



# Desenvolvimento de um sistema para identificação de acidentes domésticos com idosos

**Palavras-Chave:** Microcontrolador, Visão computacional, Monitoramento, Envelhecimento

**Autores:**

**Lucas Nastari Ziza - UNICAMP**

**Profa. Dra. Talía Simões dos Santos Ximenes (Orientadora) - UNICAMP**

## INTRODUÇÃO:

O envelhecimento traz mudanças complexas, que estão associadas ao acúmulo gradual de danos moleculares e celulares. Com o tempo, as reservas fisiológicas começam a se esgotar, o risco de contrair doenças aumenta e a capacidade funcional do indivíduo diminui (OMS<sup>a</sup>, 2015). Além disso, na medida em que a idade avança a frequência de acidentes fatais, causados por quedas, aumentam exponencialmente, sendo um problema alarmante para os idosos, principalmente para aqueles acima de 80 anos (OMS<sup>b</sup>, 2007).

As quedas e suas consequências são os problemas de saúde pública que mais necessitam de atendimentos médicos e sistemas de saúde eficazes (OMS<sup>b</sup>, 2007).

Os cuidados com sistemas de saúde, ambientes adaptados e cuidados a longo prazo são frequentemente retratados como um custo. Entretanto, segundo o relatório de 2007 sobre envelhecimento e saúde da Organização Mundial da Saúde, há diversos

benefícios e retornos ao melhorar a qualidade de vida dos idosos.

Nas últimas décadas, a população mundial sofreu uma transição demográfica, por dois motivos principais, o desenvolvimento socioeconômico dado pela globalização e o aumento da expectativa de vida (IBGE, 2019). No Brasil, por exemplo, uma criança nascida em 2015 pode viver 20 anos mais que uma criança nascida 50 anos atrás (OMS, 2015).

A população mundial tem envelhecido, o que motivou o surgimento de tecnologias para o monitoramento, detecção e/ou prevenção de acidentes, voltadas para os grupos de pessoas acima de 60 anos (MUBASHIR, 2013).

## MATERIAIS:

Os componentes elétricos e suas fichas técnicas necessários para a realização do sistema estão apresentados na Tabela 1.

Componente	Modelo
Microcontrolador	Arduino UNO

Módulo Bluetooth	HC-05
Acelerômetro	MPU-6050
Sensor de gás	MQ-2
Sensor de temperatura	DHT-11
Pilha de 9V	-
Resistor de 1kΩ	Axial
Resistor de 2kΩ	Axial

Tabela 1 – Lista dos componentes elétricos do projeto

## METODOLOGIA:

As pesquisas foram realizadas em páginas eletrônicas, livros disponíveis nas plataformas virtuais (Springer, Pearson e Minha Biblioteca), em artigos científicos nas bases de dados nacionais e internacionais (Science Direct, Scielo, Google Acadêmico, IEEE e IJECE) e em documentações fornecidas pelos fabricantes e distribuidores dos componentes eletrônicos presentes no projeto. As palavras-chave utilizadas no processo de busca foram “Monitoring”, “Arduíno”, “Sensors”, “Computer Vision”, “Elderly” e “Health care”, priorizando publicações de anos mais recentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A estrutura do projeto pode ser dividida em seis partes principais: a prototipagem com o microcontrolador, a programação dos sensores em linguagem C, a configuração da comunicação serial, a programação do banco de dados onde os dados são armazenados, o processamento de vídeo com conceitos de visão computacional e a criação de um servidor web para apresentar os resultados obtidos.

Na prototipagem, os componentes elétricos, previamente selecionados, são

organizados de acordo com as recomendações dos fabricantes, presentes nos datasheets. A Figura 1, mostra o diagrama elétrico, enquanto a Figura 2 mostra imagem do protótipo montado.

