

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# **Uma Abordagem de Estudo de Idosos Suportados em Ambiente Assistido**

**Camila Corrêa Vieira**

JUIZ DE FORA  
DEZEMBRO, 2023

# Uma Abordagem de Estudo de Idosos Suportados em Ambiente Assistido

CAMILA CORRÊA VIEIRA

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Ciência da Computação

Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Mario Antonio Ribeiro Dantas

Coorientador: José Maria Nazar David

JUIZ DE FORA

DEZEMBRO, 2023

# UMA ABORDAGEM DE ESTUDO DE IDOSOS SUPORTADOS EM AMBIENTE ASSISTIDO

Camila Corrêa Vieira

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Mario Antonio Ribeiro Dantas  
Doutor

José Maria Nazar David  
Doutor

Barbara de Melo Quintela  
Doutora

Liamara Scortegagna  
Doutora

JUIZ DE FORA  
08 DE DEZEMBRO, 2023

*Aos meus amigos e família.*

## Resumo

Sabe-se que nos últimos tempos a atividade física tem sido centro de atenções nas diferentes mídias, e que sua prática é frequentemente associada aos ganhos em bem estar físico e mental do ser humano. Durante a pandemia de Covid-19, a atividade física também ganhou status, já que sua prática favorece à melhora do sistema imunológico. Na esteira dos acontecimentos pandêmicos surgiram inúmeros aplicativos e gadgets para auxiliar a prática de atividades físicas. Jovens, adultos e idosos se beneficiaram no uso desses recursos em seus domicílios, já que o isolamento social foi amplamente indicado. Vale sinalizar que em idosos, a atividade física, também se destaca por auxiliar na execução das rotinas do dia a dia, as chamadas atividades funcionais. Apesar da praticidade dos treinos proporcionados pelos aplicativos, existe um ponto relevante nesse processo, a ausência da individualidade biológica na prescrição do exercício, este considerado um dos princípios do treinamento desportivo. Os aplicativos desconsideram uma série de variáveis sobre o usuário, muitos indivíduos não tem a consciência corporal requerida para executar diversos exercícios, colocando-se em risco e propensos a lesões. No intuito de minimizar esses riscos os Ambientes Assistidos a partir da captação de dados sobre o contexto do usuário de forma mais precisa, poderão se integrar a aparelhos já utilizados pelo usuário e tal integração poderá promover ganhos em qualidade de vida do usuário e sua evolução nas atividades realizadas. A pesquisa evidencia que a prática de exercícios físicos em casa, com acompanhamento em um ambiente assistido, promove maior segurança para os idosos, reduzindo riscos de lesões e melhorando sua autonomia nas atividades diárias. O modelo, Simulado pelo simulador Siafu, de Ambiente Assistido destaca-se como uma ferramenta valiosa para compreender e analisar as condições físicas dos usuários. Como trabalho futuro, propõe-se a implementação prática do cenário simulado, utilizando dispositivos móveis e sensores para monitorar variáveis como temperatura, profundidade e movimentos, visando proporcionar maior conforto ao usuário e promover o desenvolvimento seguro da prática de atividade física em casa, especialmente para a população idosa.

**Palavras-chave:** Ambientes assistidos, atividade física, sistemas de informação, IOT.

## Abstract

It is known that in recent times physical activity has been the center of attention in different media, and that its practice is often associated with gains in physical and mental well-being of human beings. During the Covid-19 pandemic, physical activity also gained status, as its practice favors the improvement of the immune system. In the wake of pandemic events, numerous apps and gadgets have emerged to help with the practice of physical activities. Young people, adults and the elderly benefited from the use of these resources in their homes, as social isolation was widely indicated. It is worth pointing out that in the elderly, physical activity also stands out for helping in the execution of day-to-day routines, the so-called functional activities. Despite the practicality of the training provided by the applications, there is a relevant point in this process, the absence of biological individuality in the exercise prescription, which is considered one of the principles of sports training. Applications disregard a series of variables about the user, many individuals do not have the body awareness required to perform various exercises, putting themselves at risk and prone to injuries. In order to minimize these risks, the Ambient Assisted Living, based on capturing data about the user's context more precisely, can be integrated with devices already used by the user and such integration can promote gains in the user's quality of life and their evolution in performed activities. The research shows that practicing physical exercises at home, with monitoring in an assisted environment, promotes greater safety for the elderly, reducing the risk of accidents and improving their autonomy in daily activities. The Assisted Environment model, simulated by the Siafu simulator, stands out as a valuable tool for understanding the physical conditions of users. As future work, it is proposed to implement the practice of the simulated scenario, using mobile devices and sensors to monitor variations in temperature, depth and movements, providing greater comfort to the user and promoting the safe development of physical activity at home, especially for the elderly population.

**Keywords:** Ambient assisted living, AAL, IoT, physical activity.

## Agradecimentos

Ao professor Mario Dantas pela orientação, amizade e principalmente, pela paciência, sem a qual este trabalho não se realizaria.

A professora Doutoranda do PPG Educação Física Faefid/UFJF Cláudia Xavier Correa pela ajuda e ensinamentos que contribuíram para este trabalho.

A todos os meus parentes e amigos, pelo encorajamento e apoio.

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.

*“Somos o que pensamos. Tudo o que somos surge com nossos pensamentos. Com nossos pensamentos, fazemos o nosso mundo”.*

*Buda*

# Conteúdo

<b>Lista de Figuras</b>	<b>9</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>10</b>
<b>Lista de Abreviações</b>	<b>11</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>12</b>
1.1 Apresentação do Tema . . . . .	12
1.2 Contextualização . . . . .	12
1.3 O Problema . . . . .	13
1.4 Justificativa . . . . .	14
1.5 Objetivos . . . . .	15
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>17</b>
2.1 Educação Física - Atividade Física e Qualidade de Vida . . . . .	17
2.2 IoT - Internet of Things . . . . .	19
2.3 Sensores . . . . .	21
2.4 Ambiente Assistido Orientado ao Contexto . . . . .	22
2.4.1 Ambiente de Simulação . . . . .	24
2.4.2 Siafu . . . . .	25
2.5 Considerações do capítulo . . . . .	27
<b>3 Trabalhos Relacionados</b>	<b>29</b>
3.1 Monitoramento da atividade física diária utilizando sensor . . . . .	29
3.2 Predições em um ambiente healthcare . . . . .	30
3.3 Detecção de gestos com sensores de profundidade . . . . .	31
3.4 Monitoramento de condicionamento físico . . . . .	33
3.5 Armazenamento de dados IoT na nuvem . . . . .	34
3.6 IoT para medir atividades humanas . . . . .	35
3.7 Considerações do capítulo . . . . .	36
<b>4 Metodologia</b>	<b>38</b>
4.1 Siafu . . . . .	38
<b>5 Ambiente Proposto e Experimental</b>	<b>42</b>
5.1 Ambiente Simulado . . . . .	42
5.2 Overlays . . . . .	48
<b>6 Conclusões e Trabalhos Futuros</b>	<b>50</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>51</b>

## Lista de Figuras

2.1	Exemplo de dispositivos IoT - Adaptado de (PEAKE; KERR; SULLIVAN, 2018) . . . . .	21
2.2	Exemplo de Ambiente Assistido (AAL) - Adaptado de (STOLOJESCU-CRISAN; CRISAN; BUTUNOI, 2021) . . . . .	24
2.3	Arquitetura geral de um sistema AAL . . . . .	25
2.4	Exemplo de interface de usuário do Siafu . . . . .	26
2.5	Exemplo do ambiente do usuário. . . . .	27
3.1	Dispositivo ePatch® ECG - (THORPE et al., 2014) . . . . .	34
4.1	Siafu Simulator disponível no site WebArchive - WaybackMachine . . . . .	39
4.2	Exemplo de overlay binária - overlay da área do banheiro . . . . .	40
5.1	Ambiente experimental. . . . .	44
5.2	Agente Ativo-0 e seus atributos. . . . .	45
5.3	Agente Ativo-1 e seus atributos elevados após a pratica de atividade física ser incorporada à sua rotina diária. . . . .	46
5.4	Agente Sedentário-0 e seus atributos. . . . .	47
5.5	Exemplo - Como funciona o overlay e indicação dos pontos de teste na simulação. . . . .	49

## Lista de Tabelas

3.1	Tabela Comparativa . . . . .	37
5.1	Protocolo GDLAM . . . . .	47

## Lista de Abreviações

DCC	Departamento de Ciência da Computação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
AAL	Ambient Assisted Living
IoT	Internet das Coisas
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
AVD	Atividades de Vida Diária
ABVD	Atividades básicas de vida diária
AIVD	Atividades instrumentais de vida diária

# 1 Introdução

## 1.1 Apresentação do Tema

Sabe-se que a atividade física é uma necessidade para o bem estar físico e mental do ser humano e que com o avanço da tecnologia e adaptações em um mundo pós pandemia de Covid-19 vem aumentando o uso de aplicativos, aparelhos móveis e gadgets para auxiliar na prática de tais atividades. Um ponto de destaque é que hoje existe uma grande falta de individualização na prescrição do exercício, sem considerar uma série de variáveis como o peso corporal, a história de vida da pessoa e uma série de outras questões que não são consideradas por essas plataformas.

O trabalho apresentado por Abreu et al. (2022) descreve que a individualização do exercício para a demanda da pessoa é essencial, além de ajudar a pessoa na sua condição física, também vai influenciar no seu bem estar e progresso. No contexto de ambientes assistidos, onde a captação de dados sobre o contexto do usuário é bem mais precisa, vê-se uma possibilidade de integrar tais ambientes com os utensílios já utilizados pelo usuário, o que é benéfico devido ao fato de tais recursos, como aplicativos ou smartbands, não serem tão precisos, limitados na captação das características do usuário e seu contexto.

No caso de idosos, a atividade física tem o grande destaque de auxiliar nas atividades do dia a dia, como por exemplo caminhar, sentar e levantar-se de uma cadeira e locomover-se pela casa, subir degraus, subir escadas, levantar-se do solo, habilidades manuais e outros. O ambiente assistido orientado ao contexto de atividade física com foco em idosos é utilizado para melhorar a qualidade de vida desse usuário, sua evolução e auxílio nas atividades realizadas cotidianamente.

## 1.2 Contextualização

O envelhecimento traz, como uma de suas consequências, a diminuição do desempenho motor na realização das atividades da vida diária (AVD), o que, entretanto, não leva

as pessoas a se tornarem, necessariamente, dependentes de outros. Dados de pesquisas mostram que 25% da população idosa mundial é dependente de outros para realizar suas tarefas cotidianas (SPIRDUSO; FRANCIS; MACRAE, 1995).

Entretanto, a grande maioria, apesar de apresentar alguma dificuldade na realização dessas atividades é independente. O aumento da expectativa de vida proporciona às pessoas um maior período de tempo para sintetizar e culminar a realização de seus projetos de vida. Porém, para que isso ocorra, é necessário que a velhice seja vivida com qualidade (ANDREOTTI; OKUMA, 1999). Infelizmente, o aumento do número de idosos na população tem se traduzido em um maior número de problemas. Tem sido preocupação dos vários domínios da ciência descobrir as virtudes da velhice, prolongar a juventude e envelhecer com boa qualidade de vida individual e social. Em decorrência do evidente aumento da população idosa mundial, identificar as condições que permitem envelhecer bem, torna-se tarefa de várias disciplinas no âmbito das ciências biológicas, psicológicas e sociais (NERI; NASCIMENTO et al., 1993). Dados da pesquisa de Hayflick et al. (1996) mostram que, com o avanço da idade, há um aumento progressivo da necessidade de assistência na realização de AVD.

