERTIN, Alberto Luiz; DE MOURA ALBERTIN, Rosa Maria. A internet das coisas irá muito além das coisas. GV-executivo, v. 16, n. 2, p. 12-17, 2017.

BRASIL. Padronização da nomenclatura do censo hospitalar. – Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Departamento de Sistemas e Redes Assistenciais 2.ed. revista – Brasília: 2002. 32 p. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Disponível em:
<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/padronizacao_censo.pdf>

BRASIL. Ministério da Educação. Procedimento Operacional Padrão: POP/SERVIÇO DE EDUCAÇÃO EM ENFERMAGEM 04/2016 .Uberaba: EBSERH. 2016. Disponível em:
<<http://www2.ebserh.gov.br/documents/147715/0/Pop+4+servi%C3%A7o+de+educ+enfermagem.pdf/ebdf439e-0577-4f25-8d62-19e80b4ac5e6>>.

VIEIRA, S. A.; DALL'AGNOL, C. M. Concepções de uma equipe multidisciplinar sobre fuga de pacientes. Rev. bras. enferm., Brasília , v. 62, n. 1, p. 79-85, Feb. 2009 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672009000100012&lng=en&nrm=iso>.

CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA DE SÃO PAULO.
Consulta no. 23.606/97. Disponível em:
<http://www.portalmedico.org.br/pareceres/crmsp/pareceres/1997/23606_1997.htm>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2017). Patient safety: making health care safer. World Health Organization. Disponível em:
<<https://apps.who.int/iris/handle/10665/255507>>

LUCENA, A. F. et al. Diagnóstico de enfermagem risco de sangramento como indicador de qualidade assistencial à segurança de pacientes. Revista Gaúcha de Enfermagem, Porto Alegre, v. 40, p.1-5, abr. 2019. Fap UNIFESP. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/rgenf/v40nspe/en_1983-1447-rgenf-40-spe-e20180322.pdf>.

BRASIL. Diário Oficial da União. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 2012. Normas de pesquisa envolvendo seres humanos, Brasília,

DF, Seção 1, p. 59, jun. 2012 a. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>.

CARNEIRO, F. S. et al. Eventos adversos na clínica cirúrgica de um hospital universitário: instrumento de avaliação da qualidade. *Revista de Enfermagem UERJ*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p.204-211, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.facenf.uerj.br/v19n2/v19n2a06.pdf>>.

ALPAYDIN, E. (2010). *Introduction to machine learning*. Cambridge, MA: MIT Press.

ANATEL. (2019). *Leilão 5G: Perguntas e Respostas*. <https://www.anatel.gov.br/institucional/component/content/article/61-telecomunicacoes/leiloes/1005-leilao-5g-perguntas-e-respostas>

ARAÚJO, Bruno Gomes de et al. Modelo arquitetural para geração de alertas aplicado ao monitoramento de pacientes em ambiente hospitalar. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 28, p. 169-178, 2012.

ASHTON, Kevin. That 'internet of things' thing. *RFID journal*, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.

AZEVEDO-MARQUES, Paulo Mazzoncini de. Diagnóstico auxiliado por computador na radiologia. *Radiologia Brasileira*, v. 34, p. 285-293, 2001.

Begg, R.; Lai, Daniel T. H.; Palaniswami, M. *Computational Intelligence in Biomedical Engineering (1st ed.)*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA. 2007.

BRAGA, P. B.; CARVALHO, F. L.; LUDEMIR, T. B. *Redes neurais artificiais: teoria e aplicações*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007.

BROWN, J. *Chatbots e Assistência Virtual na Saúde*. *Revista Médica Brasileira*, v. 37, n. 2, p. 89-95, 2021.

BRYNJOLFSSON, E., & MCAFEE, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W.W. Norton & Company.

CERQUEIRA, A. J. d. D. d. O. et al. *Implementação de Buscas Utilizando Linguagem Natural Através de Algoritmos Adaptativos*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010. 1-140 p.

CSA IoT. Zigbee. Disponível em: <https://csa-iot.org/pt/todas-as-solu%C3%A7%C3%B5es/zigbee/>. Acesso em: 21 de Maio de 2023.

DA SILVA, Thalita Bento et al. A internet das coisas: será a internet do futuro ou está prestes a se tornar a realidade do presente?. *Engenharias Online*, v. 1, n. 1, p. 41-50, 2015.

DANGETI, P. *Statistics for machine learning*. Packt Publishing Ltd., 2017.

DE OLIVEIRA, Sérgio. *Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI*. Novatec Editora, 2017.

