

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Ambiente Domiciliar Assistido para o Monitoramento Remoto de Idosos em Zonas Rurais

Walkíria Garcia de Souza Silveira

JUIZ DE FORA
FEVEREIRO, 2022

Ambiente Domiciliar Assistido para o Monitoramento Remoto de Idosos em Zonas Rurais

WALKÍRIA GARCIA DE SOUZA SILVEIRA

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de ciências exatas
Departamento de ciência da computação
Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Prof. Mario A. R. Dantas

JUIZ DE FORA
FEVEREIRO, 2022

AMBIENTE DOMICILIAR ASSISTIDO PARA O MONITORAMENTO
REMOTO DE IDOSOS EM ZONAS RURAIS

Walkíria Garcia de Souza Silveira

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Mario A. R. Dantas
PhD

Prof. Jose Maria Nazar David
Doutor

Prof. Victor Stroele de Andrade Menezes
Doutor

JUIZ DE FORA
01 DE FEVEREIRO, 2022

Aos meus professores

*Aos avós, marido, filho e pais pelo amor, apoio
e sustento.*

Resumo

Com o envelhecimento populacional e a preocupação em manter a atenção primária à saúde de toda a população, somada à preocupação com os cuidados aos idosos moradores de zonas rurais, a presente monografia propõe um modelo para o monitoramento remoto de idosos em um Ambiente Domiciliar Assistido, onde existe dificuldade de acesso à internet, que considera o modelo computacional de Edge-Fog-Cloud para prover um ambiente adequado. Apresenta-se um estudo da proposta de modelo e simulações dos cenários em um ambiente simulador de contexto em software. Como resultado deste trabalho, é possível entender a necessidade de um modelo considerando 3 níveis, levando-se em conta comunicação e computação com o objetivo de uma higienização otimizada dos dados digitais oriundos de IoT, a serem armazenados na cloud.

Palavras-chave: Edge-Fog-Cloud, Ambiente Domiciliar Assistido, Simulador de Contexto, Iot.

Abstract

With the aging population and the concern to maintain primary health care for the entire population, added to the concern with the care of elderly people living in rural areas, this monograph proposes a model for the remote monitoring of the elderly in an Assisted Home Environment, where there is difficulty in accessing the internet, which considers the Edge-Fog-Cloud computing infrastructure to provide a suitable environment. A study of the proposed model and scenario simulations in a context simulator environment in software is presented. As a result of this work, it is possible to understand the need for an infrastructure considering 3 levels, taking into account communication and computing with the objective of an optimized cleaning of digital data from IoT, to be stored in the cloud.

Keywords: Edge-Fog-Cloud, Ambient Assisted Living, Context Simulator, Iot.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, Selma e Amarildo, por me trazerem até aqui com todo apoio, amor, encorajamento e sustento. Aos meus avós Selmo, Carmem e Kita, quem inspiraram e motivaram este trabalho, e por todas as palavras de apoio e de afeto. À minha tia Driana pelo amparo e acolhimento. Ao meu marido Raylander e meu filho Theo, pelo apoio incondicional, pela compreensão e espera, sem às quais teria sido muito mais difícil concluir essa jornada.

Ao meu orientador e amigo Mario, por todo o ensinamento, direcionamento e oportunidades. Por não me deixar desistir de nada e me apresentar um mundo de opções que sozinha nunca teria conhecido. Pelo encorajamento de continuar com os estudos. Por saber o que era melhor para mim, mesmo quando eu mesma não sabia. Pela paciência e claro, pela impecável orientação.

À coordenadora de Sistema da Informação Luciana, que fez um trabalho excelente em sua coordenação tornando minha graduação mais leve, resolvendo rapidamente toda a parte burocrática o que permitiu meu foco somente nos estudos. Por sempre ter apresentado a mim e aos meus colegas todas as possibilidades e oportunidades existentes no curso e pela presença feminina tão marcante e encorajadora em um ambiente majoritariamente masculino. Pelo coordenador Luciano, que assumiu a coordenação com a mesma maestria de sua antecessora, me auxiliando em todos os momentos que eu precisei.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

Por fim, aos meus colegas de projeto, Mateus, Thiago e Fernando, pelo ensinamento e amizade.

“Ninguém colhem em seara alheia, que não tenha semeado”.

Joanna de Ângelis

Conteúdo

| | |
|---|-----------|
| Lista de Figuras | 7 |
| Lista de Abreviações | 8 |
| 1 Introdução | 9 |
| 1.1 Apresentação do Tema | 9 |
| 1.2 Contexto e Motivação | 9 |
| 1.3 O Problema | 10 |
| 1.4 Objetivos | 12 |
| 1.5 Organização | 12 |
| 2 Fundamentação teórica | 13 |
| 2.1 Internet das Coisas (IoT) | 13 |
| 2.2 Ambiente Domiciliar Assistido | 13 |
| 2.3 Edge - Fog - Cloud | 14 |
| 3 Trabalhos Relacionados | 16 |
| 4 Ambiente Proposto e Experimental | 18 |
| 4.1 Proposta de um AAL Rural | 18 |
| 4.2 Ambiente de Simulação | 20 |
| 4.3 Simulador de Contexto | 20 |
| 4.4 Ambiente Simulado | 21 |
| 5 Conclusões e Trabalhos Futuros | 26 |
| Bibliografia | 28 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Estimated and projected economic old-age dependency ratios by region, 1990-2050 (NATIONS, 2019) | 10 |
| 2.1 | Ambiente Domiciliar Assistido | 14 |
| 2.2 | Edge - Fog - Cloud. Fonte: (OMNI.SCI, 2021) | 15 |
| 4.1 | Modelo AAL Rural (SILVEIRA; DANTAS, 2021) | 19 |
| 4.2 | Um típico ambiente rural | 21 |
| 4.3 | Simulação do AAL - Dados | 23 |
| 4.4 | Simulação do AAL | 24 |
| 4.5 | Simulação do AAL - Médico | 25 |

Lista de Abreviações

| | |
|------|---------------------------------------|
| DCC | Departamento de Ciência da Computação |
| UFJF | Universidade Federal de Juiz de Fora |
| AAL | Ambiente Domiciliar Assistido |
| IoT | Internet das Coisas |
| UBS | Unidade Básica de Saúde |

1 Introdução

1.1 Apresentação do Tema

O aumento da população idosa no Brasil, assim como no restante do mundo, traz o desafio de manter a atenção primária à saúde de pacientes da rede pública de saúde. Isso devido ao fato de que a população idosa é a que mais faz uso de assistência médica.

Neste contexto, o presente trabalho visa a pesquisa de um ambiente domiciliar assistido (AAL) para o monitoramento remoto de idosos, promovendo um diferencial na qualidade de vida dos mesmos. Considerando um armazenamento eficiente dos dados gerados pelo AAL, utilizando para isso o paradigma da Edge-Fog-Cloud.

1.2 Contexto e Motivação

A população mundial está passando por um rápido envelhecimento populacional. Projeções realizadas pela (NATIONS, 2019), revelam que a quantidade de idosos irá mais do que dobrar até 2050. Ainda segundo (NATIONS, 2019), a expectativa de vida começou a aumentar consideravelmente nos últimos anos e a estimativa é que esse número suba mais até 2050, sendo a Europa e a América do Norte as regiões com maior aumento na expectativa de vida, como podemos ver na figura 1.1.