### 1.3 O Problema

A prática de exercícios em casa sem acompanhamento profissional se tornou ainda mais comum após às restrições impostas devido a pandemia de COVID-19, e após o liberamento do distanciamento social, a busca por profissionais que auxiliem na prática de exercícios físicos se tornou grande. Apesar da praticidade dos treinos proporcionados pelos aplicativos, existe um ponto relevante nesse processo, a ausência da individualidade biológica na prescrição do exercício, este considerado um dos princípios do treinamento desportivo. Os aplicativos desconsideram uma série de variáveis sobre o usuário, muitos indivíduos não tem a consciência corporal requerida para executar diversos exercícios, colocando-se em risco e propensos a lesões físicas e mentais, já que podem apresentar mudanças muito bruscas na sua forma de se relacionar com os exercícios, desde a que fazia exercício e se tornou sedentária, até a pessoa que não fazia exercício nenhum e passou a fazer seis, sete dias na semana utilizando um aplicativo, por exemplo. Qualquer mudança muito drástica

muda também o bem estar das pessoas.

Nesse cenário, observa-se que a atividade física e exercício físico é fortemente recomendado e conseqüentemente os idosos fazem parte dos usuários que procuraram alternativas para se manterem ativas em casa durante o isolamento, e portanto também se submeteram a esses riscos.

Uma pesquisa realizada com 592 participantes, todos maiores de 18 anos, em parceria entre a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), a Universidade Federal do Ceará (UFCE) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) apontou um grande aumento no uso de aplicativos e vídeos tutoriais para a prática de exercício. Antes da pandemia, 4% das pessoas que responderam ao questionário faziam uso desses recursos, número que passou para 60% com o isolamento e destaca que, se não houver uma orientação correta, o recurso tecnológico pode prejudicar a saúde física e mental (UERJ, 2020).

## 1.4 Justificativa

Ao observar os desafios encontrados com grande procura e a prática de atividade física com a utilização de aplicativos e aparelhos móveis como principal forma de acompanhamento do usuário, notou-se a viabilidade de uma pesquisa e desenvolvimento com ênfase em ambientes assistidos orientados ao contexto de auxiliar na prática de atividades físicas com foco em idosos e suas atividades cotidianas para proporcionar ao usuário maior segurança e resultados em suas atividades.

O perigo de pessoas leigas realizarem atividades de forma independente se dá pelo desconhecimento das disciplinas básicas, como metodologia de treinamento, do processo científico por trás do condicionamento e preparo físico. Antes de começar qualquer programa de treinamento é necessário realizar uma entrevista e, dependendo, até exames para conhecer o histórico de saúde do praticante. Fatores de risco, como histórico familiar de hipertensão, diabetes, problemas cardíacos ou de coluna, entre outros, devem ser avaliados na hora de definir variação, intensidade e repetição de exercícios. A carga e repetições do exercício são individuais, o que é bom para uma pessoa, pode não ser bom para outra. Dessa forma, um ambiente assistido orientado ao contexto de prática

de atividade física daria tal suporte ao utilizador, reduzindo o risco de lesões, acidentes e sendo mais personalizável ao usuário final.

## 1.5 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral propor um estudo de um Ambiente Assistido orientado ao contexto de atividade física com foco em pessoas idosas e suas atividades cotidianas, para promover uma melhoria nas atividades do seu dia a dia, tornando-as mais seguras e personalizadas para quem a realiza, diminuindo o risco de lesões e auxiliando o utilizador a atingir seu bem estar.

Como objetivo específico estuda-se documentos relacionados a ambientes assistidos orientados ao contexto, sobre quais elementos do contexto impactam a anatomia humana na prática de atividade física e a base teórica da Educação Física com foco em bem-estar, atividade física e envelhecimento saudável.

Utiliza-se como material de estudo, por exemplo, o documento de Thorpe et al. (2014), que propõe a utilização de sensores em um dispositivo para o monitoramento do condicionamento físico; O trabalho de Zainudin et al. (2017) que utiliza o sensor de monitoramento cardíaco ePatch® ECG recorder em exercícios de reabilitação e o estudo de Gonçalves et al. (2015) que trata a assistência no treinamento físico de pessoas de terceira idade com sensores de profundidade. Tais estudos auxiliam para definir-se as melhores tecnologias, soluções e abordagens que se aplicam ao presente problema, quais os resultados deve-se esperar e auxiliam como forma de comparação entre os diferentes métodos e abordagens utilizadas por tais documentos.

Com isso, chega-se à seguinte pergunta a ser respondida pelo presente trabalho: Como desenvolver uma abordagem que possa prover um ambiente assistido apropriado no monitoramento na prática de atividades físicas? Para atingir esse objetivo específico foi definido os seguintes itens:

1. Fazer uma revisão de literatura referente ao tema;
2. Fazer uma proposta inicial de ambiente;
3. Desenvolver a proposta;

- 
4. Fazer a experimentação em simulador;
  5. Avaliar a experimentação;
  6. Efetuar ajustes;
  7. Escrever artigos referentes ao tema.

## 2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo são apresentados os termos e tecnologias que foram utilizados como base para definir o objetivo da pesquisa e para o seu desenvolvimento, as tecnologias com maior foco são Internet das Coisas, Sensores Iot e Ambientes Assistidos. Também são apresentados termos e teorias relacionados a área de Educação Física para melhor compreender o usuário principal e sua relação com a atividade física.

Foram realizadas buscas e estudos sobre temas relacionados a IoT, smart homes, smart environment, sensores, ambientes assistidos orientados ao contexto, atividade física, bem estar, saúde do idoso, envelhecimento saudável, conceitos de saúde e qualidade de vida e trabalhos das áreas relacionadas. As principais bases de dados foram: IEEE Xplore, Research Gate e Google Scholar.

### 2.1 Educação Física - Atividade Física e Qualidade de Vida

A Educação Física é uma ciência que se dedica ao estudo do homem em movimento. Entende o ser humano de forma holística e incentiva que a sociedade tenha um estilo de vida ativo a fim de minimizar os impactos causados pelo sedentarismo a partir de práticas diárias de exercícios físicos. Um estudo entre professores, alunos e funcionários da UFMG com 574 participantes evidencia a importância da atividade física para a saúde e qualidade de vida e como o conceito de saúde encontra-se muito relacionado à saúde física, condicionamento físico, atividade física e bem estar físico. Tal estudo destaca que a saúde é beneficiada pela prática regular de atividades físicas (SAMULSKI; NOCE, 2000)

A Organização Mundial da Saúde (OMS) também reconhece e estimula a prática de atividades físicas como um relevante meio de promoção da saúde e redução dos fatores de risco. Esses fatores podem ser compreendidos como qualquer situação que aumente a probabilidade de ocorrência de uma doença ou agravamento à saúde.

Sabe-se que as doenças podem afetar a funcionalidade dos idosos, dificultando ou impedindo o desempenho de suas atividades cotidianas. Ainda que não sejam fatais, essas condições geralmente tendem a comprometer de forma significativa a qualidade de vida dos mesmos (BRASIL, 2006). Portanto, manter a autonomia e independência durante o processo de envelhecimento é uma meta fundamental a ser alcançada. A funcionalidade pode ser entendida como a capacidade da pessoa desempenhar determinadas atividades ou funções, utilizando-se de habilidades diversas para a realização de interações sociais, em suas atividades de lazer e em outros comportamentos requeridos em seu dia-a-dia. De modo geral, representa uma maneira de medir se uma pessoa é ou não capaz de independentemente desempenhar as atividades necessárias para cuidar de si mesma e de seu entorno (DUARTE; ANDRADE; LEBRÃO, 2007).

O trabalho de Maciel (2010) mostra que essas atividades são conhecidas como atividades de vida diária (AVD) e subdividem-se em:

1. Atividades básicas de vida diária (ABVD) - que envolvem as relacionadas ao autocuidado como alimentar-se, banhar-se, vestir-se, arrumar-se;
2. Atividades instrumentais de vida diária (AIVD) - que indicam a capacidade do indivíduo de levar uma vida independente dentro da comunidade onde vive e inclui a capacidade para preparar refeições, realizar compras, utilizar transporte, cuidar da casa, utilizar telefone, administrar as próprias finanças, tomar seus medicamentos. Entende-se então que a limitação ou a não realização dessas atividades, desenvolve um quadro de incapacidade funcional do idoso.

O estudo apresentado por Spirduso (1989) identifica cinco categorias hierárquicas que detectam os diferentes níveis de capacidade funcional em idosos:

1. fisicamente dependentes: pessoas que não podem executar atividades básicas da vida diária (como vestir-se, tomar banho, comer) e que dependem de outros para suprir as necessidades diárias;
2. fisicamente frágeis: indivíduos que conseguem executar atividades básicas da vida diária, mas não todas as atividades instrumentais da vida diária;

3. fisicamente independentes: podem realizar todas as atividades básicas e instrumentais da vida diária, mas são geralmente sedentários;
4. fisicamente ativos: realizam exercícios regularmente e aparentam ser mais jovens que sua idade cronológica;
5. atletas: correspondem a pequena porcentagem da população, pessoas engajadas em atividades competitivas.

O estudo apresentado por Andreotti e Okuma (1999) criou e validou uma bateria de testes motores relacionados às AVD, voltados para a população fisicamente independente. Levando em consideração as atividades mais frequentemente desempenhadas por esses idosos, em seu dia-a-dia, bem como as de maior dificuldade de realização, foi elaborada uma bateria de testes com as atividades: caminhar 800 metros, sentar e levantar-se de uma cadeira e locomover-se pela casa, subir degraus, subir escadas, levantar-se do solo, habilidades manuais e calçar meias.

## 2.2 IoT - Internet of Things

Após anos com o avanço da internet se referindo principalmente a uma categoria de aplicações e protocolos baseados nas redes de computadores encontra-se uma era a qual a conectividade e comunicação das pessoas está no foco, tal integração entre pessoas e dispositivos é a chamada Internet das Coisas (IoT - Internet of Things). Qualquer item que tenha sensores e sistemas para operar de forma inteligente trocando informações com outros itens semelhantes são conhecidos como dispositivos IoT.

Um olhar mais atento a esse fenômeno revela dois pilares importantes da IoT: “Internet” e “Coisas” que requerem mais esclarecimentos. O trabalho de Buyya e Dastjerdi (2016) destaca que embora pareça que todo objeto capaz de se conectar à Internet cairá na categoria “Coisas”, esta notação é usada para abranger um conjunto mais genérico de entidades, incluindo dispositivos inteligentes, sensores, seres humanos e qualquer outro objeto que esteja ciente de seu contexto e seja capaz de se comunicar com outras entidades, tornando-o acessível a qualquer hora, em qualquer lugar. Isso implica que os objetos devem ser acessíveis sem quaisquer restrições de tempo ou lugar.

