

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

Walkíria G. S. Silveira¹, Mario A. R. Dantas¹

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Caixa Postal 20.010 – 36.016-970 – Juiz de Fora – MG – Brasil

{walkiria.garcia,mario.dantas}@ice.ufjf.br

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 paper 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.*

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 artigo 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 simulação do cenário em um ambiente simulador de contexto em software. Como resultado deste artigo, 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.*

1. Introdução

A população mundial está passando por um rápido envelhecimento populacional. Projeções realizadas, revelam que a quantidade de idosos irá mais do que dobrar até 2050. Ainda segundo as projeções, a expectativa de vida começou a aumentar consideravelmente nos últimos anos e a estimativa é que esse número suba mais até 2050, [United Nations, 2019] como podemos ver na figura 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, 2019].

Além disso, existe ainda a preocupação com a população idosa residente na zona rural, que corresponde a 15 por cento da população idosa brasileira [Penido, 2019]. 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 [Trevelyan, 2019] e na Europa esse número é ainda maior, sendo 1 a cada 3 idosos vivendo hoje em áreas rurais [Unece, 2017].

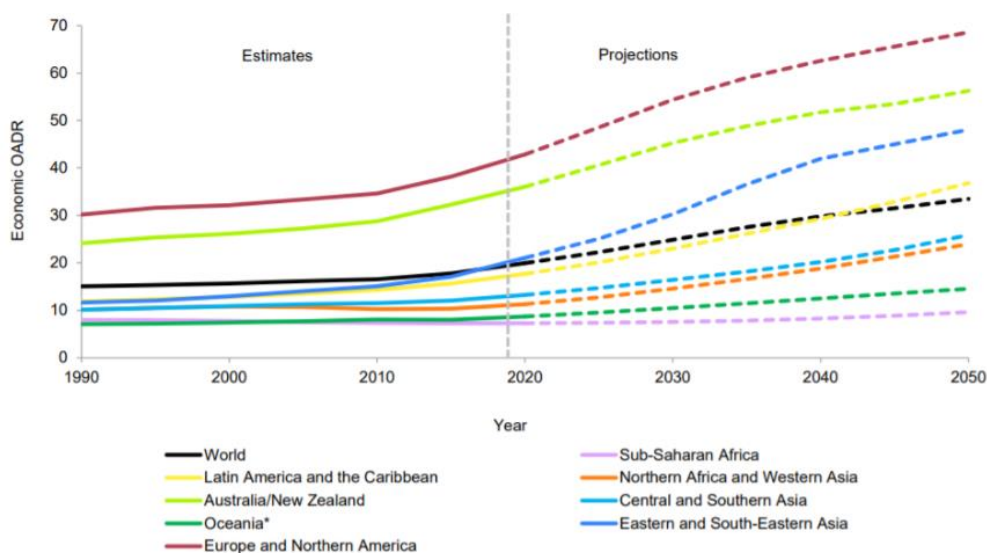


Figure 1. Estimated and projected economic old-age dependency ratios by region, 1990-2050 [United Nations, 2019].

Os idosos que vivem hoje em zonas rurais apresentam algumas dificuldades específicas devido às suas localizações. Essas dificuldades colocam os idosos rurais em uma posição de desvantagens em várias dimensões [Unece, 2017], 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 visa contribuir para uma melhor qualidade de vida dos indivíduos dentro de seu próprio ambiente domiciliar [Nakagawa, 2013].

O AAL tem sido viabilizado pelo desenvolvimento cada vez mais amplo da Internet das Coisas - *Internet of Things* (IoT). Tal cenário tem ocasionado um aumento constante na quantidade de dados gerados. Atualmente, cerca de 35 bilhões de dispositivos IoT estão conectados à Internet. 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 [Balakrishna et al., 2019].

No entanto, essas contribuições e soluções não chegam com a mesma velocidade para a população rural, devido ao limitado acesso à internet.