Esse envelhecimento populacional é um dos maiores desafios da saúde pública contemporânea, já que essa população é a que mais faz uso de atendimento básico de saúde (PENIDO, 2018).

No Brasil não é diferente. Segundo (PENIDO, 2018) 14,3 por cento da população brasileira é idosa, e este número está em crescimento. Estima-se que em 2030 a quantidade de idosos vai superar a de crianças e adolescentes juntos. (MF DE ANDRADE FB, 2018) afirma que o Brasil faz parte dos países em mais rápido processo de envelhecimento do mundo e esse envelhecimento populacional ocorre em um cenário de poucos recursos e grandes desigualdades sociais. Ainda na mesma pesquisa, obteve-se o resultado que cerca

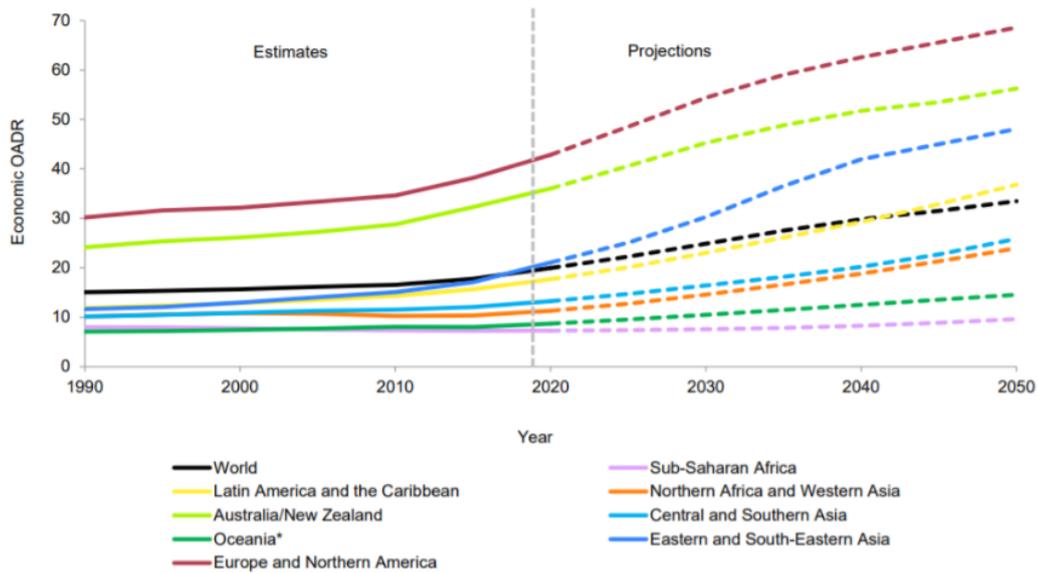


Figura 1.1: Estimated and projected economic old-age dependency ratios by region, 1990-2050 (NATIONS, 2019)

de 75 por cento desses idosos, utilizam exclusivamente o SUS e aproximadamente 83 por cento realizam mais de uma consulta por ano.

Somado a esses fatores, o envelhecimento populacional trouxe outro desafio, a qualidade de vida e o bem-estar dos idosos, que são fatores fundamentais para um envelhecimento bem sucedido (SOUSA LILIANA, 2021).

1.3 O Problema

Esse envelhecimento populacional impacta diretamente a saúde brasileira, e é fundamental a organização de uma rede de atenção à saúde dos idosos para reduzir esses impactos (MF DE ANDRADE FB, 2018). Deste modo, para garantir o atendimento de qualidade a toda a população, algumas mudanças são necessárias, como a implantação de um modelo de gestão da saúde da população (MENDES, 2016). Tal modelo faz uso de uma rede de atenção à saúde no nível dos cuidados primários, racionalizando assim a demanda e a oferta para aumentar a oferta em casos necessários (MENDES, 2016).

Além destes desafios existe ainda a preocupação com a população idosa residente na zona rural, que corresponde a 15 por cento da população idosa brasileira (PENIDO, 2018). Nos Estados Unidos da América, o censo realizado pelo governo americano em

2019 trouxe que a cada 5 idosos americanos, 1 reside na zona rural (E.; S., 2019) e na Europa esse número é ainda maior, sendo 1 a cada 3 idosos vivendo hoje em áreas rurais (UNECE., 201).

Os idosos que vivem hoje em zonas rurais apresentam algumas dificuldades específicas devido às suas localizações, tais como difícil acesso aos centros urbanos e a tudo que eles promovem, transporte público e prestações de serviço num geral. Essas dificuldades colocam os idosos rurais em uma posição de desvantagens em várias dimensões (UNECE., 201), incluindo a saúde.

Por outro lado, tem-se o rápido avanço tecnológico e a transformação digital, que vêm trazendo contribuições aos problemas relacionados à saúde, como o ambiente domiciliar assistido (AAL), que tem como objetivo contribuir para uma melhor qualidade de vida dos indivíduos dentro de seu próprio ambiente domiciliar (NAKAGAWA et al., 2013).

O AAL tem sido viabilizado pelo desenvolvimento cada vez mais amplo da tecnologia Internet of Things (IoT) nos mais diversos ambientes e cenários, por exemplo, desde ambientes industriais até monitoramento ambiental e o controle da saúde humana. Tal cenário tem ocasionado um aumento constante na quantidade de dados gerados, consequentemente um crescimento na necessidade de processamento e armazenamento, necessidade essa que tem aumentado ano após ano.

Segundo (BALAKRISHNA; THIRUMARAN; SOLANKI, 2019), no cenário atual, cerca de 35 bilhões de dispositivos IoT estão conectados à Internet. Sendo que até 2025, a previsão é que o número cresça entre 80 e 120 bilhões de dispositivos, gerando por ano cerca de 180 trilhões de gigabytes de novos dados por meio desses dispositivos.

No entanto, essas contribuições e soluções não chegam com a mesma velocidade para a população rural, devido ao limitado acesso à internet, como demonstrou o último censo agropecuário, revelando que 28 por cento das propriedades rurais brasileiras têm acesso à internet (MILANEZ, 2020).

Com isso, chega-se a seguinte pergunta de pesquisa:

Como atender da melhor forma possível as pessoas das zonas rurais em termos de atenção primária de saúde?

1.4 Objetivos

Ao observar os desafios encontrados com o envelhecimento da população e a falta de atenção aos idosos da área rural, notou-se a viabilidade de um projeto de pesquisa e desenvolvimento com ênfase no atendimento primário da população idosa residente na área rural. Com isso, o presente trabalho tem o objetivo de realizar um estudo de um AAL que possa prover como um diferencial na observação das camadas de edge, fog e cloud para a melhoria na vida dos idosos.

Para atingir esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- (a) Fazer uma revisão de literatura referente ao tema;
- (b) Fazer uma proposta inicial de ambiente;
- (c) Desenvolver a proposta;
- (d) Fazer a experimentação em simulador;
- (e) Avaliar a experimentação;
- (f) Efetuar ajustes;
- (g) Escrever artigos referentes ao tema.

1.5 Organização

Os demais capítulos do presente trabalho estão organizados da seguinte forma:

No capítulo 2 são apresentados os trabalhos relacionados.