Desde o surgimento do termo IoT diferentes definições foram apresentadas, como por exemplo, em tradução livre, a "Internet de Tudo" IoE (Internet of Everything) que se refere a pessoas, coisas e lugares que expõem seus serviços as outras entidades. Temos também a internet das coisas Industrial IIoT (Industrial Internet of Things) que é muito utilizada por grandes empresas devido ao fato de que as máquinas podem realizar tarefas como aquisição de dados e comunicação de forma mais precisa que as pessoas.

Uma característica da IoT, que é destacada é a "inteligência". O trabalho de Buyya e Dastjerdi (2016) mostra que isso distingue a IoT de conceitos semelhantes, como redes de sensores, e pode ser ainda categorizada em "inteligência de objeto" e "inteligência de rede". Uma rede inteligente é uma infraestrutura de comunicação caracterizada pelas seguintes funcionalidades evidenciadas pelo autor:

- padronização e abertura dos padrões de comunicação utilizados, desde camadas de interface com o mundo físico (ou seja, tags e sensores), para as camadas de comunicação entre nós e com a Internet;
- endereçamento de objeto (endereço IP direto) e multifuncionalidade (ou seja, a possibilidade de que uma rede construída para uma aplicação (por exemplo, monitoramento de tráfego rodoviário) estaria disponível para outros fins (por exemplo, monitoramento da poluição ambiental ou segurança no trânsito)

Atualmente no dia a dia tem-se cada vez mais dispositivos IoT utilizados pela população geral, como por exemplo smart bands e smart watches possuem sensores que, mesmo não sendo precisos como aparelhos médicos, auxiliam seus usuários e coletam dados como batimentos cardíacos, oxigenação do sangue, pressão arterial, qualidade do sono e outras diversas funcionalidades. O estudo de Thomé, Ströele e Dantas (2020) mostra que a maioria de tais aparelhos inteligentes possuem uma bateria duradoura e são leves e pequenos, fatores que fazem com que o usuário os utilize diariamente sem grandes problemas.

Na Figura 2.1 tem-se aparelhos inteligentes (óculos para auxiliar no sono, adesivos para a pele, relógios inteligentes, vestuário inteligente, unidade de medida inercial, palmilhas biomecânicas para sapatos, faixas para a cabeça e aplicativos para celulares e tablets)

e seus dados coletados (frequência cardíaca, nível de oxigenação do sangue, frequência respiratória, atividade elétrica muscular, nível de stress, emoção, funções cognitivas, padrões de movimento, análise do suor e análise do sono).



Figura 2.1: Exemplo de dispositivos IoT - Adaptado de (PEAKE; KERR; SULLIVAN, 2018)

## 2.3 Sensores

Há uma infinidade de tipos de sensores usados no mundo da IoT e sua função varia com base nos dados que capturam e digitalizam. Esses sensores podem ser usados para detectar e medir vários fenômenos físicos, como calor e pressão, bem como os cinco sentidos humanos: visão, audição, tato, paladar e olfato.

No mundo atual, os sensores IoT são amplamente utilizados em vários campos, temos como exemplo: dispositivos vestíveis (wearables) que monitoram a postura humana, medem a queima de calorias e sinais vitais, como frequência cardíaca, apenas usando-os em seu corpo. Os dados podem ser coletados de sensores embutidos em roupas ou dispositivos vestíveis presos ao corpo. Em seguida, os dados são transmitidos para a nuvem via internet onde são acumulados e analisados, permitindo que os usuários verifiquem suas

condições de saúde a qualquer momento. Tais dispositivos estão desempenhando um papel significativo no setor de saúde, construção e indústrias de logística/transporte. No setor de saúde, os dispositivos podem ajudar a monitorar o estado de saúde de, por exemplo, pacientes com doenças crônicas e idosos. Nas indústrias de construção e logística/transporte, eles ajudam a melhorar a segurança dos trabalhadores, como a prevenção de insolação enquanto trabalham ao ar livre sob o sol e o monitoramento do sono para alertar os motoristas.

Os trabalhos de Zainudin et al. (2017) e Gonçalves et al. (2015), por exemplo, utilizam de sensores o ePatch® ECG recorder e o acelerômetro do Samsung Galaxy S2 Smartphone para monitorar a atividade física de seus usuários.

Alguns sensores IoT comumente utilizados são acelerômetro, sensor de proximidade, infravermelho, gás, temperatura, componentes químicos, fumaça e sensor de movimento.

## 2.4 Ambiente Assistido Orientado ao Contexto

Ambiente Assistido é uma tendência emergente na qual a inteligência artificial permite o uso de novos produtos, serviços e processos que ajudam a proporcionar vidas seguras e de alta qualidade (NAKAGAWA et al., 2013).

O trabalho apresentado por Cicirelli et al. (2021) destaca como ao longo da última década, tem havido um interesse considerável e crescente no desenvolvimento de sistemas de Ambient Assisted Living (AAL) para apoiar a vida independente. A mudança demográfica em direção ao envelhecimento da população trouxe novos desafios à sociedade atual, tanto do ponto de vista econômico quanto social.

A AAL pode fornecer uma variedade de soluções para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos, permitir que as pessoas vivam de forma mais saudável e independente por mais tempo, ajudar pessoas com deficiência e apoiar os cuidadores e a equipe médica.

A Ambient Assisted Living inclui dispositivos inteligentes, redes sem fio, aplicativos de software, computadores e sensores médicos. A inteligência artificial permitiu avanços significativos para garantir um suporte, preservando a independência. Os avanços incluem o desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação usadas de ma-

neiras versáteis, inclusive para previsão, prevenção, reabilitação e suporte. No entanto, a tecnologia que permite o ambiente assistido tem seus próprios desafios. Ele precisa ser fácil de usar, com um design adequado e adaptável às necessidades em mudança e às preferências individuais.

A Ambient Assisted Living é uma área de pesquisa, onde o foco está em permitir que pessoas com qualquer tipo de deficiência permaneçam independentes em sua própria casa pelo maior tempo possível eles são desenvolvidos para requisitos personalizados, adaptativos e antecipatórios, exigindo alta qualidade de serviço para alcançar interoperabilidade, usabilidade, segurança e precisão. Para isso, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são utilizadas de várias maneiras. A chegada do Ambient Assisted Living pode ser considerada a resposta a várias tendências globais. Espera-se que as tecnologias AAL resolvam os problemas que são impostos devido aos recentes desenvolvimentos socioeconômicos mundiais, o envelhecimento da população global pode ser observado em um primeiro momento.

No ambiente domiciliar com pessoas idosas, onde são aplicadas muitas soluções de AAL, a falta de cuidadores formais pode ser diminuída. Além disso, as visitas aos médicos podem ser menos frequentes, porque as condições podem ser detectadas precocemente e, assim, os custos do tratamento podem ser reduzidos. Os desenvolvimentos globais aumentam a pressão sobre os sistemas de saúde, a aplicação da tecnologia AAL é pesquisada para aliviar os sistemas de saúde. (CICIRELLI et al., 2021)

Alguns dos dispositivos IoT podem ser representados por wearables, mas não são os únicos neste cenário. Outros tipos de dispositivos inteligentes também são capazes de coletar informações, e podem ser lâmpadas inteligentes, câmeras de vigilância, etiquetas NFC, sensores de temperatura e presença, alarmes, entre outros.

A Figura 2.2 apresenta dispositivos IoT para: Monitoramento de movimento, controle de temperatura, controle de alarme, fechaduras sem chave, controle de energia, alertas no smartphone, controle de iluminação, controle de aparelhos e controle de irrigação de jardim.

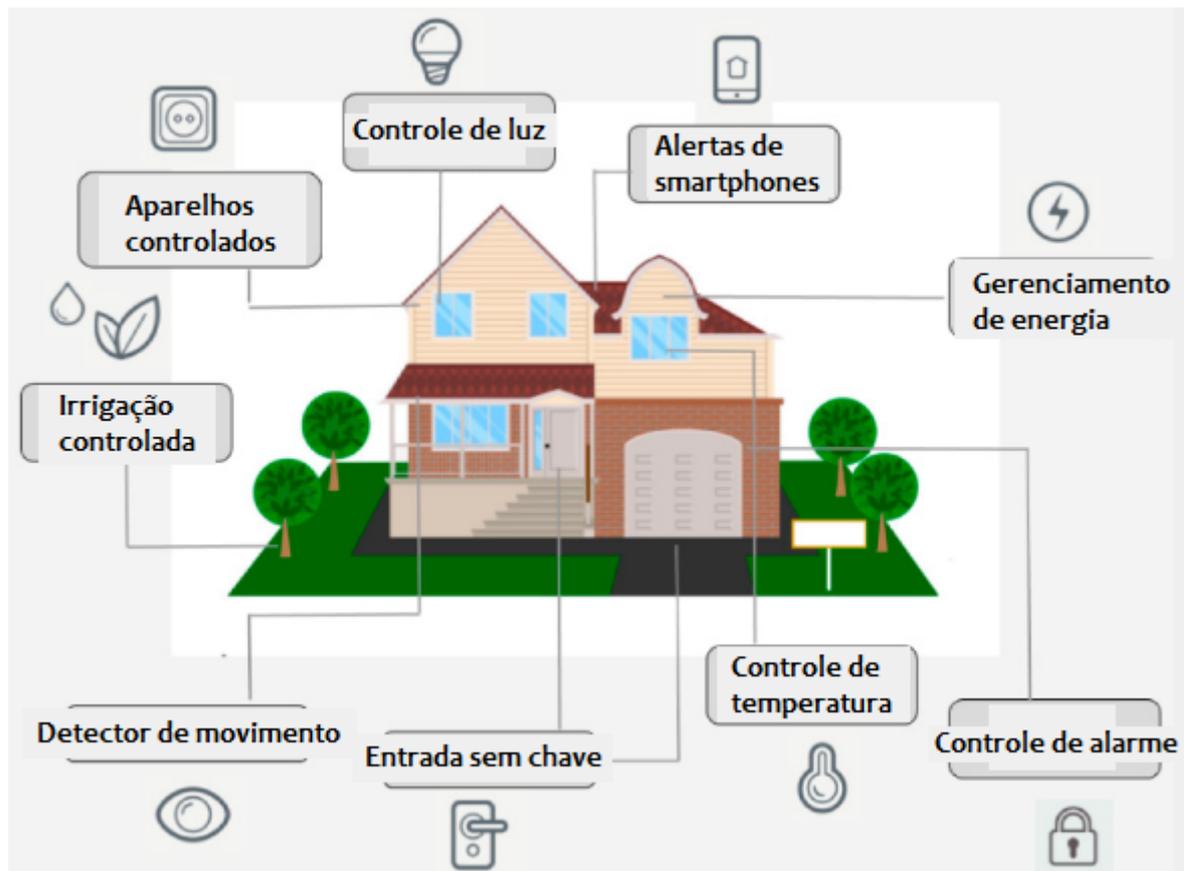


Figura 2.2: Exemplo de Ambiente Assistido (AAL) - Adaptado de (STOLOJESCU-CRISAN; CRISAN; BUTUNOI, 2021)

### 2.4.1 Ambiente de Simulação

A Figura 2.3 mostra uma arquitetura geral de um sistema Ambient Assisted Living (AAL) que pode ser utilizado para monitoramento de idosos. Dependendo do contexto em que o sistema deve operar e das necessidades do sujeito a ser monitorado, um ou mais sensores podem ser utilizados e implantados para coleta de dados comportamentais e pessoais. Vários tipos de sensores podem ser explorados como por exemplo fisiológicos (ou seja, pressão arterial, temperatura corporal, ...). Os dados adquiridos pelos sensores são armazenados em um sistema de banco de dados para registro e análise. Os dados podem ser processados continuamente para detectar atividades anômalas ou situações de perigo que requerem intervenção. Os dados também podem ser usados para realizar monitoramento e análise de longo prazo das atividades pelos familiares, cuidadores ou especialistas.