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?*

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 artigo com ênfase no atendimento primário da população idosa residente na área rural. Com isso, o presente artigo 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.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Edge

A *edge* é uma infraestrutura de hardware com capacidades computacionais, que fica localizada na borda, ou seja, próxima ao usuário de algum dispositivo IoT que faz uso dessa infraestrutura, como ilustra a Figura 2. Ter tais capacidades computacionais na borda oferece algumas vantagens, tais como o pré-processamento dos dados obtidos no dispositivo e a capacidade de comunicar essas informações com dispositivos externos somente quando necessários, economizando recursos e melhorando a latência, além de o dispositivo poder tomar suas próprias decisões [Ortiz et al., 2022].

2.2. Fog

A *fog* é uma camada intermediária entre a *edge* e a *cloud*. Na *fog* são feitas análises em tempo real de baixa latência de dados que não podem ser processados por dispositivos da *edge*, uma vez que os mesmos geralmente são limitados em computação e armazenamento, como ilustra a Figura 2. Na *fog* também são processados dados de diferentes dispositivos, além de fornecer suporte às comunicações com serviços externos. Dessa forma, alguns dados são processados nos dispositivos de borda dentro da rede e o restante dos dados são processados na *fog*, que também é responsável por combinar de forma inteligente todos os dispositivos conectados e dispositivos na nuvem [Ortiz et al., 2022].

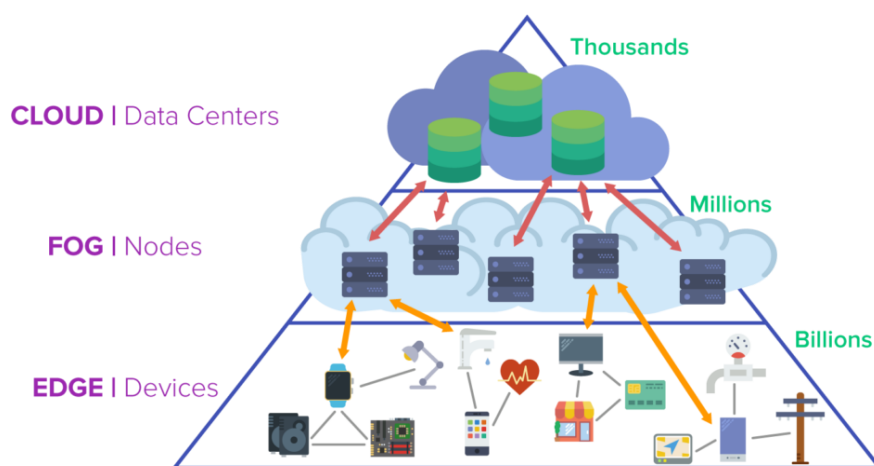


Figure 2. Edge - Fog - Cloud. Fonte: [Omni.sci 2021]

3. Trabalhos Relacionados

Rebelato 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 [Rebelato, 2017].

Umilio apresenta em seu artigo uma preocupação com os dados pessoais de pacientes inseridos em AAL's. O artigo de Umilio 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 [Umilio et al., 2019].

Thomé 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 [Thome, 2020].

No artigo de Nascimento, é apresentada uma pesquisa para o 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 [Nascimento, 2020].

4. Ambiente Proposto e Experimental

A proposta do artigo é o estudo de uma abordagem que considere *edge fog e cloud* para prover uma estrutura apropriada no controle remoto de idosos com difícil acesso à internet, em um AAL.