O capítulo 3 apresenta a fundamentação teórica com os conceitos básicos necessários ao entendimento deste trabalho. Dentre eles: internet das coisas, ambiente domiciliar assistido, Edge - For - Cloud.

No capítulo 4 é apresentado o ambiente aqui proposto e seus experimentos no simulador bem como o próprio simulador de contexto siafu. Por fim, no capítulo 5 é feita a conclusão e propostas para trabalhos futuros.

2 Fundamentação teórica

2.1 Internet das Coisas (IoT)

Com o avanço da tecnologia e o crescente número de dispositivos inteligentes, surge a necessidade de plataformas onipresentes com reconhecimento de contexto que suportem uma rede de dispositivos interconectada, heterogênea e distribuída. Para suprir tal necessidade surgiu a Internet das Coisas.

O paradigma da Internet das Coisas (IoT) tem como objetivo conectar todos os dispositivos eletrônicos à Internet. A IoT cria interações entre pessoas e coisas que podem melhorar a qualidade de vida dessas pessoas.

A internet das coisas (IoT), é a conexão de coisas à internet, o termo coisas não se refere a qualquer coisa, e sim a dispositivos, seres humanos, sensores e qualquer objeto ciente do seu contexto e que seja capaz de se conectar com outras entidades sem restrição de tempo e lugar (BUYAYA RAJKUMAR; DASTJERDI, 2016).

2.2 Ambiente Domiciliar Assistido

A partir dos anos 2000, o ambiente domiciliar assistido, do inglês Ambient Assisted Living (AAL), tem tido cada vez mais visibilidade, sendo assim um campo novo. Porém já é uma área multidisciplinar e de grande importância para a área médica e tecnológica (NAKAGAWA et al., 2013).

Ainda segundo (NAKAGAWA et al., 2013) o ambiente domiciliar assistido são produtos, conceitos e serviços que tem como objetivo contribuir para uma melhor qualidade de vida dos indivíduos dentro de seu próprio ambiente domiciliar, promovendo, principalmente, sua independência e dignidade. Essa qualidade pode ser em relação a saúde, privacidade, segurança e conforto. A figura 2.1 retrata esse AAL, onde temos uma casa de idosos sendo assistida em relação à saúde.

O Ambient Assisted Living (AAL) se fundamenta na utilização de dispositivos



Figura 2.1: Ambiente Domiciliar Assistido

IoT para garantir que idosos ou qualquer pessoa que necessite de assistência possam ter qualidade de vida e independência em suas casas, fornecendo aos stakeholders avisos sobre mudanças bruscas de padrões ou hábitos do usuário, que podem estar relacionados à saúde e segurança do indivíduo monitorado. Sendo o monitoramento feito por dispositivos vestíveis ou adicionalmente com sensores espalhados no ambiente AAL, obtendo informações como temperatura, umidade, qualidade do ar, luminosidade, medidor de ruído, entre outros. Tais informações podem fornecer um melhor contexto das informações dos dispositivos IoT vestíveis, especialmente em casos de doenças com sintomas semelhantes.

2.3 Edge - Fog - Cloud

A fog é uma tecnologia emergente que trata dos gargalos na rede gerados pelo grande fluxo de dados coletados por dispositivos IoT (HABIBI et al., 2020). É um paradigma que completa a computação em nuvem (Cloud) onde elementos computacionais, de rede, armazenamento e aceleração são implantados nas camadas de borda (Edge). As aplicações e o gerenciamento são distribuídos de maneira descentralizada entre a edge e a cloud (HABIBI et al., 2020). Esses elementos podem ser funções de computação virtualizadas

colocadas em dispositivos de borda ou elementos de rede (HABIBI et al., 2020).

Com o grande volume de dados sendo coletados por dispositivos IoT, tornou-se necessário que esses dados sejam tratados e filtrados antes de serem enviados aos servidores cloud para que gargalos na efetividade do processo não ocorram, diminuindo assim o custo financeiro. A fog visa uma arquitetura descentralizada. As aplicações e o gerenciamento são distribuídos de maneira descentralizada entre a edge e a cloud (TEAM, 2021).

Na figura 2.2 temos representado o paradigma edge, fog e cloud. Na edge temos vários dispositivos IoT gerando bilhões de dados digitais. Os dados gerados são enviados para a fog já higienizados, portanto uma quantidade bem menor de dados são enviados para a fog, gerando milhões e não bilhões de dados digitais.

A fog recebe dados de várias edges próximas umas das outras, como indicam as setas na figura 2.2. Antes de enviar os dados para a cloud, a fog realiza um processamento desses dados, enviando milhares de dados e não milhões, como recebido.

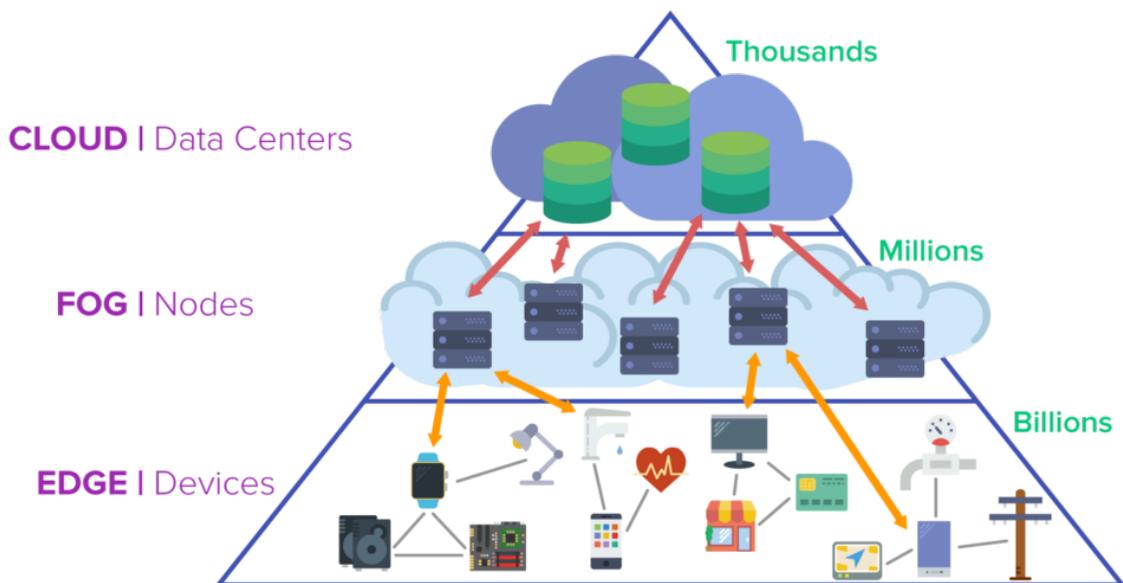


Figura 2.2: Edge - Fog - Cloud. Fonte: (OMNISCISCI, 2021)

3 Trabalhos Relacionados

(REBELATO, 2017) propôs um modelo que identifique e localize usuários em um ambiente domiciliar, que tem como principal objetivo contribuir com a criação de novas tecnologias para auxiliar no cuidado de pacientes em hospitais e em casa. Tal modelo foi criado com o intuito de ser econômico, sendo de baixo custo financeiro e energético. Para isso é utilizada a tecnologia Bluetooth por ser comum nos dispositivos atuais e de baixo custo aquisitivo e energético, além de possuir bom alcance de sinal.