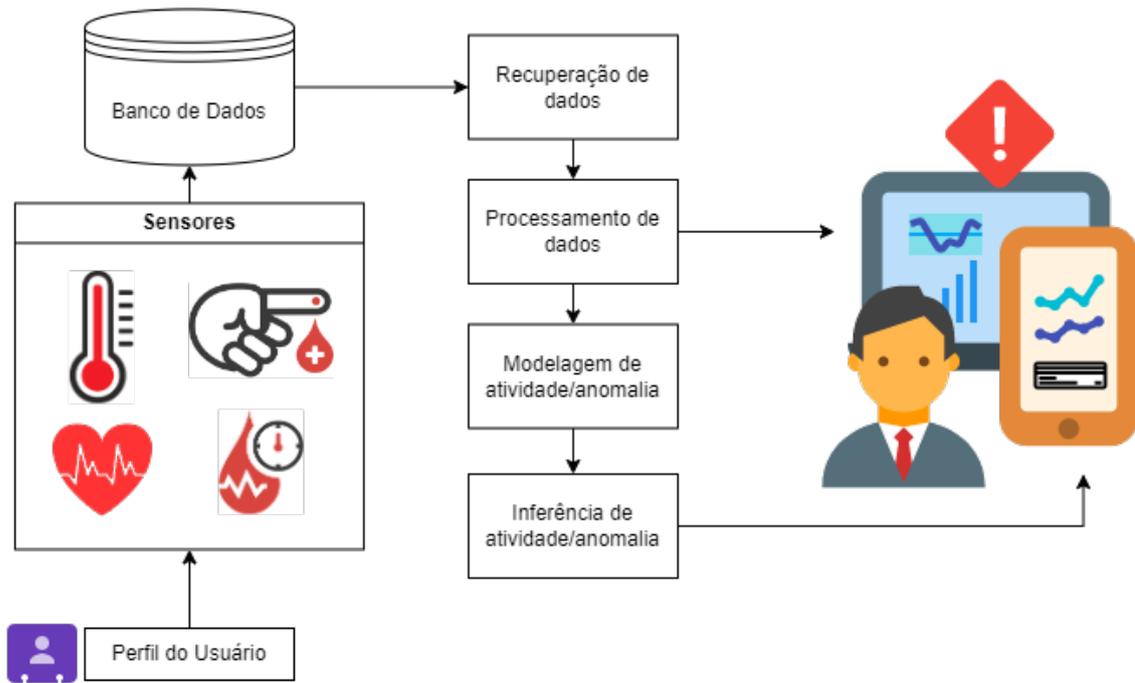


Figura 2.3: Arquitetura geral de um sistema AAL

### 2.4.2 Siafu

A melhor solução encontrada para este estudo foi simular um Ambiente Assistido com dispositivos IoT e por meio dessa simulação monitorar a geração e envio de dados pelo dispositivo no usuário. 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 gráficamente a mesma, para atingir esses objetivos o simulador escolhido foi o Siafu.

Siafu é um simulador open-source que permite controlar características dos locais, comportamentos dos agentes e todo o contexto. Além de possuir recursos técnicos que permitem o controle total da simulação, o simulador também possui uma interface gráfica e permite a criação e transferência dos dados gerados. Ajustando os modelos, é possível influenciar o cenário e coletar os dados de contexto para qualquer um de seus agentes. O Siafu pode gerar seu próprio contexto e ao mesmo tempo incorporar aquele que você obtém de seus sensores. As informações podem ser visualizadas com uma interface de usuário (Figura 2.4) ou você pode gerar conjuntos de dados para aprendizado de máquina. Ao conectar um aplicativo a ele, você pode testar e demonstrar os efeitos das mudanças de contexto nele.

Na Figura 2.5 temos um exemplo do ambiente idealizado proposto para o usuário. Este ambiente trata-se de sua própria casa, onde serão realizadas as atividades físicas para auxiliar em suas AVD. O usuário utilizará frequentemente um dispositivo vestível. O objetivo é que os dados coletados sejam compartilhados com um dispositivo local que faz o processamento e análises avançadas dos dados coletados. Então é realizada uma organização e higienização das informações enviando apenas o que é necessário facilitando assim o tráfego das informações enviadas.



Figura 2.4: Exemplo de interface de usuário do Sifa

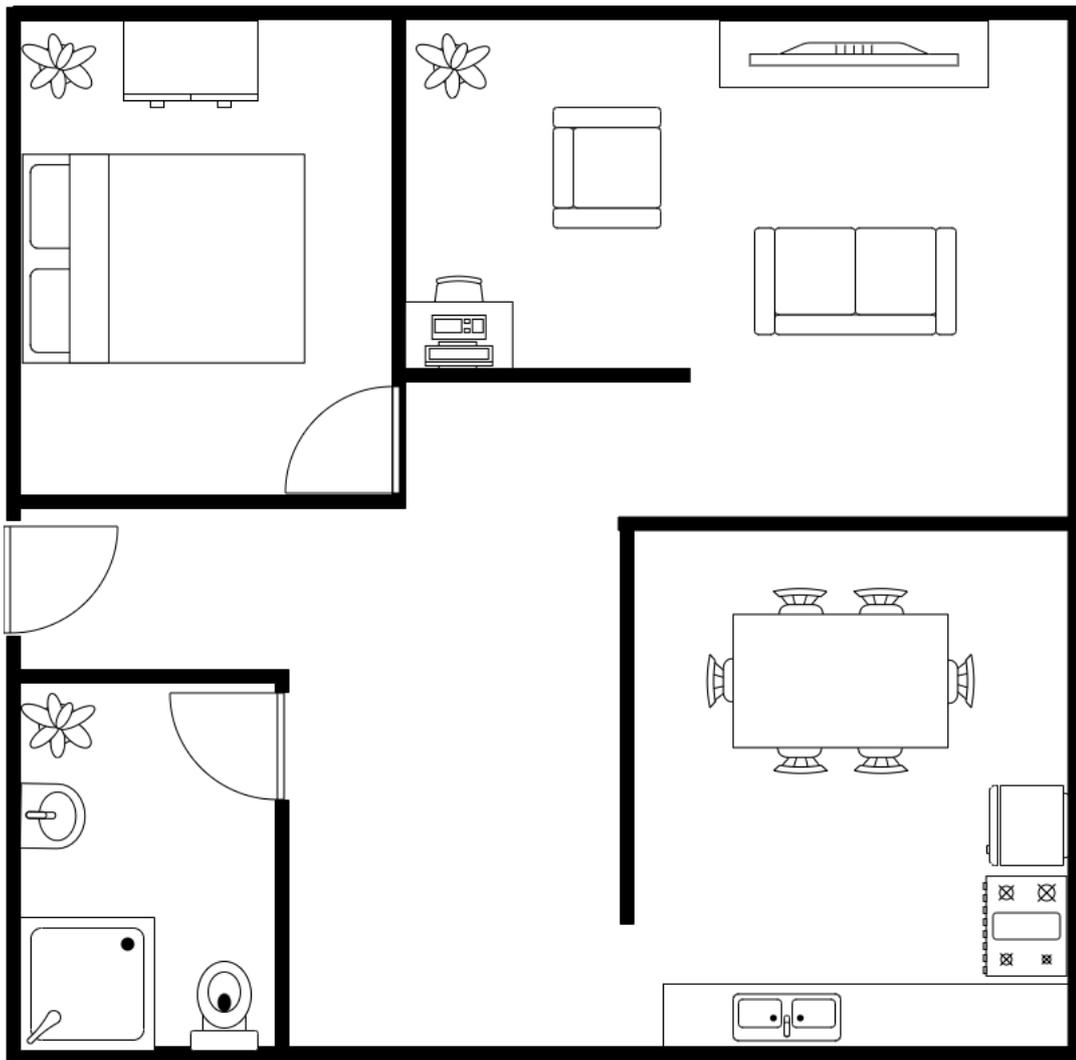


Figura 2.5: Exemplo do ambiente do usuário.

## 2.5 Considerações do capítulo

Com a fundamentação teórica de Educação Física, Internet das Coisas, Sensores e Ambientes Assistidos apresentada espera-se que com dispositivos IoT e seus sensores possa-se criar um Ambiente Assistido Orientado ao Contexto da prática atividade física com foco em pessoas idosas capaz de monitorar os exercícios realizados pelo usuário, coletar seus dados e conseqüentemente analisá-los. Verificando se a atividade foi realizada de forma correta, possíveis pontos de melhoria ou pontos de alerta. Gerando maior segurança, desempenho e bem estar aos usuários e auxiliando em suas atividades de vida diária.

O Ambiente Assistido será personalizado da maneira que melhor se adequa a cada usuário, fator que proporciona um retorno exclusivo para quem o utiliza. Eles já estão

---

fornecendo vários serviços as pessoas, faz sentido que seja fornecido a elas as ferramentas necessárias para se exercitarem e manterem saudáveis também.

## 3 Trabalhos Relacionados

Para a produção deste documento é necessário pesquisar e estudar materiais que dão a base necessária para este estudo. Para isso foram realizadas buscas com os seguintes temas: Ambientes Assistidos, Internet das Coisas, Sensores, Ambientes Assistidos com pessoas idosas, Atividades de vida diária. Também são estudados materiais com elementos do contexto como atividade física, atividade de vida diária e pessoas idosas, sendo eles alguns dos elementos do contexto assim como elementos que impactam a anatomia humana, a fim de embasar o conhecimento do assunto para seguirmos com o objetivo proposto de auxiliar na atividade física com foco em pessoas idosas e suas atividades cotidianas neste documento.

Estudar trabalhos relacionados à área que pretendemos contribuir nos ajuda a entender e conhecer abordagens de atacar o problema definido, a definir quais tecnologias se aplicarão melhor ao nosso objetivo, definir quais serão os resultados esperados para os testes e formular uma proposta que realize uma contribuição relevante para a sociedade.