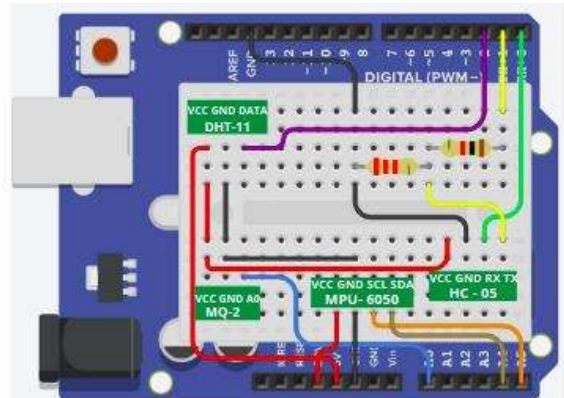


Figura 1- Diagrama do dispositivo de detecção de acidentes.

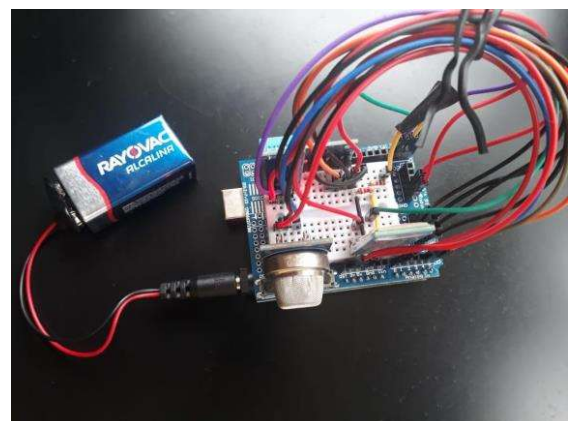


Figura 2- Protótipo do dispositivo de detecção de acidentes.

A programação dos sensores foi realizada através do ambiente de desenvolvimento Arduino IDE, com o auxílio das bibliotecas MPU6050\_light e DHT11 Sensor Library. Já o sensor de gás MQ-2 foi conectado a uma entrada analógica e os seus dados são obtidos por meio do comando *analogRead*.

Para estabelecer a conexão entre o Arduino e o computador, o módulo *bluetooth* HC-05 foi configurado para atuar como servo, ou seja, permite que as informações sejam passadas do sensor para o computador e não

o contrário. Desta forma, os dados conseguem ser transmitidos via comunicação serial, pela porta dev/rfcomm0 com a taxa de transferência escolhida de 9600 *bits/s*.

Logo em seguida, o sensor é pareado com o computador, que realiza o resto do processamento em linguagem Python. Para que seja possível receber o sinal da porta serial é necessário importar a biblioteca pyserial. Entretanto, as informações dos sensores precisam ser armazenadas em algum serviço de banco de dados.

O RRDTOol é uma base de dados circular, ou seja, possui tamanho fixo, sempre mantendo os dados mais recentes. Esta ferramenta foi escolhida para executar o armazenamento e gerar gráficos com os resultados obtidos dos sensores.

Em outra linha de processamento, os dados são analisados por modelos matemáticos desenvolvidos para detectar quedas e incêndios. Caso haja alterações nos valores do sensor de gás ou de temperatura e umidade, o acidente é imediatamente reportado. Se a alteração estiver presente no acelerômetro, indica que uma possível queda ocorreu.

Enquanto isso, a câmera realiza a captura das imagens do ambiente, referentes aos últimos segundos. No momento que é notificado acidente de queda, após um segundo as capturas das imagens são interrompidas e um vídeo é compilado, com as imagens de antes e depois do acidente.

A confirmação da queda é feita de forma automática, após a aplicação de métodos de visão computacional, no vídeo extraído do momento da queda. A análise feita

pela câmera só foi possível com o auxílio da biblioteca OpenCV.

Por último, todos os arquivos gerados, como gráficos e vídeos com os métodos computacionais aplicados, são apresentados em uma página HTML.

O Fluxograma (Figura 3) mostra a organização e lógica do sistema completo.