O modelo proposto por (REBELATO, 2017) está sobre uma arquitetura cliente-servidor com três componentes, o dispositivo com Bluetooth, um smartphone e um servidor. O smartphone deve estar sempre junto do usuário monitorado, o mesmo envia requisições aos diversos dispositivos com bluetooth que estão no ambiente, os dispositivos respondem essa requisição e o smartphone interpreta, trata e mede a força do sinal enviando os dados ao servidor, que armazena-os. Após o desenvolvimento, o modelo foi testado e avaliado, os testes foram realizados em diferentes cenários obtendo resultados satisfatórios para o autor em todos os casos.

Com o surgimento dos ambientes domiciliares assistidos, que têm possibilitado grandes avanços no cuidado de pacientes. Coletando e armazenando dados desses pacientes. Que são visualizados posteriormente por pessoas interessadas tais como agentes de saúde. (UMILIO; INACIO; DANTAS, 2019) propõe uma abordagem de orientação a contexto para a segurança desses dados, uma vez que é gerado uma grande quantidade de dados importantes e de livre acesso a todos os usuários do sistema.

A solução de (UMILIO; INACIO; DANTAS, 2019) foi a criação de diferentes níveis de acesso para cada usuário, assim, enfermeiros e pesquisadores acessam somente os sinais vitais, enquanto o profissional diretamente responsável por determinado paciente, tem acesso aos dados particulares desse paciente. A proposta apresentada possui três módulos, o ambiente monitorado para a coleta dos dados, o sistema de banco de dados distribuído, que armazena esses dados em diferentes servidores e, por fim, um sistema web de consulta desses dados. Posteriormente ao desenvolvimento do modelo, o mesmo

foi submetido a testes em dois cenários diferentes, obtendo resultados satisfatórios em ambos os casos.

(THOMÉ, 2020) apresenta uma contribuição nos estudos referentes ao controle da contaminação do vírus Sars-CoV-2. O estudo apresenta simulações das mudanças de comportamentos e hábitos referentes aos métodos de prevenção ao covid-19, e ao uso de dispositivos IoT vestíveis para monitorar pessoas que vivem em ambientes onde o isolamento social é complexo, tais como abrigo para idosos.

(THOMÉ, 2020) apresenta quatro cenários com formas de isolamentos e prevenção diferentes e monitoramento constante dos sinais vitais dos usuários simulados através de dispositivos IoT vestíveis. Tal simulação mostrou que a taxa de contaminação é mais baixa em ambientes com melhor isolamento dos usuários infectados e que têm mais hábitos preventivos.

(NASCIMENTO et al., 2020) apresenta uma pesquisa em andamento que tem como objetivo auxiliar na redução da lacuna que existe na transformação digital encontrada em um sistema público de atenção primária à saúde. Foram selecionados diferentes tipos de voluntários que tiveram seus sinais vitais coletados através de dispositivos IoT. Tais sinais vitais foram enviados e avaliados por uma unidade de saúde pública. Além disso, foi desenvolvido um algoritmo de sistema de recomendação para compreender o comportamento dos usuários que fazem uso dos dispositivos IoT.

Os resultados do trabalho de (NASCIMENTO et al., 2020) apresentaram a necessidade de uma abordagem para enfrentar os desafios da transformação digital na saúde brasileira.

4 Ambiente Proposto e Experimental

Para iniciar o presente projeto, foi realizada uma busca por trabalhos teóricos acerca de ambiente domiciliar assistido, a fim de embasar o conhecimento do assunto. Foi feita também uma busca por trabalhos relacionados à assistência domiciliar de idosos por meio da tecnologia de sensores vestíveis.

Com posse das informações mencionadas, foi definido o modelo de um Ambiente Domiciliar Assistido proposto como referência para o desenvolvimento.

Além disso, foram identificadas as limitações técnicas, uma vez que por questões financeiras, não temos acesso aos dispositivos para a coleta dos dados necessários, além do contexto de pandemia vivenciado durante o desenvolvimento do presente projeto, que não permite fácil deslocamento até áreas rurais e nem acesso aos idosos, que são o principal grupo de risco. Portanto, foi necessário o uso de um simulador de contexto capaz de gerar os dados necessários e simular o AAL. Fazendo uso do simulador, foi possível criar um ambiente para os experimentos necessários.

4.1 Proposta de um AAL Rural

A Figura 4.1 ilustra o modelo AAL rural proposto, onde temos representados os idosos moradores de áreas rurais fazendo uso frequente de um dispositivo usável. O objetivo é que eles compartilhem os dados coletados com um dispositivo local que faz o processamento e análises avançadas dos dados coletados. Dessa forma é realizada uma organização e higienização dos dados enviando apenas o que é necessário, assim o tráfego dos dados enviados é minimizado.

Todos os moradores de uma mesma região deverão estar em um AAL. Como são muitos dados coletados diariamente e de uma grande quantidade de usuários é preciso que seja feita uma otimização no armazenamento dos dados a fim de otimizar o tráfego da rede. Armazenando somente o que for realmente útil. Além disso, o acesso à internet de áreas rurais normalmente são por dados móveis, o que reforça a necessidade de uma