### 3.1 Monitoramento da atividade física diária utilizando sensor

O trabalho apresentado por Zainudin et al. (2017) descreve o monitoramento da atividade física diária usando o sensor de acelerômetro e nos mostra que o avanço da tecnologia de sensores oferece uma plataforma para monitorar nossa atividade física diária em situações ambientais em tempo real. Em seu trabalho ele introduz o dispositivo de sensor vestível (wearable), que oferece uma oportunidade para monitorar e analisar a quantidade de atividade física diária realizada. E também um sensor de acelerômetro embutido no dispositivo vestível que é usado para detectar a vibração da atividade. O autor ressalta que o desempenho do reconhecimento está significativamente correlacionado com o posicionamento do sensor. Assim, o posicionamento do sensor é fundido para melhorar o

desempenho do reconhecimento. O monitoramento da atividade física é proposto por Zainudin et al. (2017) integrando o sinal de aceleração de vários posicionamentos de sensores. A quantidade de atividade física pode ser monitorada e analisada estendendo a conexão à Internet vinculada ao dispositivo vestível. Assim, este sistema pode ser amplamente implantado para todos que procuram ter um estilo de vida melhor. Neste trabalho foram utilizados quatro smartphones Samsung Galaxy S2 para coletar seis atividades físicas diferentes, sendo elas, caminhada no plano, caminhada em subidas, caminhada em descidas, corrida e sentar e levantar. Os voluntários foram solicitados a realizar repetitivamente essas atividades de 3 minutos a 5 minutos, também foram posicionados dispositivos em quadro posições diferentes; bolso direito da calça, cinto, braço direito e punho direito. O autor Zainudin et al. (2017) apresenta que, ao utilizar a fusão de informações de vários posicionamentos de sensores, promete uma melhoria significativa no reconhecimento da atividade humana. No futuro Zainudin et al. (2017) planeja expandir tal trabalho para implementar um painel pessoal fornecido para monitorar a quantidade de atividade física realizada.

O trabalho de Zainudin et al. (2017) está relacionado com o presente trabalho pois auxiliará no momento de escolhermos os sensores, seus posicionamentos e resultados esperados para algumas das atividades básicas diárias (caminhada no plano, caminhada em subidas, caminhada em descidas, corrida e sentar e levantar).

## 3.2 Predições em um ambiente healthcare

O trabalho apresentado por Thomé, Ströele e Dantas (2020) descreve dispositivos IoT em uma configuração cooperativa fog-cloud para suporte a predições em um ambiente healthcare e possui uma fundamentação teórica que aborda temas utilizados no presente trabalho, sendo eles IoT e Ambientes Assistidos e apresenta um esforço de simulação baseada em mudança de hábitos e no uso de dispositivos IoT wearables na monitoração para a presença e identificação de casos de contágio em um ambiente onde o distanciamento social é difícil. Para uma avaliação preliminar, somente a simulação através do Siflu e a criação dos dados coletados pelos wearables foram implementados. (Siflu é um simulador que permite controlar características de locais, comportamentos de agentes e de todo o

contexto. Além de possuir características técnicas que permitem o controle total da simulação, o simulador utilizado também possui uma interface gráfica e viabiliza a criação e transferência dos dados gerados.)

Cenários com divergentes precauções são apresentados e os dados obtidos são apresentados, onde o ambiente com mais medidas preventivas e no qual os agentes infectados foram isolados obteve a menor taxa de contaminação. Com a avaliação do modelo deste estudo e dos ambientes simulados, Thomé, Ströele e Dantas (2020) identificaram a importância do isolamento e de hábitos preventivos após a constatação do primeiro caso e, principalmente, a relevância destas mesmas atitudes antes do conhecimento da existência de algum agente contaminado para facilitar a contenção dos casos. Percebemos que com o Simulador Siafu podemos gerar diferentes cenários e coletar diferentes dados os quais serão utilizados para análise.

Este trabalho utiliza do mesmo simulador que utilizará o presente trabalho, o simulador Siafu, e irá nos auxiliar em como interpretar os dados coletados pelo simulador, seu comportamento esperado bem como seu funcionamento.

### **3.3 Detecção de gestos com sensores de profundidade**

O trabalho apresentado por Gonçalves et al. (2015) descreve uma automatização de testes de condicionamento físico sênior por meio de detecção de gestos com sensores de profundidade e nos mostra que o sedentarismo tem um impacto negativo na saúde, na esperança de vida e qualidade de vida, principalmente em idosos. Então, a avaliação da aptidão funcional ajuda a avaliar os efeitos do envelhecimento e sedentarismo, e essa avaliação normalmente é feita por meio de testes de bateria validados, como o Senior Fitness Test (SFT). Neste artigo Gonçalves et al. (2015) apresenta um sistema baseado em computador para auxiliar e automatizar a administração e pontuação do SFT na população idosa. O sistema avalia a parte inferior do corpo força, agilidade e equilíbrio dinâmico e resistência aeróbica fazendo uso de um sensor de profundidade para rastreamento do corpo e múltiplos detectores de gestos para avaliação da execução do movimento. Neste estudo, foram considerados os seguintes domínios e subtestes do SFT:

1. A força da parte inferior do corpo: esse teste consiste em contar o número de vezes que um participante pode ficar em pé e sentar-se totalmente em uma cadeira, com os braços cruzados, durante um intervalo de 30 segundos.
2. A resistência aeróbica ou aptidão cardiorrespiratória (CRF): é outro componente chave do condicionamento físico relacionado à saúde. Níveis baixos de CRF têm sido associados a um risco acentuadamente aumentado de morte prematura, enquanto altos níveis estão associados com maiores níveis de atividade física habitual e, conseqüentemente, com muitos benefícios para a saúde. Este componente de condicionamento físico é avaliado com o Teste do Degrau de 2 Minutos. O teste consiste em fazer com que o participante pise no local por 2 minutos, levantando o joelhos até um marcador de altura colocado a meio caminho entre o joelho nível e nível do quadril. O número de vezes que cada joelho atinge a altura do alvo é a pontuação do teste.
3. Agilidade (capacidade de movimentar o corpo e mudar de direção rapidamente) e equilíbrio dinâmico (mantendo a estabilidade postural durante o movimento) são bons preditores de quedas recorrentes e vida independente. Pode ser medido com o Teste Up-and-go. Neste teste, partindo de uma posição sentada, o usuário fica em um sinal de “vá”, caminha 2,4 m, vira ao redor, volta para a cadeira e se senta. O participante pratica uma vez e depois realiza duas tentativas. A pontuação é o tempo mais rápido das duas tentativas.

O sistema foi desenvolvido e treinado com dados otimizados coletados em condições de laboratório e seu desempenho foi avaliado em ambiente real com 22 usuários finais idosos, e comparado ao SFT tradicional administrado por um especialista. Os resultados mostram uma alta precisão do sistema na identificação padrões de movimento e consistência com o método tradicional de avaliação de condicionamento físico. Os resultados de Gonçalves et al. (2015) sugerem que esta tecnologia é uma opção viável de baixo custo para auxiliar na avaliação da aptidão física de idosos que poderiam ser implantados para uso doméstico no contexto de programas de condicionamento físico.

Esse estudo é relevante para o presente trabalho pois assim como o trabalho de

Zainudin et al. (2017) auxiliará nos resultados esperados para algumas das atividades de vida diária (caminhar, subir degraus e sentar e levantar).

### 3.4 Monitoramento de condicionamento físico

O trabalho apresentado por Thorpe et al. (2014) descreve um estudo comparativo dos recursos de amplitude T para monitoramento de condicionamento físico usando o ePatch® e mostra que com o aumento da prevalência de doenças relacionadas ao estilo de vida, existe a necessidade de um tratamento eficaz e de amplo alcance e métodos de prevenção. Intervenções de atividade física que incentivam o exercício regular e melhoram a aptidão física poderiam atender a essa necessidade, mas enfrentam desafios como alta taxa de abandono e falta de medição dos resultados. Soluções de telessaúde que incorporam novas tecnologias portáteis para monitoramento remoto pode ajudar a ampliar o alcance do paciente sem aumentar o custo em comparação com a reabilitação tradicional. Esse estudo investiga as características do ECG (eletrocardiograma), com foco em Amplitude da onda T, de um dispositivo de ECG vestível para monitoramento da aptidão física na reabilitação do exercício. Um algoritmo é aplicado a gravações de dados por 24 horas de dois grupos com diferentes históricos de atividade física sendo primeiro grupo um grupo de baixo condicionamento físico composto por participantes previamente inscritos em uma intervenção de atividade física devido ao alto risco de doenças relacionadas ao estilo de vida, e o segundo grupo um grupo de alta aptidão compreendendo participantes saudáveis e altamente ativos. O dispositivo foi usado continuamente por 24 horas

Os resultados de Thorpe et al. (2014) indicam que, enquanto a frequência cardíaca média difere mais significativamente entre os grupos, os recursos de amplitude T podem ser úteis dependendo das disparidades no nível de condicionamento físico e requerem mais investigação sobre uma base individual. Essas descobertas iniciais de Thorpe et al. (2014) indicam que a configuração descrita pode ser benéfica para soluções de telessaúde na reabilitação do exercício. Os participantes relataram que não notaram o uso do dispositivo e recursos úteis foram extraídos automaticamente com sucesso. O autor mostra que uma limitação foi a possível sobreposição do nível de condicionamento físico entre os grupos, com os únicos indicadores de nível de condicionamento disponíveis sendo horas

de treinamento autorrelatadas (grupo de condicionamento físico alto), risco de doença no estilo de vida (grupo de baixa aptidão) e dados de IMC.

O trabalho de Thorpe et al. (2014) contribui com o presente trabalho por utilizar um sensor vestível para medir as atividades físicas dos grupos selecionados, o que ajudará no momento de coleta e análise de dados e conseqüentemente a interpretação de tais dados.

A Figura 3.1 mostra um dispositivo ePatch® ECG usado no usuário.



Figura 3.1: Dispositivo ePatch® ECG - (THORPE et al., 2014)

### 3.5 Armazenamento de dados IoT na nuvem

O trabalho apresentado por Vanelli et al. (2017) descreve o armazenamento de dados IoT na nuvem: um estudo de caso em biometeorologia humana e nos mostra que a IoT (Internet das Coisas) surgiu para aumentar a potencialidade dos dispositivos de monitoramento pervasivos. No entanto, a implementação e integração de dispositivos IoT, armazenamento de dados e desenvolvimento das aplicações ainda são consideradas desafiadoras. O autor apresenta uma infraestrutura para agregar e armazenar dados de diferentes fontes de dis-

positivos IoT para a nuvem. Para avaliar a infraestrutura no que diz respeito à qualidade no armazenamento, foi implementado e verificado em um cenário de caso AAL (Ambient Assisted Living), sendo a principal aplicação a Biometeorologia Humana. A avaliação de métricas relacionadas a enviar, receber e armazenar dados demonstram que o ambiente é completamente confiável e apropriado para este o estudo de caso. A configuração foi aplicada a biometeorologia humana onde um paciente, assistido remotamente, envia frequentemente dados ambientais, presença e sinais biomédicos para a nuvem. Os dados disponíveis na nuvem podem ser consumidos por aplicativos de terceiros (cuidadores de saúde, familiares, operador de manutenção de equipamentos ou o próprio usuário). Para atingir o comportamento desejado para aplicações de monitoramento, Vanelli et al. (2017) mostra que é necessário verificar tanto a qualidade na transmissão quanto no armazenamento dos dados. Os resultados de Vanelli et al. (2017) mostram que o ambiente experimental é confiável e apropriado para o caso de estudo considerado. Como propostas futuras, Vanelli et al. (2017) pretende dimensionar os equipamentos AAL, implementar novas funções no serviço de armazenamento e trabalhar com aprendizado de máquina, para dar suporte a análise humana.

### 3.6 IoT para medir atividades humanas

O trabalho apresentado por Rghioui et al. (2016) descreve a internet das coisas para medir atividades humanas em ambiente de vida assistida e e-health e mostra uma arquitetura e protocolo de IoT para Ambiente Assistido e e-health. É projetado para cenários heterogêneos de AAL e e-health onde uma rede IoT é a opção mais adequada para interligar todos os elementos.