DEVALAL, S.; KARTHIKEYAN, A. LoRa Technology - An Overview. 2018 Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), Coimbatore, India, p. 284-290, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8474715&tag=1>.

DINOV, I. D. *Data science and predictive analytics: Biomedical and health applications using R*. Springer, 2018.

DIPPEL, E. J.; GOLDBERG, M. A. Bedside glucose monitoring – Challenges and opportunities. *Journal of Diabetes Science and Technology*, v. 10, n. 3, p. 635-642, 2016.

ESPRESSIF. ESP8266EX Datasheet. 2019. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0aesp8266ex_datasheet_en.pdf. Acesso em: 05 Jun. 2023.

FERREIRA, J. C. et al. Desenvolvimento de um sistema de monitoramento de pacientes em ambiente hospitalar utilizando reconhecimento facial e IoT. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 36, n. 1, p. 105-118, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/rbeb.2020.008>. Acesso em: 06 jun. 2023.

FERREIRA, Josué Duarte de Sousa. *Home Assistant versus Hubitat*. 2023. Tese de Doutorado.

FORSETTO, João Antônio Da Silva; DE SOUZA, Rodrigo Clemente Thom. Considerações sobre a influência da Internet das Coisas na comunicação. III Seminário Empresarial e III Jornada de TI. 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/61774623-Consideracoessobre-a-influencia-da-internet-das-coisas-na-comunicacao.html>. Acesso em: 05 de Jun. 2023.

Feng, D. D. *Biomedical Information Technology. Series-Academic Press Series in Biomedical Engineering*. ISBN:0123735831. Hardcover. Academic Press. 2007.

Gabriel Bella Martini, Lucas Duarte, Ernesto dos Santos. "Utilizando o Amazon Rekognition para identificar situações de descumprimento ao distanciamento social". Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/blogs/aws-brasil/utilizando-o-amazon-rekognition-para-identificar-situacoes-de-descumprimento-ao-distanciamento-social/>. Acesso em: 21 de Maio de 2023.

GOLDMAN, L.; AUSIELLO, D. Cecil Medicina. 24ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010

GUBBI, Jay et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.

HANSON, Victor Davis. *The Second World Wars: How the First Global Conflict Was Fought and Won*. Basic Books, 2017.

HARVEY, Andrew. *Time Series Models*. 2nd Edition, Harvester Wheatsheaf, 1993.

HITSMAN, H. *The Royal Navy and the slave trade*. London: Routledge & Kegan Paul, 1968.

ISHIZUKA, Mitsuru; MIZOGUCHI, Riichiro. *AAAI Spring Symposium: Artificial Intelligence and Health Communication*, v. 6, n. 1, p. 29-36, 2010.

JOHNSTON, J.B. *An introduction to the Honeybee*. 4th ed. New York: Dover, 1998.

KAPLAN, Jacob J. *Using drones to monitor wildlife*. Academic Press, 2020.

LEE, Mark; JONES, Paul. *Building an Internet of Things with Arduino*. Blueprints, 2016.

LI, X. et al. 5G Internet of Things: A survey. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 10, p. 1-9, 2019.

LOVELL, Bernard. *The Story of Jodrell Bank*. Oxford University Press,

1968.

MATLAB. Simulink - Simulation and Model-Based Design. Available at: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html>. Accessed on: June 5, 2023.

MILNE, E. A. The structure and origin of the universe. Oxford: Clarendon Press, 1952.

NEUMANN, J. V. Mathematical foundations of quantum mechanics. Princeton: Princeton University Press, 1955.

OPPENHEIM, A. V.; WILLISKY, A. S.; YOUNG, I. T. Signals and Systems. 2nd edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.

PALMER, R. A history of the modern world. 3rd ed. New York: Knopf, 1965.

QUEIROZ, C. A. et al. Application of Machine Learning in Predictive Maintenance: A Case Study in a Paper Mill. *Expert Systems with Applications*, v. 40, n. 13, p. 5239–5245, 2013.

VERAS, Manoel. *Computação em Nuvem: Nova Arquitetura de TI*. Rio de Janeiro: Brasport, 2015.

RASHEED, Z. et al. Deep learning for digital pathology image analysis: A comprehensive tutorial with selected use cases. *Journal of Pathology Informatics*, v. 7, n. 29, 2016.

SMITH, J. O. *Mathematics of the Discrete Fourier Transform (DFT) with audio applications*. W3K Publishing, 2007.