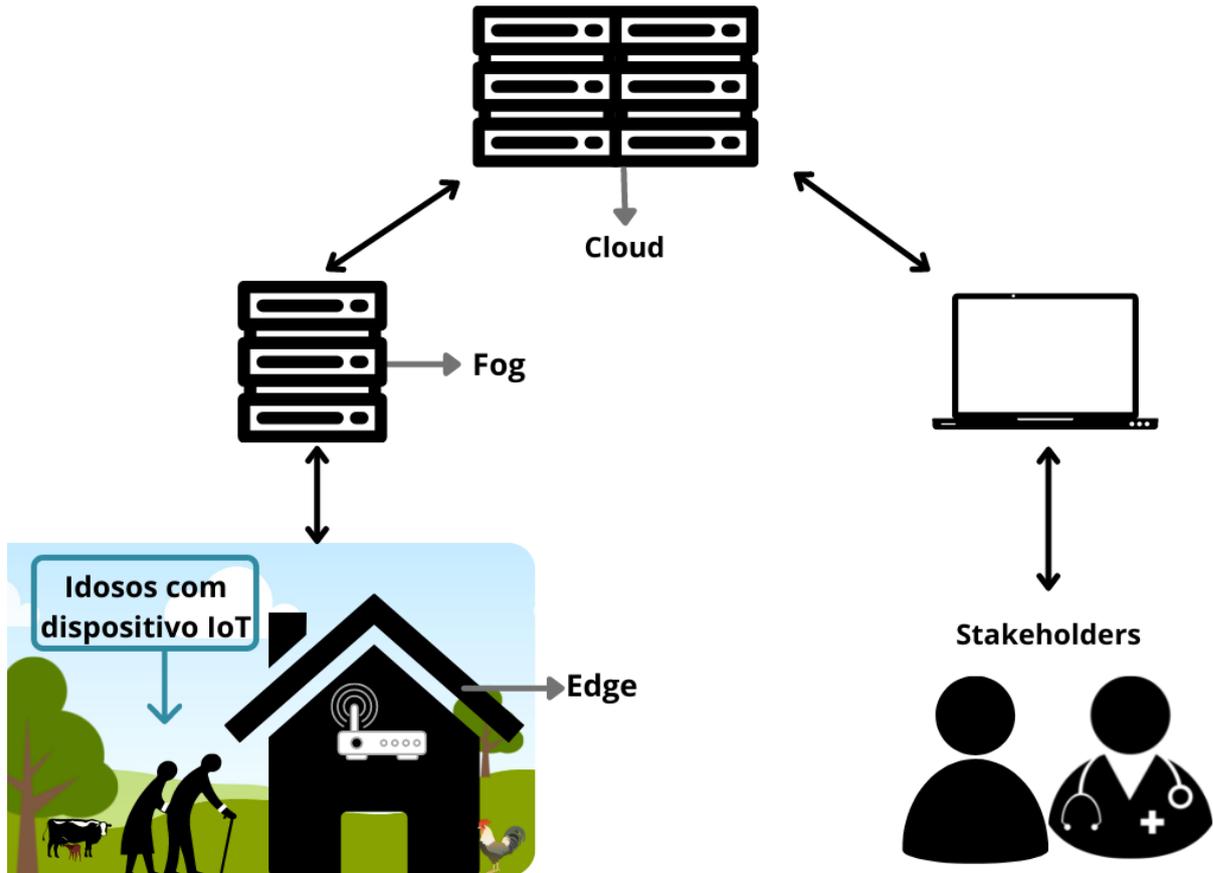


Figura 4.1: Modelo AAL Rural (SILVEIRA; DANTAS, 2021)

higienização local dos dados para diminuir o tráfego de informações, reduzindo custos com internet e dados a serem enviados. A solução encontrada para tais problemas é o tratamento local dos dados coletados, utilizando para isso o paradigma da edge.

Na camada de edge deve ser desenvolvido, um aplicativo para a coleta dos dados dos dispositivos usáveis. Tal aplicativo deve se conectar com os dispositivos usáveis, recebendo todos os dados coletados pelos dispositivos via bluetooth. O aplicativo faz uma higienização dos dados coletados enviando essas informações já tratadas para a fog.

Os dados coletados pelos aplicativos serão enviados por uma rede de comunicação para a fog, que será uma aplicação servidor coletando os dados de todas as edges da região. Em nível de fog será efetuado o processamento desses dados e posteriormente o envio dos dados já processados para os servidores na nuvem (cloud).

Todos os dados recebidos pela cloud são disponibilizados de forma organizada por um sistema web. O computador da Figura 4.1 representa esse sistema web. É por ele que os stakeholders terão acesso às informações. Deseja-se que as Unidades Básicas de Saúde

de cada região inserida no AAL tenha acesso ao sistema web, conseguindo monitorar os principais sinais vitais dos idosos, dessa forma o médico da família consegue ter um melhor controle da saúde de seus pacientes e intervir assim que identificar algum sinal de alteração na saúde.

4.2 Ambiente de Simulação

O presente trabalho foi desenvolvido durante o período de quarentena imposta pelas restrições relacionadas à pandemia de Covid-19. Por essa razão a fase experimental do projeto não pode ser realizada em situação real, visto que o público alvo são idosos, que compõem o principal grupo de risco. Somado à falta de verbas para a aquisição dos equipamentos necessários à coleta de dados.

Nesse cenário de restrições, a melhor solução encontrada foi simular um AAL com dispositivos IoT e por meio dessa simulação monitorar a geração e envio de dados pelo dispositivo no morador. Entre os fatores na decisão foi considerado que o uso de um simulador permite conceber nossa proposta de paradigma IoT a ser adotado e demonstrar graficamente a mesma. Para alcançar estes objetivos, o simulador Siafu foi usado.

4.3 Simulador de Contexto

O simulador de contexto escolhido para realizar as simulações neste trabalho foi o Siafu. Ele é um simulador open-source que permite customizar características de localizações, comportamentos de agentes com outros agentes e com o ambiente. Além de possuir recursos técnicos que permitem controle da simulação. O simulador também possui interface gráfica e permite a criação e transferência dos dados gerados. Este simulador tem sido constantemente utilizado por trabalhos do grupo de pesquisa, como em (THOMÉ, 2020) e (NASCIMENTO, 2021).

4.4 Ambiente Simulado

A simulação é iniciada com a criação de 2 agentes e suas características. As características são geradas de forma aleatória e muitas delas são criadas por padrão pelo simulador enquanto outras foram personalizadas para atingir o propósito final deste trabalho, tais como os sinais vitais de cada agente.

O cenário simulado representa um típico ambiente rural familiar composto por uma casa, onde os agentes representados fazem suas atividades básicas, um curral, um galinheiro e uma horta, onde os agentes circulam livremente e realizam suas tarefas diárias de fazenda. A figura 4.2 ilustra tal cenário. Os animais aqui representados, bem como a horta, são meramente ilustrativos com o intuito de representar um ambiente rural e suas atividades mais comuns. Os agentes não interagem com estes elementos.

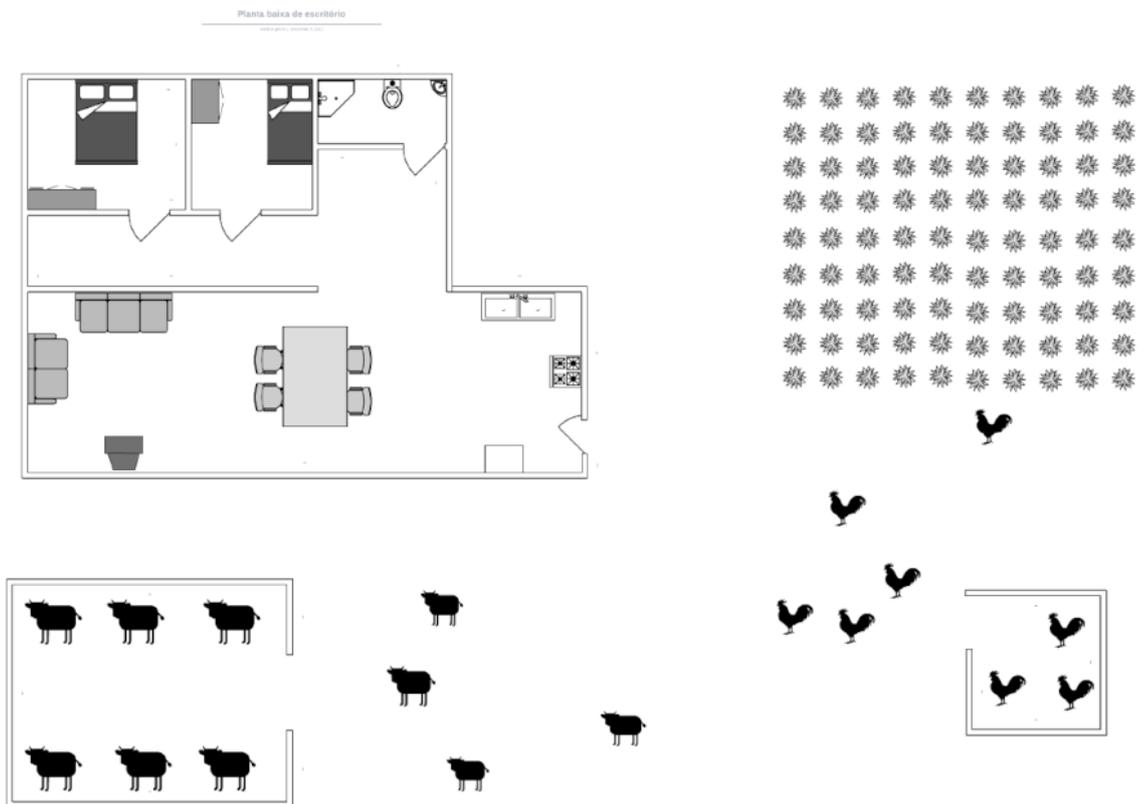


Figura 4.2: Um típico ambiente rural

Os primeiros 2 agentes inseridos no início da simulação representam um casal de idosos moradores do sítio, que fazem todas as atividades dentro do mesmo e utilizam constantemente dispositivos que coletam seus dados. Esses dados coletados são inseridos

como características de forma aleatória e que mudam ao longo da simulação também de forma aleatória. Os dados coletados são:

- (a) temperatura;
- (b) pressão sanguínea e
- (c) oxigenação do sangue

No sistema web acessado pela UBS, o médico responsável por aquele idoso determina quais são os valores adequados para temperatura, pressão sanguínea e oxigenação do sangue. Além dos valores que deve ser emitido um alerta para aquele idoso.

No canto esquerdo da tela do software executando a simulação temos todas as características e suas mudanças geradas ao longo da simulação de cada agente, bem como data e hora. Na figura 4.3 temos um recorte desta parte da tela de simulação, trazendo a exibição dos dados essenciais para o presente trabalho, bem como a qual agente os dados pertencem, data e hora daquela coleta.

A simulação foi feita em torno das atividades mais comuns realizadas diariamente por moradores da área rural. Os agentes acordam em um horário aleatório entre 5:30 horas e 7 horas da manhã e começam sua rotina. Dentre as atividades simuladas, estão:

- (a) ir ao banheiro;
- (b) preparar e comer refeições;
- (c) acordar;
- (d) dormir e
- (d) realizar trabalhos rurais fora de casa; no galinheiro, no curral e na horta;

É considerado que todos os agentes fizeram uso constante dos dispositivos usáveis medindo seus sinais vitais, que são coletados e exibidos constantemente.

Para diferenciar as situações, os agentes têm cores diferentes para cada situação. Os idosos inseridos no AAL iniciam a simulação saudáveis, com todos os sinais vitais dentro do normal, para este caso recebem a cor azul. Quando algum sinal vital apresenta

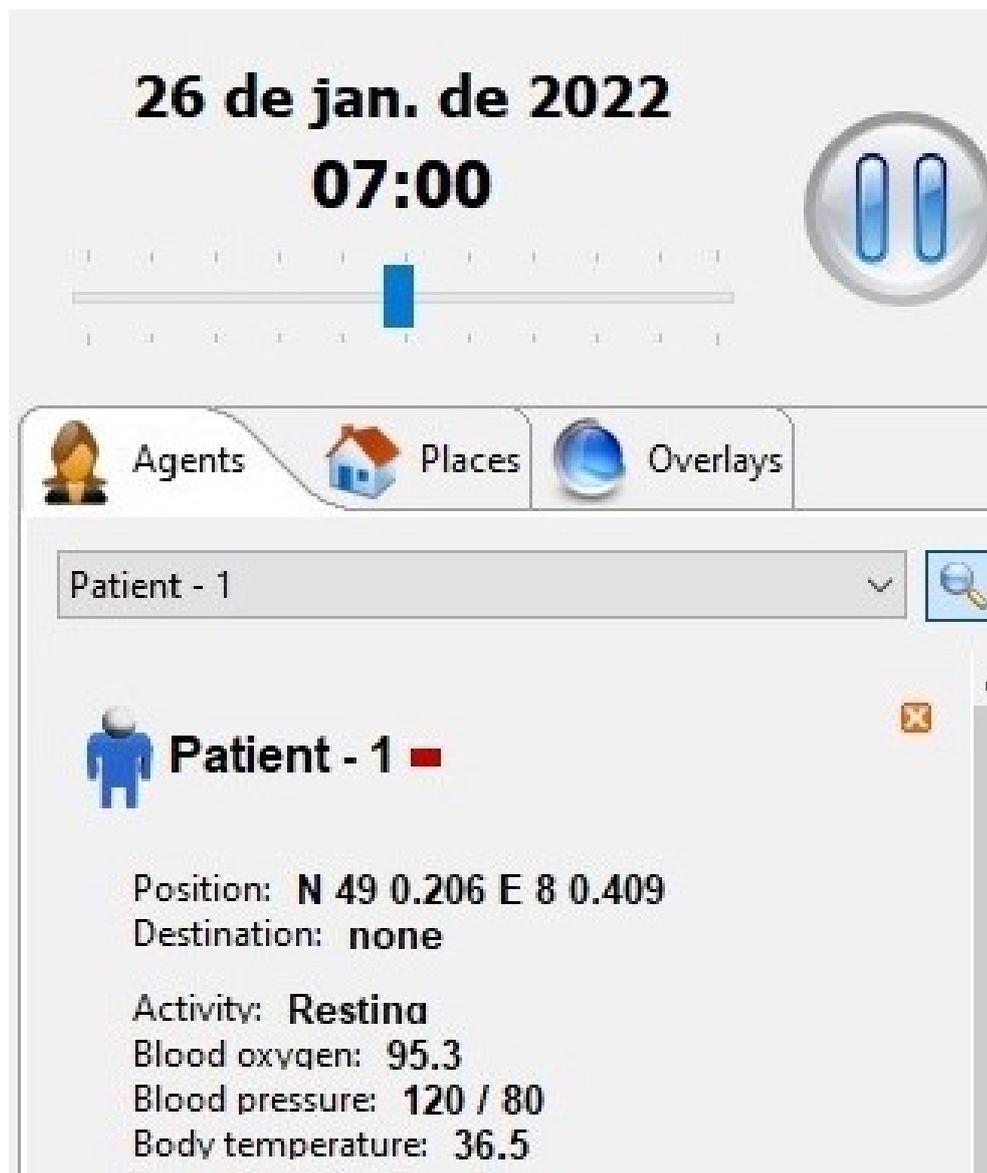


Figura 4.3: Simulação do AAL - Dados

alguma anormalidade o agente fica na cor amarela, se a anormalidade persistir o terceiro agente, que é o médico da família, é criado e entra na simulação. Este agente é da cor verde. Portanto, temos a seguinte legenda de cores para ajudar na visualização gráfica da simulação.