O trabalho de Rghioui et al. (2016) mostra algumas das aplicações mais importantes e serviços que a IoT pode melhorar no campo de e-health, sendo as principais para o presente trabalho:

1. Cuidados de saúde: os custos crescentes dos cuidados de saúde e a disponibilidade crescente de novos dispositivos pessoais de saúde são os ingredientes da visão da IoT no mundo conectado assistência médica. A IoT pode ajudar os médicos a responder

rapidamente em situações de emergência e permitir que eles cooperem com hospitais internacionais para rastrear a condição de paciente. As aplicações de IoT também podem ser encontradas no monitoramento doméstico, especialmente para idosos com necessidades especiais ou doenças crônicas, como diabetes e doenças congestivas insuficiência cardíaca. Existem também outras aplicações da IoT.

2. A importância da AAL para idosos e pessoas com deficiência está aumentando dia a dia. Isto é pois os avanços na área da medicina estão gerando mudanças no estilo de vida dos países desenvolvidos e este fato vem aumentando a expectativa de vida da população. Segundo a Comissão Europeia, até 2025 mais de 20% dos europeus terão 65 ou mais, com um aumento particularmente rápido no número de pessoas com mais de 80 anos. Assim, Rghioui et al. (2016) propõe um cenário que inclui os serviços de e-saúde necessários para monitorar a atividade das pessoas e ajudar os cuidadores estejam alertas para possíveis situações de emergência.

O trabalho apresentado por Rghioui et al. (2016) descreve um cenário comum que inclui os principais serviços necessários para um Ambiente Assistido e e-saúde. Por fim, simula uma rede sem fio de médio porte com 4 protocolos de roteamento diferentes especialmente projetados para trabalhar com redes onde o consumo de energia pode ser um problema. Como trabalhos futuros, incluirá mais protocolos (e algum mecanismo seguro para evitar vulnerabilidades de dados) e gostaria de implementá-lo em um cenário real para comparar a veracidade das simulações do que atualmente podemos ver na literatura relacionada. O autor também deseja verificar a escalabilidade da rede com maior e menor número de dispositivos sem fio.

## 3.7 Considerações do capítulo

O presente trabalho trará uma contribuição para a melhoria dos problemas relacionados ao contexto de atividade física com foco em pessoas idosas e suas atividades cotidianas sem o devido acompanhamento de um profissional de educação física de forma a gerar menos impacto ao usuário.

Neste capítulo foram apresentados trabalhos e artigos relacionados à proposta

deste documento que exploram ambientes assistidos de forma similar ao que é feito neste trabalho. Os trabalhos permitem que sejam analisadas as abordagens em como atacar o problema definido, quais sensores utilizar e seus posicionamentos, quais são as melhores tecnologias a serem utilizadas neste contexto e como tratar dos dados coletados pelos sensores disponibilizados ao usuário.

A Tabela 3.1 mostra um comparativo entre os Trabalhos Relacionados, nela são destacados os principais pontos de contribuição para o presente trabalho, sendo eles os assuntos abordados pelos autores: Sensores vestíveis, Ambiente em Simulador, estudo realizado sobre Atividade física, estudo realizado sobre Atividades de Vida Diária (AVD), estudo em usuários idosos, Internet of Things (IoT), estudo em como os dados são coletados e Ambient Assisted Living (AAL).

Tabela 3.1: Tabela Comparativa

	Sensores vestíveis	Simulador	Atividade Física	AVD	Idosos	IoT	Coleta de Dados	AAL
(ZAINUDIN et al., 2017)	X		X	X				
(THOMÉ; STROELE; DANTAS, 2020)	X	X				X		X
(GONÇALVES et al., 2015)			X	X	X			
(THORPE et al., 2014)	X		X					
(VANELLI et al., 2017)		X				X	X	X
(RGHIOUI et al., 2016)						X	X	X

Ao comparar tais trabalhos é possível concluir que cada um deles contribui com o embasamento teórico para que o presente trabalho seja elaborado.

## 4 Metodologia

Para a produção deste documento foi necessário pesquisar e estudar materiais que compoem a base necessária sobre Educação Física, Ambientes Assistidos, Internet das Coisas e Sensores. Também são estudados quais elementos do contexto impactam a anatomia humana, a fim de embasar o conhecimento do assunto para seguir com o objetivo proposto neste documento.

O estudo de trabalhos relacionados auxilia na definição e compreensão das melhores tecnologias a serem aplicadas ao presente objetivo, também auxilia a comparar e definir quais são os resultados esperados nos testes e na formulação do resultado de maneira a contribuir relevantemente com a sociedade.

Utiliza-se um simulador de contexto Siafu já que, devido as limitações financeiras não possui-se acesso aos dispositivos vestíveis e sensores utilizados na coleta dos dados necessários. Tal simulador é capaz de gerar os dados necessários para definir o ambiente assistido desejado e simular a interação dos agentes com o ambiente e vice versa.

### 4.1 Siafu

Para localizar a documentação do simulador Siafu, foi necessário realizar uma pesquisa no site WebArchive, representado pela Figura 4.2 utilizando [siafusimulator.org](http://siafusimulator.org), e acessar uma captura de tela de outubro de 2016, que nos remete ao período em que o site do simulador estava ativo. Neste site, encontramos disponível um tutorial que orienta sobre a criação da primeira simulação.



Figura 4.1: Siafu Simulator disponível no site WebArchive - WaybackMachine

O processo para criar a primeira simulação é realizado da seguinte forma:

1. Definindo o Ambiente: O ambiente de simulação é configurado com: Um plano de fundo e uma imagem de parede. Mapas para os lugares. Mapas para as variáveis de contexto, chamados de overlays. Inicialmente, todos são criados utilizando imagens PNG.
2. Definindo Lugares: Os locais podem ser especificados através de imagens representadas por um único pixel preto, indicando exatamente a posição. As variáveis de contexto podem estar vinculadas ao Agente (usando os métodos set e get) ou associadas às posições do mapa. As últimas são overlays, responsáveis por definir, por exemplo, temperatura, nível de ruído ou faixa de interesse em cada posição do mapa. O valor de uma variável de contexto é extraído do valor do pixel naquele ponto do mapa. A tradução é feita conforme o arquivo de configuração da simulação, podendo ser de três tipos:
  - Overlay binária: qualquer valor de pixel acima do limite é interpretado como verdadeiro; abaixo, como falso.
  - Overlay discreta: você define vários limites e uma tag para cada intervalo. O valor do pixel é ajustado ao intervalo correto.

- Overlay real: o valor do pixel é diretamente o valor da variável de contexto. Recomenda-se fortemente o uso de imagens em tons de cinza, pois a luminosidade de um pixel é proporcional ao valor do pixel.

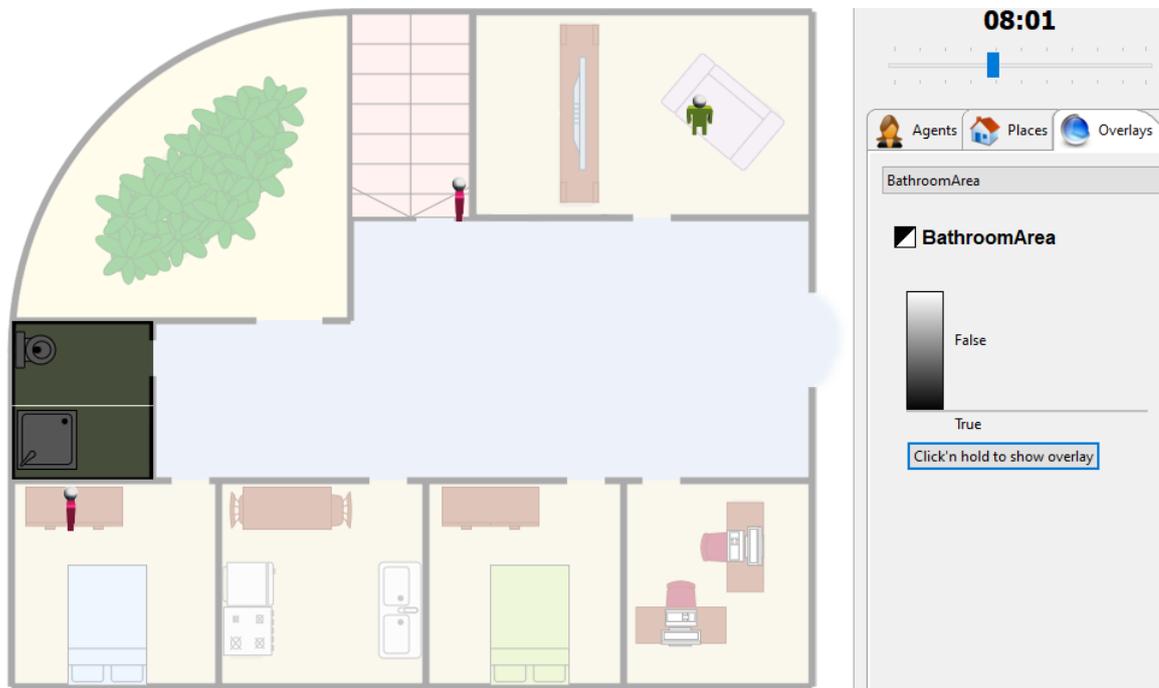


Figura 4.2: Exemplo de overlay binária - overlay da área do banheiro

### 3. Programando o Comportamento:

Três modelos de comportamento precisam ser programados para iniciar a simulação:

- Modelo de agente: o que os agentes fazem, para onde vão, etc.
- Modelo mundial: o que acontece nos lugares?
- Modelo de contexto: como os overlays evoluem ao longo do tempo?

### 4. Estrutura de Diretório Resumida:

- Existem três diretórios: um para suas classes, um para a configuração e um para todas as imagens.

Além da versão arquivada disponível no Web Archive, o orientando de mestrado do Professor Mario Dantas, João Pedro de Souza Jardim da Costa, elaborou um tutorial para configurar o Siafu na IDE Eclipse. Este tutorial aborda os seguintes tópicos:

#### 1. Downloads Necessários

- 
2. Instalação - Versão 1: Clonando o Projeto
  3. Instalação - Versão 2: Arquivo Zip
  4. Compilação
  5. Execução do Siafu e Visualização de Simulações
  6. Criação da Sua Própria Simulação
  7. Problemas Comuns
  8. Soluções - Problema 1
  9. Soluções - Problema 2

Este material fornece orientações passo a passo, desde o download dos recursos necessários até a resolução de problemas comuns, proporcionando uma abordagem abrangente e acessível para configurar e utilizar o Siafu na plataforma Eclipse.

## 5 Ambiente Proposto e Experimental

Autonomia e independência são conceitos distintos, haja visto como acontecem nos casos de demência. Quando acometido, o idoso pode ser independente e não ter autonomia. Ou ao contrário, pode ser autônomo e não ser independente, como no caso de idosos com grandes consequências de acidente vascular cerebral. Porém, se preservadas as funções cognitivas, neste caso, ele tem autonomia para assumir as tomadas de decisão, mas não são independentes fisicamente GUIMARÃES R. M; CUNHA (2004). Os estudos comparativos, entre grupos de idosos praticantes de atividade física e os sedentários, apontam que o grupo dos que se exercita, realiza atividades da vida diária com autonomia (GOMES H. L.; FRANCISCO, 2020). No presente trabalho analizaremos a autonomia físico funcional e consideraremos os agentes como usuários com autonomia cognitiva.