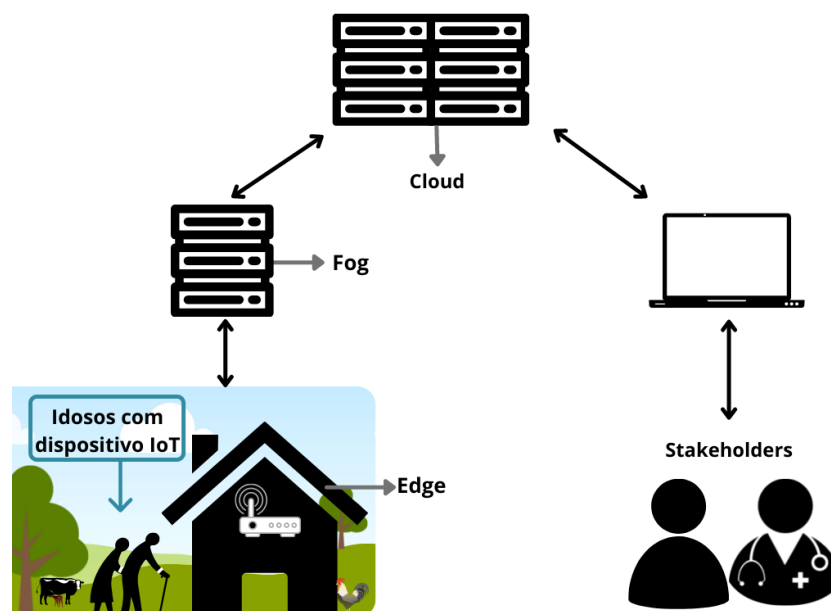


Figure 3. Modelo Proposto AAL Rural.

O AAL deve monitorar os sinais vitais do usuário através de um dispositivo IoT usável (como *smart band*) que coleta, trata e transforma em informação esses sinais vitais, que são acessadas pelos stakeholders através de um sistema, monitorando assim a saúde do idoso.

A Figura 3 ilustra o modelo AAL rural proposto, onde temos representados os idosos moradores de áreas rurais fazendo uso frequente de um dispositivo IoT usável que coleta constantemente seus sinais vitais. Na outra ponta, temos o *Stakeholder*, sendo, prioritariamente a unidade básica de saúde (UBS) responsável pelo atendimento primário desse idoso. Essa UBS terá acesso a um software que exibe os sinais vitais do usuário inserido no AAL. Através desse software, o médico responsável pelo idoso em questão terá acesso aos dados digitais referentes à saúde desse indivíduo, conseguindo ter um histórico adequado e tomar decisões mais assertivas em relação à saúde do paciente.

Os sinais vitais são coletados constantemente no AAL pelo dispositivo IoT. Essa coleta frequente gera muitos dados digitais, corroborando com um dos principais problemas do avanço tecnológico; o aumento constante da quantidade de dados digitais gerados. Por se tratar de área rural, com limitado acesso à internet, esse problema de grande quantidade de dados é ainda maior.

Para minimizar tal problema, a proposta é utilizar na casa do usuário um dispositivo IoT com capacidade computacional para realizar o pré-processamento dos dados digitais obtidos (*Edge*).

Na camada da *Edge*, executa um aplicativo instalado no dispositivo IoT da borda. Os dados gerados pelos dispositivos usáveis são coletados pelo aplicativo, aonde é feito um pré-processamento desses dados coletados. Eventualmente, é feita a comunicação com dispositivos externos para o envio dos dados já higienizados. Como esses dados são tratados localmente com base no conhecimento e inteligência disponíveis na *Edge*, é possível enviar apenas dados úteis para serem processados na *Fog*, otimizando assim, o tráfego de informações na rede.

O AAL rural proposto pode ser aplicado em vários sítios de uma mesma região e ainda em várias regiões. Nessa realidade, a quantidade de dados gerados pode ser significativa, tendo a necessidade de um melhor desempenho para serviços em tempo real, obtido na *Fog*.

Os dados pré processados na *Edge* de uma mesma região, são enviados para a *Fog*, que será uma aplicação servidor coletando os dados de todas as *Edges* da região. O dispositivo da *Edge* é limitado em computação e armazenamento, dessa forma, os dados que não puderam ser processados na *Edge*, são tratados na *Fog*. Feito o tratamento na *Fog*, as informações obtidas com tais dados digitais são enviadas para os servidores na cloud. Todas as informações recebidas na cloud, são então disponibilizadas no software presente na UBS, como ilustra a Figura 3.