- (a) Azul: Idosos saudáveis;
- (b) Amarelo: Idoso com algum sinal vital fora do normal ;
- (d) Verde: Médico da família

Quando algum sinal vital coletado está fora do limite aceitável para uma pessoa

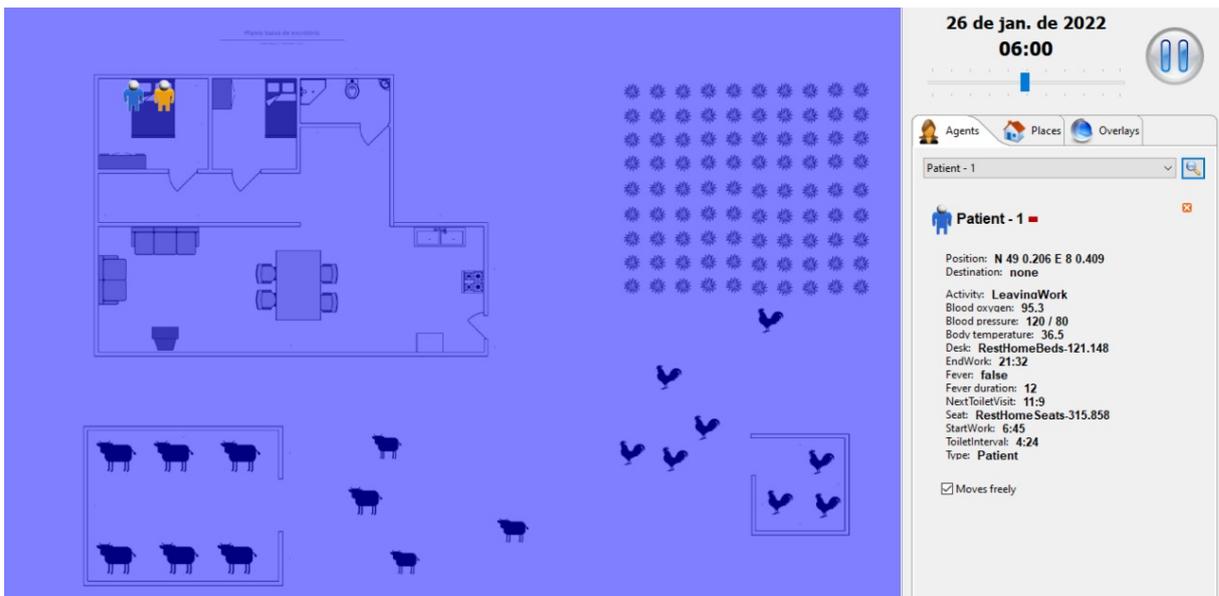


Figura 4.4: Simulação do AAL

saudável, o sistema web acessado pela Unidade Básica de Saúde (UBS) responsável por aquela região deve emitir um alerta indicando a mudança de quadro naquele idoso.

Na figura 4.4, um dos agentes apresentou mudança em algum sinal vital durante a noite, o que fez sua cor mudar de azul para amarela e disparar um alerta na UBS. Dessa forma, o médico da família responsável por aquela região, deverá monitorar pelo sistema web os sinais vitais coletados, analisando quando é o momento de intervir e se deslocar até a residência do idoso para uma consulta ou solicitar que o idoso se dirija à UBS, ou se for o caso, encaminhá-lo diretamente ao hospital.

Na figura 4.5, o médico sente a necessidade de ir até a residência do idoso e a simulação cria um novo agente, o agente da cor verde que representa este médico.

Este cenário simula apenas um AAL, porém, espera-se que todos os sítios da região estejam inseridos em um AAL como o simulado, enviando seus sinais vitais para a UBS, dessa forma o médico da família poderá acompanhar todos seus pacientes.

A simulação se fez necessária para o primeiro momento de testes do modelo proposto, quando não tínhamos acesso ao ambiente real. O uso do simulador foi de fundamental importância para a percepção da necessidade de uma infra-estrutura em 3 níveis.

Com essa simulação percebeu-se que a quantidade de dados digitais gerados é muito grande, já que a coleta dos sinais vitais deve ser realizada o tempo todo. Porém,

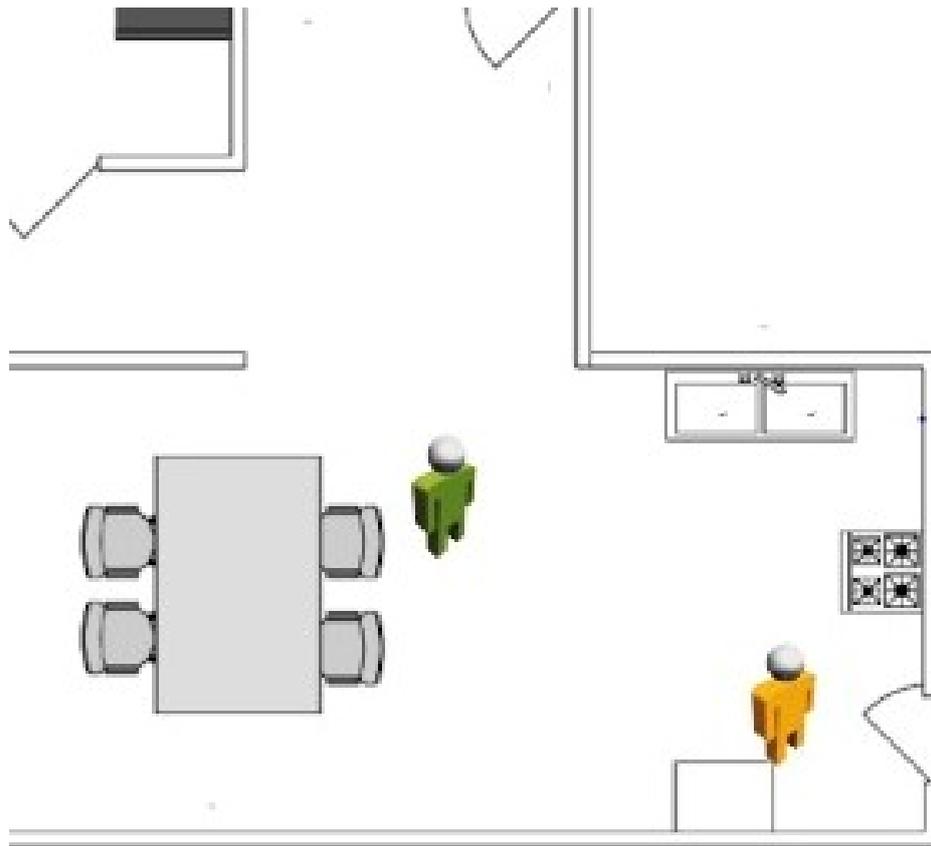


Figura 4.5: Simulação do AAL - Médico

apesar de muitos dados, a maioria deles são iguais ou pelo menos muito parecidos e de pouca relevância, podendo não ser exibido aos stakeholders.

Dessa forma, percebeu-se que é preciso realizar o tratamento desses dados digitais antes de enviar para a cloud. Assim surge a necessidade de inserir no modelo o paradigma da edge, fazendo o higienização desses dados na borda, próximo dos idosos de quem os dados foram coletados e enviando à cloud apenas o necessário.

5 Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente trabalho de pesquisa traz uma contribuição para a melhoria dos problemas relacionados à atenção primária à saúde de moradores da área rural por meio da arquitetura edge, fog e cloud. O desenvolvimento do modelo AAL Rural , utilizando o Simulador Siafu, permitiu simular dispositivos IoT vestíveis, obtendo informações que permitem remotamente um contexto mais profundo e assertivo para os cuidados médicos necessários. Entretanto localmente gerando mais informações que precisam ser tratadas e armazenadas antes de ir para a Cloud.