Profissionais da área de Saúde entendem que manter o idoso saudável, dentro dos limites físicos que permitam a realização das atividades da vida diária (AVD) com autonomia e independência, significa que, além da melhoria no bem-estar individual também pode contribuir para minimizar os gastos com a Saúde Pública Coelho-Júnior e Uchida (2020). Os autores enfatizam a importância da atividade física, como forma de prevenção às incapacidades, que limitam as ações cotidianas de quem permanece sedentário na velhice.

### 5.1 Ambiente Simulado

O instrumento Siafu foi empregado para simular o ambiente de teste, representando um desafio significativo devido à sua implementação em uma versão antiga do Java e à sua descontinuação. Neste processo, obteve-se apoio do professor Mario Dantas, e seu orientando de mestrado João Pedro de Souza Jardim da Costa. Uma vez que o material disponível se limitava a uma imagem arquivada do site de 2016, acessível através do Web Archive - Wayback Machine (serviço que permite que as pessoas visitem versões arquivadas de sites). Teve-se como referência outros trabalhos conduzidos pelo professor Mario

Dantas, os quais também utilizaram esse simulador, embora com objetivos distintos dos propostos no presente estudo.

Os agentes inseridos no início da simulação fazem todas as atividades dentro do ambiente e nos locais de overlay utilizam dispositivos que coletam seus dados. A simulação se fez necessária para o primeiro momento de testes do modelo proposto, quando não se tem acesso ao ambiente real.

A avaliação trata-se de uma bateria de testes, aferidos em segundos, do protocolo de avaliação da autonomia funcional do Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade (Protocolo GDLAM), que mensuram a autonomia funcional do idoso, composto por quatro testes de ações motoras simples de fácil execução, controle e supervisão:

1. Caminhar 10 metros – o objetivo do teste é mensurar o tempo que o idoso leva para andar a distância de 10 metros.
2. Levantar-se se da posição sentada - O idoso deve se levantar da posição sentada – esse teste mensura a capacidade funcional dos membros inferiores.
3. Levantar da posição decúbito ventral ( em termos populares, é o mesmo que dizer que a pessoa está deitada “de barriga para baixo” ou “de bruços”) - esse teste mede a condição funcional do indivíduo de levantar-se da cama.
4. Levantar da cadeira e andar pela casa – o objetivo é mensurar qualidades físicas como agilidade e equilíbrio do idoso em situações do cotidiano da sua vida.

A simulação, mostrada na Figura 5.1, se inicia com a criação de três agentes e suas características. Algumas dessas características são personalizadas para atender aos requisitos deste trabalho, incluindo o nível de atividade física, o nível de independência e o nível de autonomia funcional. Esses atributos são coletados e analisados ao longo da pesquisa.

O cenário de teste representa o local onde o usuário passa a maior parte do seu dia, ou seja, sua residência. Nesse ambiente, os testes mencionados anteriormente são realizados, proporcionando insights valiosos sobre o impacto das atividades físicas no bem-estar do usuário.

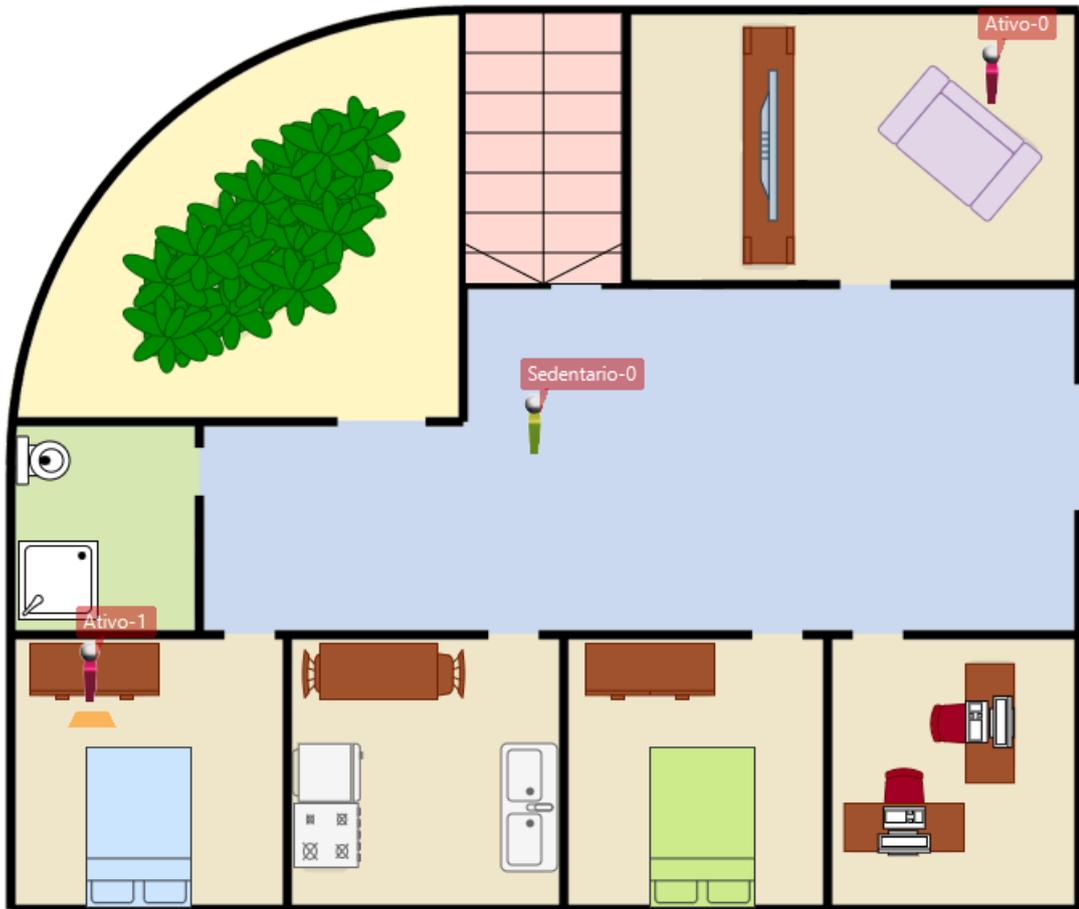


Figura 5.1: Ambiente experimental.

Ao todo os três agentes realizaram todos os testes e foram configurados com níveis diferentes desses atributos para fins de comparação:

1. Ativo-0, mostrado na Figura 5.2 representado pela cor magenta - agente com atributos mais altos.

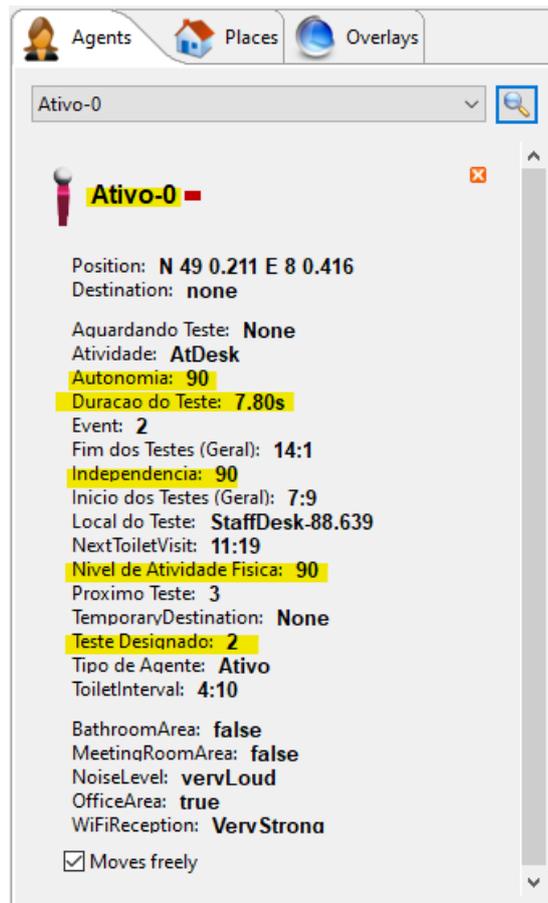


Figura 5.2: Agente Ativo-0 e seus atributos.

2. Ativo-1, mostrado na Figura 5.3 também representado pela cor magenta - agente com atributos mais baixos. Esses atributos progridem lentamente à medida que o agente incorpora atividades físicas em casa, com monitoramento dos atributos vitais.

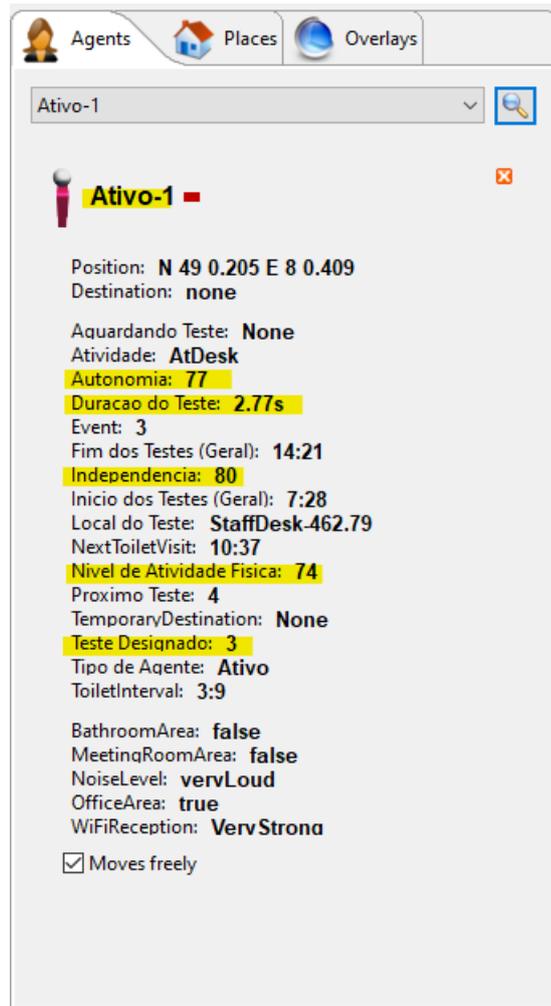


Figura 5.3: Agente Ativo-1 e seus atributos elevados após a pratica de atividade física ser incorporada à sua rotina diária.