THOMPSON, D'Arcy W. *On Growth and Form*. 1st edition. Cambridge: Cambridge University Press, 1917.

UNDERWOOD, E. A. *Short History of Medicine*. 2nd edition. London: Oxford University Press, 1962.

VEER, L. van der et al. *The Tao of Computing*. 2nd edition. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2004.

WALLIS, S. *Cybernetics and Systems Theory in Management: Tools, Views, and Advancements*. IGI Global, 2010.

XIE, S. et al. Aggregated Deep Feature for Fast Anomaly Detection.

Computers & Security, v. 78, p. 327-339, 2018.

YANG, G. et al. An IoT-Enabled Stroke Rehabilitation System Based on Smart Wearable Armband and Machine Learning. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, v. 6, 2018.

ZHANG, H. et al. An IoT-Based Appliance Control System for Home Automation. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, v. 65, n. 2, p. 225-233, 2019.

ZIMMERMANN, Harald. OSI Reference Model—The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection. *IEEE Transactions on Communications*, v. 28, n. 4, p. 425-432, 1980.

Amazon Web Services. (2021). AWS Security Best Practices. Disponível em:https://d1.awsstatic.com/whitepapers/Security/AWS_Security_Best_Practices.pdf>. Acesso em Setembro de 2023.

ALQARNI, H. et al. Elasticity of Cloud Computing: A Survey. *Computers, Materials & Continua*, v. 65, n. 2, p. 919-936, 2020.

SHARMA, A.; KUMAR, S.; TYAGI, S. Cloud Computing Security: A Systematic Review. In: 5th International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS). p. 1-7, 2020.

SILVA, Bruno Emilio Luiz et al. Serviços de segurança em computação em nuvem usando a plataforma amazon web service (AWS). 2023.

CHOUDHARY, S. K.; SAHU, G. P.; PRADHAN, A. Security Challenges and Techniques in Cloud Computing. In: International Conference on Advanced Computing, Networking and Informatics. p. 455-466, 2020.

LOPES, L. M.; SIQUEIRA, F. S.; GONÇALVES, R. M. S. An Overview of Availability in Cloud Computing. In: IEEE Latin American Symposium on Dependable Computing. p. 1-6, 2021.

T. Elgamal, A. Sandur, K. Nahrstedt, and G. Agha, “Costless: Optimizing cost of serverless computing through function fusion and placement,” in 2018 IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC), pp. 300–312, 2018.
Amazon, “Aws lambda: Execute código sem se preocupar com servidores ou clusters.” <https://aws.amazon.com/lambda/>, 2022. Online; Acesso em Setembro de 2023.

ARAÚJO, Sayonara S. et al. Inteligência Artificial e Função como Serviço:

Provisionando Aplicações com o AWS Lambda. Sociedade Brasileira de Computação, 2022.

QUEIROZ, Caio Weliton Nascimento; COUTINHO, Emanuel Ferreira. Uma Proposta de Utilização de Aplicações Serverless no Contexto de eHealth.

AWS Lambda. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://docs.aws.amazon.com/pt_br/lambda/latest/dg/welcome.html>. Online; Acesso em Setembro de 2023.

AWS-S3. Amazon Web Services. Disponível em: <https://aws.amazon.com/s3/?nc1=h_ls#>. Online; Acesso em Setembro de 2023.

SERVICES, A. W. Amazon Simple Storage Service: Developer Guide. Amazon Web Services, 2021. 1504 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/AmazonSimple-Storage-Service-Developer-ebook/dp/B0763Z4YVV>>. Acesso em Setembro de 2023.

SAEED, I.; BARAS, S.; HAJJDIAB, H. Security and Privacy of AWS S3 and Azure Blob Storage Services. In: 2019 IEEE 4th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS). IEEE, 2019. p. 388–394. ISBN 978-1-7281-1322-7. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8821735/>>. Acesso em Setembro de 2023.

DEIZEPE, Anderson Roberto et al. Detecção de smells em políticas de segurança para plataformas cloud. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

INTERFACE, Amazon Command Line. Disponível em: <https://aws.amazon.com/cli>. Acesso em, v. 30, 2023.

Peter G. Aitken, Windows Script Host, Prentice Hall, 2001.

Tyson Kopczynski, Windows Powershell - Autorizado, Ciência Moderna, 2008.

Ed Wilson, Windows PowerShell 3.0 Step by, Zig Group, 2013.

Bruce Payette, Windows PowerShell in Action, Manning, 2011.