4.1. Experimento

Na fase experimental do artigo foi feito o uso de um simulador de contexto para um melhor entendimento do cenário e do funcionamento do ambiente em que o AAL será aplicado.

Com o simulador de contexto é possível visualizar a proposta sendo implementada. Para isso, o SIAFU foi utilizado. Ele é um simulador *open-source* que permite customizar características de localizações, comportamentos de agentes com outros agentes e com o ambiente. O simulador também possui interface gráfica e permite a criação e transferência dos dados gerados e vem sendo usado pelo nosso grupo, como em [Thomé, 2020].

Para a experimentação, foi criado um cenário no SIAFU que simula o contexto dos idosos em um ambiente real. A simulação ajuda no entendimento para a implantação do AAL nesse ambiente. O cenário criado representa um típico ambiente rural familiar aonde os agentes circulam livremente e realizam suas tarefas diárias de fazenda. A Figura 4 ilustra tal cenário.

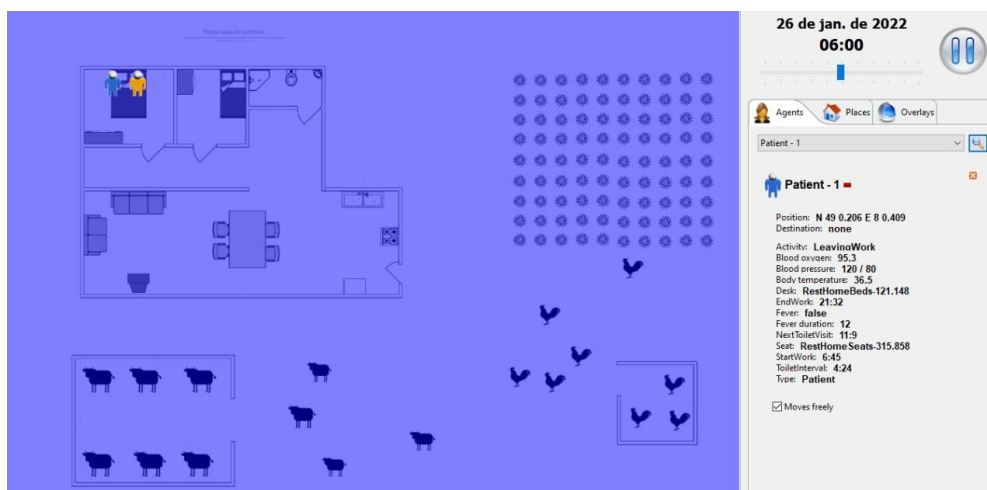


Figure 4. Simulação do AAL

Os agentes inseridos no início da simulação representam os idosos monitorados, que fazem todas as atividades dentro do ambiente simulado e utilizam constantemente dispositivos que coletam seus dados. Os dados coletados são temperatura, pressão sanguínea e oxigenação do sangue e são adicionados no SIAFU como características de cada agente.

Nesse cenário, os idosos são saudáveis, apresentando anomalias em alguns poucos momentos. Dessa forma, a temperatura, pressão sanguínea e oxigenação do sangue são variáveis. Dessa forma foi desenvolvido um algoritmo que gera valores aleatórios para cada uma dessas variáveis. Os valores gerados respeitam um intervalo pré definido e existe maior probabilidade de um valor específico cair, garantindo que estejam saudáveis a maior parte do tempo.

No canto esquerdo da tela do software executando a simulação são exibidas todas as características de cada agente bem como data e hora. As alterações de cada característica também são exibidas nesta tela. A Figura 5 apresenta um recorte dessa parte da tela.

Com a exibição constante dos dados, foi possível a constatação da quantidade elevada de dados criados frequentemente e ainda que a maioria desses dados se mantêm constantes por longos períodos.