Com este trabalho foi possível perceber a dificuldade do envio dos dados digitais em áreas com internet limitada. Para minimizar este problema verificou-se a necessidade de um modelo em 3 níveis, para uma higienização otimizada de todos os dados gerados nos AALs. Para que dessa forma, a rede local de internet móvel seja suficiente para o envio dos dados, realizando esta higienização ainda na borda, perto do usuário (Edge) e enviando dados já tratados, otimizando o tráfego na rede. Além de resolver, ou pelo menos minimizar problemas de armazenamento que o aumento de IoTs têm trazido.

Esta colaboração na área da saúde, em especial no atendimento primário à saúde, espera fazer uso da transformação digital contribuindo positivamente com as mudanças geo-sociais vivenciadas com o envelhecimento populacional.

Como trabalhos futuros espera-se implementar na prática o cenário simulado. Com a aquisição dos dispositivos móveis é possível realizar experimentações em ambiente real. Espera-se o desenvolvimento do aplicativo capaz de se conectar aos dispositivos vestíveis, e higienizar os dados antes de enviar à fog. A nível de fog, pretende-se implementá-la no paradigma FaaS.

Outra contribuição futura é o desenvolvimento do sistema web com a lista de todos os usuários inseridos no AAL e seus dados coletados. Deve fazer parte deste estudo a segurança dos dados para diferentes níveis de acesso.

Ainda como trabalho futuro, pode-se desenvolver um monitoramento remoto para animais, na mesma infra-estrutura apresentada pelo presente trabalho. Mantendo os

animais do sítio, tais como gado, porcos, galinhas e cabras sob monitoramento constante, tanto dos seus sinais vitais com dispositivos usáveis adequados, bem como com dispositivos espalhados pelo ambiente deles. Monitorando, entre outras coisas, a temperatura local, câmeras e movimentos. Mantendo os veterinários informados quanto à saúde de seus pacientes, e levando-os mais rapidamente para perto dos animais em caso de emergências. Além de manter o proprietário da criação bem informado e atento a qualquer avaria.

Bibliografia

- BALAKRISHNA, S.; THIRUMARAN, M.; SOLANKI, V. Iot sensor data integration in healthcare using semantics and machine learning approaches. In: _____. [S.l.: s.n.], 2019. p. 275–300. ISBN 978-3-030-23983-1.
- BUYAYA RAJKUMAR; DASTJERDI, A. V. Internet of things: Principles and paradigms. In: . [S.l.]: Elsevier, 2016.
- E., T.; S., S. A. In some states, more than half of older residents live in rural areas. In: *United States Census Bureau*. [s.n.], 2019. Disponível em: <https://www.census.gov/library/stories/2019/10/older-population-in-rural-america.html>.
- HABIBI, P. et al. Fog computing: A comprehensive architectural survey. *IEEE Access*, v. 8, p. 69105–69133, 2020.
- MENDES, E. V. Desafios do sus. In: *Saúde Amanhã, Prospecção Estratégica do Sistema de Saúde Brasileiro*. Av. Brasil, 4036 – Manguinhos, Rio de Janeiro – Prédio da Expansão – Sala 1004: [s.n.], 2016.
- MF DE ANDRADE FB, S. P. N. A. D. Y. C.-C. E. d. O. L.-C. The brazilian longitudinal study of aging (elsi-brazil). In: *Objectives and Design. Am J Epidemiol*. [S.l.: s.n.], 2018.
- MILANEZ, A. Y. e. a. Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no brasil = rural connectivity: current situation and alternatives to overcome the main barrier related to agriculture 4.0 in brazil. In: _____. BNDES Setorial, Rio de Janeiro: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/20180>.
- NAKAGAWA, E. Y. et al. Relevance and perspectives of aal in brazil. *Journal of Systems and Software*, v. 86, n. 4, p. 985–996, 2013. ISSN 0164-1212. SI : Software Engineering in Brazil: Retrospective and Prospective Views. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212002841>.
- NASCIMENTO, G. D. S. *EASYEV - Uma aplicação para apoiar o gerenciamento de veículos elétricos com o foco no consumo de bateria*. Tese (Doutorado) — Federal University of Juiz de Fora, 2021. Disponível em: <http://monografias.ice.ufjf.br/tcc-web/tcc?id=563>.
- NASCIMENTO, M. G. do et al. Covid-19: A digital transformation approach to a public primary healthcare environment. In: *2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–6.
- NATIONS, U. World population ageing 2019: Highlights. In: *RI UFSC*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division: [s.n.], 2019.
- OMNISCI. Fogcomputing. In: . [s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.omnisci.com/technical-glossary/fog-computing>.

PENIDO, A. Estudo aponta que 75 por cento dos idosos usam apenas o sus. In: *Fiocruz*. [s.n.], 2018. Disponível em: [⟨https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-aponta-que-75-dos-idosos-usam-apenas-o-sus⟩](https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-aponta-que-75-dos-idosos-usam-apenas-o-sus).

REBELATO, C. E. Desenvolvimento de uma abordagem para a identificação e localização de pessoas em ambientes assistidos. In: *RI UFSC*. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Sistemas de Informação.: [s.n.], 2017.

SILVEIRA, W.; DANTAS, M. Ambiente domiciliar assistido para o monitoramento remoto de idosos em ambiente rural. In: *Anais da IV Escola Regional de Alto Desempenho do Centro-Oeste*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 35–37. ISSN 0000-0000. Disponível em: [⟨https://sol.sbc.org.br/index.php/eradco/article/view/18422⟩](https://sol.sbc.org.br/index.php/eradco/article/view/18422).

SOUSA LILIANA, G. H. D. Qualidade de vida e bem-estar dos idosos: um estudo exploratório na população portuguesa. *Revista de Saúde Pública [online]*. 2003, v. 37, n. 3 [Acessado 2 Setembro 2021] , pp. 364-371., v. 37, n. 3, p. 364–371, 2021. ISSN 1518-8787. Disponível em: [⟨https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212002841⟩](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212002841).

TEAM, M. Quais as diferenças entre cloud, fog e edge computing? In: . [s.n.], 2021. Disponível em: [⟨https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/diferencas-entre-cloud-fog-edge-computing/⟩](https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/diferencas-entre-cloud-fog-edge-computing/).

THOMÉ, T. G. *IOT DEVICES IN A COOPERATIVE FOG-CLOUD CONFIGURATION TO SUPPORT PREDICTIONS IN A HEALTHCARE ENVIRONMENT*. Tese (Doutorado) — Federal University of Juiz de Fora, 2020. Disponível em: [⟨http://monografias.ice.ufjf.br/tcc-web/tcc?id=511⟩](http://monografias.ice.ufjf.br/tcc-web/tcc?id=511).

UMILIO, F.; INACIO, E.; DANTAS, M. Uma abordagem em ambiente domiciliar assistido baseada no paradigma de segurança orientada a contexto. In: *Anais Estendidos do XX Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. p. 9–16. ISSN 0000-0000. Disponível em: [⟨https://sol.sbc.org.br/index.php/wscad_estendido/article/view/8693⟩](https://sol.sbc.org.br/index.php/wscad_estendido/article/view/8693).

UNECE., C. E. Resumo de políticas: Idosos em áreas rurais e remotas. In: *Resumo de políticas da Unece sobre o envelhecimento nº 18*. [s.n.], 201. Disponível em: [⟨https://unece.org/DAM/pau/age/Policy_briefs/Portuguese/PB18_V01.pdf⟩](https://unece.org/DAM/pau/age/Policy_briefs/Portuguese/PB18_V01.pdf).