10. DIAGRAMAS DE ARQUITETURA

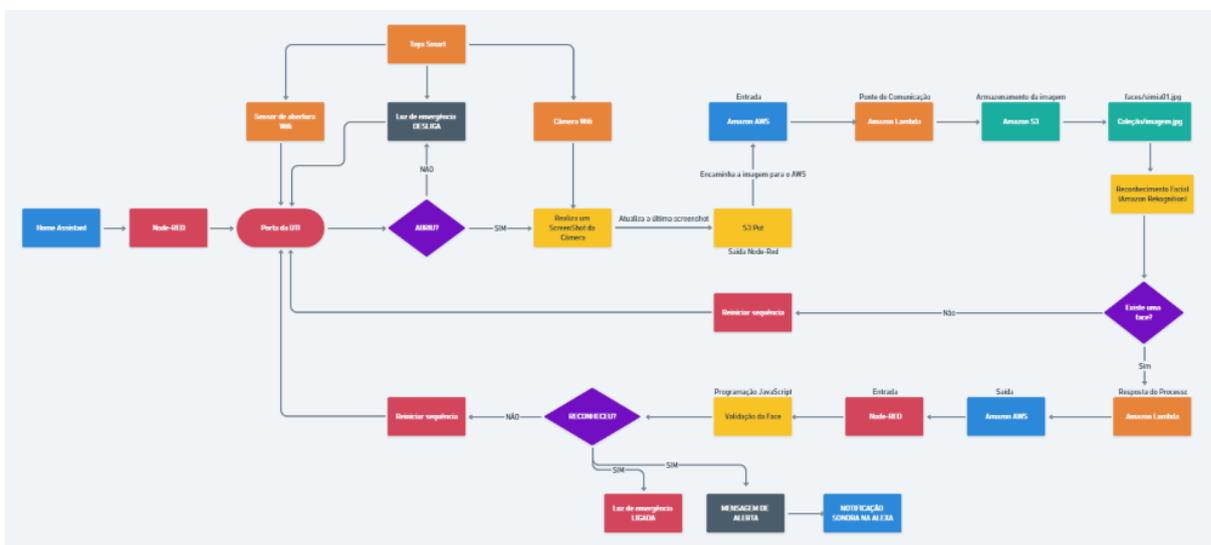


Figura 65 - Fluxograma completo do projeto SIMIA
 Fonte: Autoria Própria, 2023

11. EXEMPLOS DE DADOS COLETADOS

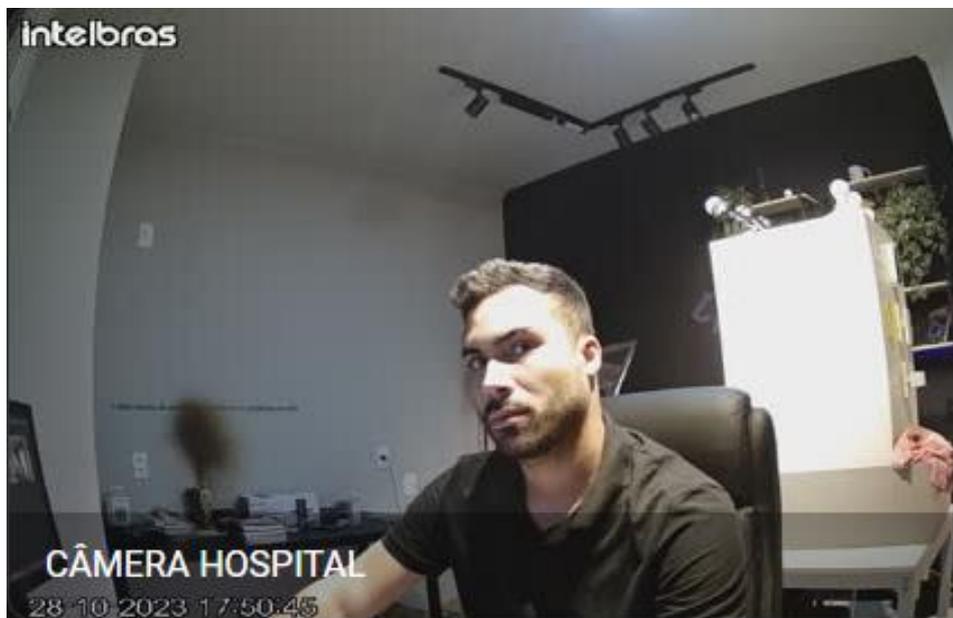


Figura 66 - Imagem capturada com a IZC 1003 anexada no S3 Bucket
 Fonte: Autoria Própria, 2023