Em se tratando de ambiente rural, o envio de todos esses dados seria demorado, comprometendo o tráfego da rede. Como foi constatado no experimento, a maioria dos valores gerados para temperatura, pressão sanguínea e oxigenação do sangue se mantêm constantes por longos períodos, não tendo a necessidade de enviar todas as coletas, apenas o valor obtido em determinado intervalo. O processamento desses dados ainda na borda, localmente otimizaria esse envio de informações.

O uso do simulador foi de fundamental importância para a percepção da necessidade de uma infraestrutura 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.

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 higienização desses dados na borda, próximo dos idosos de quem os dados foram coletados e enviando à cloud apenas o necessário.



Figure 5. Simulação do AAL - Características.

6. Conclusão

O presente artigo 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 usáveis, 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 artigo foi possível perceber a dificuldade do envio dos dados digitais em áreas com internet limitada, como percebido na fase experimental. 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*.

References

- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Ageing 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/430), <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Highlights.pdf>
- Penido, A., (2018) “Estudo aponta que 75 por cento dos idosos usam apenas o SUS”, <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-aponta-que-75-dos-idosos-usam-apenas-o-sus>.
- Trevelyan, E. and Smith, A. S. (2019). “In some states, more than half of older residents live in rural areas”. In: United States Census Bureau, <https://www.census.gov/library/stories/2019/10/older-population-in-rural-america.html>.
- Comissão Económica Unece (2017). “Resumo de Políticas: Idosos em áreas rurais e remotas”. In: Resumo de políticas da Unece sobre o envelhecimento nº 18, https://unece.org/DAM/pau/age/Policy_briefs/Portuguese/PB18_V01.pdf.
- Elisa Y. Nakagawa, Pablo O. Antonino, Martin Becker, José C. Maldonado, Holger Storf, Karina B. Villela, Dieter Rombach, (2013). “Relevance and perspectives of AAL in Brazil”. In: Journal of Systems and Software, Volume 86, Issue 4, Pages 985-996, ISSN 0164-1212, <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.10.013>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212002841>)
- Balakrishna, S., Thirumaran, M., Solanki, V.K. (2020). IoT Sensor Data Integration in Healthcare using Semantics and Machine Learning Approaches. In: Balas, V., Solanki, V., Kumar, R., Ahad, M. (eds) A Handbook of Internet of Things in Biomedical and Cyber Physical System. Intelligent Systems Reference Library, vol 165. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23983-1_11
- Ortiz, O., Zouai, M., Kazar, O., Garcia, A.P., Boubeta, J., (2022). “Atmosphere: Context and situational-aware collaborative IoT architecture for edge-fog-cloud computing”, In: Computer Standards & Interfaces, Volume 79, <https://doi.org/10.1016/j.csi.2021.103550>.
- Omni.sci, (2021). www.omnisci.com/technical-glossary/fog-computing
- Rebelato, C. E., (2017). “Desenvolvimento de uma abordagem para a identificação e localização de pessoas em Ambientes Assistidos”. In: RI UFSC, <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/177696>
- Umilio, F., Inacio, E., Dantas, M. (2019). “Uma Abordagem em Ambiente Domiciliar Assistido Baseada no Paradigma de Segurança Orientada a Contexto”. In: WSCAD, Campo Grande. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. p. 9-16. DOI: https://doi.org/10.5753/wscad_estendido.2019.8693.
- Thomé, T.G., (2020). “IoT devices in a cooperative for-cloud configuration to support predictions in a healthcare environment”. In: Universidade Federal de Juiz de Fora, <http://monografias.ice.ufjf.br/tcc-web/tcc?id=511>
- Nascimento, M. G., Iorio, G., Thomé, T. G., Medeiros, Alvaro A. M., Mendonça, Fabricio M., Campos, F. A., David, J. M., Ströele, V., Dantas, M. A.R., (2020). “Covid-19: A Digital Transformation Approach to a Public Primary Healthcare Environment”. In: IEEE . <https://ieeexplore.ieee.org/document/9219643>