3. Sedentário-0, mostrado na Figura 5.4 representado pela cor amarela - agente que possui atributos baixos.

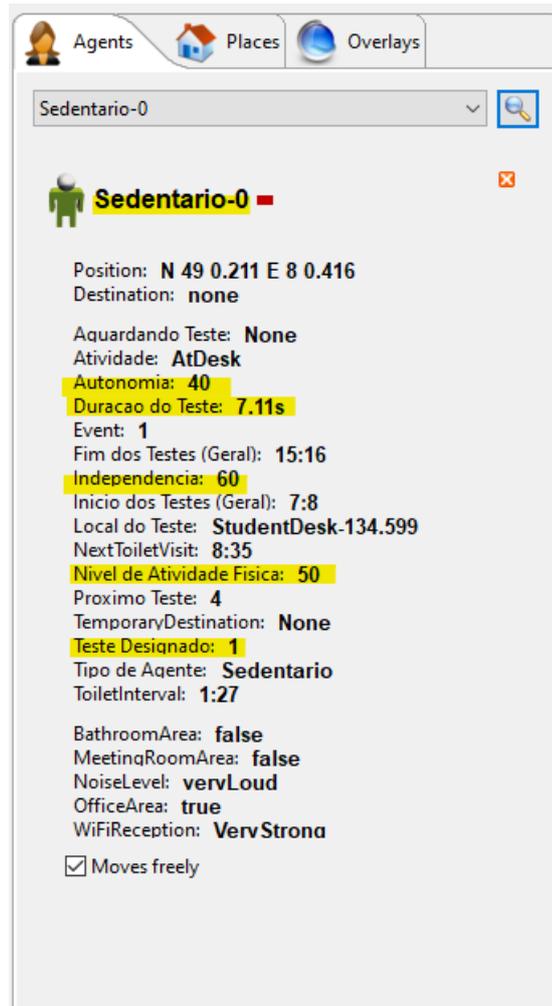


Figura 5.4: Agente Sedentário-0 e seus atributos.

Para mensurar o nível de autonomia funcional e independência utiliza-se como referência o protocolo de avaliação da autonomia funcional do Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade (Protocolo GDLAM - Tabela 5.1). A independência do idoso está ligada diretamente com a sua capacidade física e funcional, ou seja, a forma como ele está apto a realizar suas atividades do dia a dia sozinho sem a ajuda de terceiros.

Tabela 5.1: Protocolo GDLAM

Testes Classif.	C10m(seg)	LPS(seg)	LPDV(seg)	LCLC(seg)	IG(cores)
Fraco	>7,09	>11,19	>4,40	>43,00	>28,54
Regular	7,09-6,34	11,19-9,55	4,40-3,30	43,00-39,69	28,54-25,25
Bom	6,33-5,71	9,54-7,89	3,29-2,63	38,68-34,78	25,24-22,18
Muito Bom	<5,71	<7,89	<2,63	<34,78	<22,18
C10m = Caminhar 10 metros; LPS = levantar as posição sentada; LPDV levantar da posição decúbito ventral; LCLC = levantar da cadeira e locomover-se pela casa; IG = índice GDLAM					

Medir a atividade física é uma tarefa complexa, visto que ela pode ocorrer em diversos contextos. A autora Cafruni, Valadão e Mello (2012) destaca que a variedade de métodos utilizados para medir a atividade física resulta em um campo vasto de difícil equivalência e comparações. Atualmente, nenhum dos métodos pode ser considerado suficiente a ponto de descartar os demais, e por isso, a combinação de mais de um método pode resultar em uma melhor avaliação da atividade física. O método de medida da atividade física utilizados nesse trabalho é classificado como um método objetivo, que utiliza de calorimetria, observação direta, monitores cardíacos e sensores de movimentos.

## 5.2 Overlays

O Siafu tem uma camada especial chamada "overlay". Essa camada é crucial para a simulação e precisa ser configurada de acordo com o ambiente a ser simulado. O valor de cada pixel nessa camada é lido quando o agente do sistema está em uma determinada posição.

Para esta simulação específica, a camada overlay foi configurada de uma maneira específica. Ela atribui valores mais altos aos pixels em locais que o usuário realiza os testes. Por outro lado, atribui valores mais baixos aos pixels nos outros locais da simulação. Em resumo, a camada gráfica overlay está sendo usada para representar visualmente a distribuição de valores no ambiente simulado, dando ênfase aos locais de interesse.



Figura 5.5: Exemplo - Como funciona o overlay e indicação dos pontos de teste na simulação.

## 6 Conclusões e Trabalhos Futuros

A análise dos dados coletados pelos sensores configurados e características atribuídas aos agentes no simulador destaca a relevância e o interesse em utilizar o simulador como uma ferramenta inicial para explorar e estudar o tema, validando assim o argumento proposto. No ambiente simulado, observamos que a prática de exercícios físicos em casa, com acompanhamento adequado do ambiente assistido, contribui para que os idosos possam se exercitar com maior segurança, reduzindo os riscos de lesões. Essa atividade, por sua vez, melhora a autonomia dos idosos, aumenta sua independência nas atividades básicas da vida diária e, conseqüentemente, eleva sua qualidade de vida.

Ao concluir esta pesquisa, destaca-se a relevância do trabalho ao abordar questões relacionadas à saúde física dos idosos, especialmente no contexto de suas atividades diárias ao realizar exercícios sem a orientação de um profissional de Educação Física. O modelo de Ambiente Assistido apresenta-se como uma ferramenta valiosa, permitindo uma compreensão mais profunda e precisa das condições físicas do usuário.

Como trabalhos futuros espera-se implementar na prática o cenário simulado. Com a aquisição dos dispositivos móveis e sensores é possível realizar experimentações em ambiente real. Monitorando, entre outras coisas, a temperatura local, câmeras e movimentos para prover cada vez mais conforto ao usuário. Espera-se o desenvolvimento seguro da prática de atividade física em casa, principalmente para que a população idosa possa manter uma boa qualidade de vida.

## Bibliografia

ABREU, J. M. de; SOUZA, R. A. de; VIANA-MEIRELES, L. G.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J.; FILGUEIRAS, A. Effects of physical activity and exercise on well-being in the context of the covid-19 pandemic. *PloS one*, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 17, n. 1, p. e0260465, 2022.

ANDREOTTI, R. A.; OKUMA, S. S. Validação de uma bateria de testes de atividades da vida diária para idosos fisicamente independentes. *Rev paul educ fís*, v. 13, n. 1, p. 46–66, 1999.

BRASIL, M. Secretaria de atenção à saúde. departamento de atenção básica. envelhecimento e saúde da pessoa idosa. ministério da saúde, Brasília: Ministério da saúde. série a. normas e manuais técnicos. *Cadernos de Atenção Básica*, v. 19, p. 192, 2006.

BUYYYA, R.; DASTJERDI, A. V. *Internet of Things: Principles and paradigms*. [S.l.]: Elsevier, 2016.

CAFRUNI, C. B.; VALADÃO, R. d. C. D.; MELLO, E. D. de. Como avaliar a atividade física? *Revista de Atenção à Saúde*, v. 10, n. 33, 2012.

CICIRELLI, G.; MARANI, R.; PETITTI, A.; MILELLA, A.; D'ORAZIO, T. Ambient assisted living: A review of technologies, methodologies and future perspectives for healthy aging of population. *Sensors*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 21, n. 10, p. 3549, 2021.

COELHO-JÚNIOR, H. J.; UCHIDA, M. C. O treinamento de força como uma terapia para manutenção e desenvolvimento da independência e autonomia de idosos. *Envelhecimento humano*, p. 262, 2020.

DUARTE, Y. A. d. O.; ANDRADE, C. L. d.; LEBRÃO, M. L. O índice de katz na avaliação da funcionalidade dos idosos. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, SciELO Brasil, v. 41, p. 317–325, 2007.

GOMES H. L.; FRANCISCO, C. B. G. A. L. M. *Diagnóstico do Perfil de indicadores de Qualidade de Vida do Idoso frequentador do programa RAL-RIO ao ar livre*. 2020. Disponível em: <<[https://fontouraeditora.com.br/periodico/upload/artigo/1330\\_1510596411.pdf](https://fontouraeditora.com.br/periodico/upload/artigo/1330_1510596411.pdf)>>.

GONÇALVES, A.; GOUVEIA, E.; CAMEIRÃO, M.; BADIA, S. B. i. Automating senior fitness testing through gesture detection with depth sensors. IET, 2015.

GUIMARÃES R. M.; CUNHA, U. G. V. *Sinais e sintomas em geriatria*. [S.l.]: Atheneu, 2004.

HAYFLICK, L. et al. Como e por que envelhecemos. *Rio de janeiro: Campus*, v. 2, 1996.

MACIEL, M. G. Atividade física e funcionalidade do idoso. *Motriz: Revista de Educação Física*, SciELO Brasil, v. 16, p. 1024–1032, 2010.

- NAKAGAWA, E. Y.; ANTONINO, P. O.; BECKER, M.; MALDONADO, J. C.; STORF, H.; VILLELA, K. B.; ROMBACH, D. 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>).
- NERI, A. L.; NASCIMENTO, E. B. do et al. *Qualidade de vida e idade madura*. [S.l.]: Papirus editora, 1993.
- PEAKE, J. M.; KERR, G.; SULLIVAN, J. P. A critical review of consumer wearables, mobile applications, and equipment for providing biofeedback, monitoring stress, and sleep in physically active populations. *Frontiers in physiology*, Frontiers Media SA, v. 9, p. 743, 2018.
- RGHIOUI, A.; SENDRA, S.; LLORET, J.; OUMNAD, A. Internet of things for measuring human activities in ambient assisted living and e-health. *Network Protocols and Algorithms*, Macrothink Institute, v. 8, n. 3, p. 15–28, 2016.
- SAMULSKI, D. M.; NOCE, F. A importância da atividade física para a saúde e qualidade de vida: um estudo entre professores, alunos e funcionários da ufmg. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v. 5, n. 1, p. 5–21, 2000.
- SPIRDUSO, W. W. Physical activity and aging: introduction. *Physical activity and aging.*, p. 1–5, 1989.
- SPIRDUSO, W. W.; FRANCIS, K. L.; MACRAE, P. G. *Physical dimensions of aging*. [S.l.]: Human kinetics Champaign, 1995. v. 798.
- STOLOJESCU-CRISAN, C.; CRISAN, C.; BUTUNOI, B.-P. An iot-based smart home automation system. *Sensors*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 21, n. 11, p. 3784, 2021.
- THOMÉ, T.; STRÖELE, V.; DANTAS, M. Dispositivos iot em uma configuração cooperativa fog-cloud para suporte a predições em um ambiente healthcare. In: SBC. *Anais Estendidos do XXI Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho*. [S.l.], 2020. p. 94–101.
- THORPE, J. R.; SAIDA, T.; MEHLSSEN, J.; MEHLSSEN, A.-B.; LANGBERG, H.; HOPPE, K.; SORENSEN, H. B. Comparative study of t-amplitude features for fitness monitoring using the epatch® ecg recorder. In: IEEE. *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. [S.l.], 2014. p. 4172–4175.
- UERJ, U. do Estado do Rio de J. *Pesquisa avalia os efeitos da atividade física no bem-estar das pessoas em quarentena*. 2020. Disponível em: [www.uerj.br/noticia/pesquisa-da-uerj-avalia-os-efeitos-da-atividade-fisica-no-bem-estar-das-pessoas-em-quarentena](http://www.uerj.br/noticia/pesquisa-da-uerj-avalia-os-efeitos-da-atividade-fisica-no-bem-estar-das-pessoas-em-quarentena)).
- VANELLI, B.; PINTO, A. R.; SILVA, M. P. d.; DANTAS, M. A.; FAZIO, M.; CELESTI, A.; VILLARI, M. Iot data storage in the cloud: A case study in human biometeorology. In: *Cloud Infrastructures, Services, and IoT Systems for Smart Cities*. [S.l.]: Springer, 2017. p. 253–262.
- ZAINUDIN, M. S.; SULAIMAN, M. N.; MUSTAPHA, N.; PERUMAL, T. Monitoring daily fitness activity using accelerometer sensor fusion. In: IEEE. *2017 IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*. [S.l.], 2017. p. 35–36.