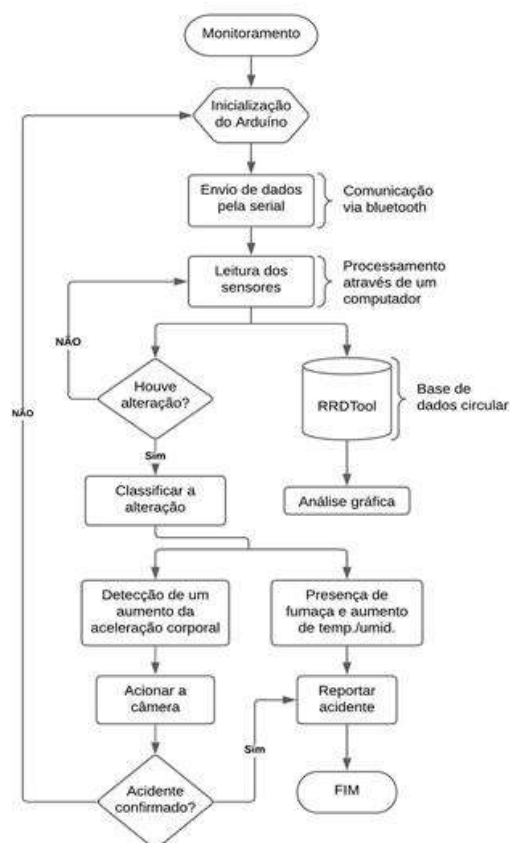


Figura 3- Fluxograma do sistema de monitoramento.

Para identificar os tipos de acidentes foram desenvolvidos métodos matemáticos, com o intuito de aumentar a eficácia do sistema. O primeiro método detecta um incêndio quando a variação de temperatura é superior a 2° C, a cada dois segundos, em um intervalo de tempo igual a 10 segundos. Os dados são apresentados graficamente e atualizados em tempo real. A Figura 4 mostra o funcionamento do método ao aquecer o sensor por um curto período de tempo.



Figura 4- Teste de funcionamento da detecção de incêndio com os dados do sensor DHT-11.

Outro meio de detectar a presença de um possível foco de incêndio é através do nível de fumaça no ar. O potenciômetro presente no sensor de gás foi regulado para identificar o incêndio com níveis acima de 200, como apresenta a Figura 5.



Figura 5- Teste de funcionamento da detecção de incêndio com os dados do sensor MQ-2.

Já o segundo modelo matemático foi desenvolvido considerando os dados obtidos pela câmera, com o intuito de confirmar a detecção de quedas. Em um primeiro instante, o acelerômetro foi programado para acionar a extração do vídeo e os métodos de visão computacional, caso a aceleração corporal ultrapasse 1,35. Esta aceleração foi obtida considerando os 3 eixos do sensor através da expressão:

$$a = \sqrt{(acc_x)^2 + (acc_y)^2 + (acc_z)^2}$$

Entretanto, após a realização de 30 testes, verificou que o limiar que performou

melhor foi igual 1,68 sem considerar a análise da câmera e 1,45 considerando a confirmação da queda com a visão computacional.

Dois métodos efetuam o processamento do vídeo obtido pela câmera. Primeiramente, as pessoas presentes no vídeo são detectadas por meio de uma arquitetura de redes neurais, chamada de MobileNet-SSD. Ademais, são coletados dados sobre a velocidade corporal da pessoa em *pixels* por quadros, como mostra a Fig. 6.



Figura 6- Teste da velocidade corpora e o modelo pré-treinado de dados MobileNet-SSD.

Em seguida, é aplicado o método de subtração de fundo *Count* (CNT). Neste algoritmo, é criada uma máscara com a diferença entre uma imagem de referência e os quadros de um vídeo. A quantidade de vezes que um *pixel* não muda de posição é contada. Conforme a contagem aumenta o pixel passa a aumentar a estabilidade e compor a imagem de referência, a contagem mínima para ser considerada estável foi configurada com valor igual a 5.

A subtração de fundo possui o objetivo de encontrar o contorno da pessoa e gerar uma elipse inscrita neste contorno. Os ângulos do algoritmo, próximos a 90° indicam que a pessoa pode ter sofrido uma queda.

Para aumentar a acurácia da detecção, o desvio padrão e a mediana dos últimos 9 quadros do vídeo foram utilizados para criar um modelo matemático, dado por:

$$cnt = \sqrt{(M_d - 90)^2 + (\sigma - 40)^2}$$

A Figura 7 mostra o funcionamento do algoritmo de subtração de fundo em um teste.



Figura 7- Método de subtração de fundo CNT e um dos testes que simulou uma situação de queda.

A Tabela 2 mostra os resultados dos 30 testes considerando os dados do acelerômetro e o ângulo da elipse inscrita na pessoa.

Em 3 testes foram detectadas mais pessoas do que realmente havia no ambiente. Apesar disso, os testes apresentaram uma acurácia de 96,67%.

## CONCLUSÕES:

Devido à indisponibilidade dos laboratórios pela pandemia mundial, o processamento do sistema foi realizado por um computador e não por um microprocessador. Portanto, houve um aumento do custo total do sistema.

Durante o período de testes, algumas dificuldades foram encontradas, como por exemplo, a presença de espelhos e pessoas muito próximas. Além disso, algumas

situações não foram testadas como a presença de animais domésticos que podem diminuir a eficácia do projeto. Entretanto, os resultados foram satisfatórios e possuem uma grande aplicação e importância para a sociedade.

Nº do Teste	Presença de queda	Dados do Acelerômetro	Limiar igual a 1,44	Modelo com o Ângulo da elipse	Limiar igual a 49	Resultado Final dos Testes
1	1	1,9	1	43,51	1	1
2	1	1,72	1	21,78	1	1
3	1	2,85	1	30,88	1	1
4	1	1,9	1	14,28	1	1
5	1	1,82	1	33,53	1	1
6	1	2,04	1	18,79	1	1
7	1	2,73	1	37,21	1	1
8	1	2,23	1	35,31	1	1
9	1	1,72	1	30,43	1	1
10	1	1,83	1	29,39	1	1
11	1	1,45	1	17,08	1	1
12	1	2,01	1	24,01	1	1
13	1	1,82	1	34,80	1	1
14	1	1,9	1	17,04	1	1
15	1	1,09	1	47,04	1	1
16	0	1,98	1	14,25	0	0
17	0	1,44	1	89,49	0	0
18	0	1,54	1	78,81	0	0
19	0	1,09	1	86,33	0	0
20	0	1,05	1	86,28	0	0
21	0	1,05	1	83,0	0	0
22	0	1,33	0	64,55	0	0
23	0	1,36	0	83,22	0	0
24	0	1,36	0	87,67	0	0
25	0	1,39	0	67,23	1	0
26	0	1,43	0	51,32	0	0
27	0	1,42	0	83,75	0	0
28	0	1,41	0	61,01	0	0
29	0	1,51	1	29,80	0	0
30	0	1,47	1	54,54	0	0
				84,24	0	0
				50,2	0	0
				94,11	0	0
				33,17	1	1

Tabela 2- Resultados dos testes feitos

## BIBLIOGRAFIA

- IBGE. **Longevidade viver bem e cada vez mais.** Retratos: A revista do IBGE, n. 16, p. 28, fev. 2019.
- MUBASHIR, M.; SHAO, L.; SEED, L. **A survey on fall detection: Principles and approaches.** Neurocomputing, v. 100, p. 144-152, 2013.
- Organização Mundial da Saúde (OMS<sup>a</sup>). **Relatório Mundial sobre envelhecimento e saúde.** Luxembourg:OMS; 2015.
- Organização Mundial da Saúde (OMS<sup>b</sup>). **Relatório Global sobre prevenção de quedas em idades avançadas.** Paris: OMS; 2007.