

# **SISTEMA DE RECONHECIMENTO BIOMÉTRICO BASEADO EM MARCHA UTILIZANDO POSES 2D**

Aluno: Daniel Ricardo dos Santos Jangua  
Orientador: Prof. Dr. Aparecido Nilceu Marana

RA: 181023695



# OBJETIVOS

## Geral:

- Implementar um sistema de reconhecimento de marcha para controle de acesso a áreas restritas utilizando poses 2D extraídas de vídeos capturados por uma única câmera de baixa resolução.

## Específicos:

- Estudar métodos de reconhecimento de marcha baseados em poses 2D.
- Implementar os métodos de reconhecimento de marcha escolhidos.
- Comparar o desempenho dos métodos na tarefa de reconhecimento biométrico.
- Construir um sistema biométrico completo.

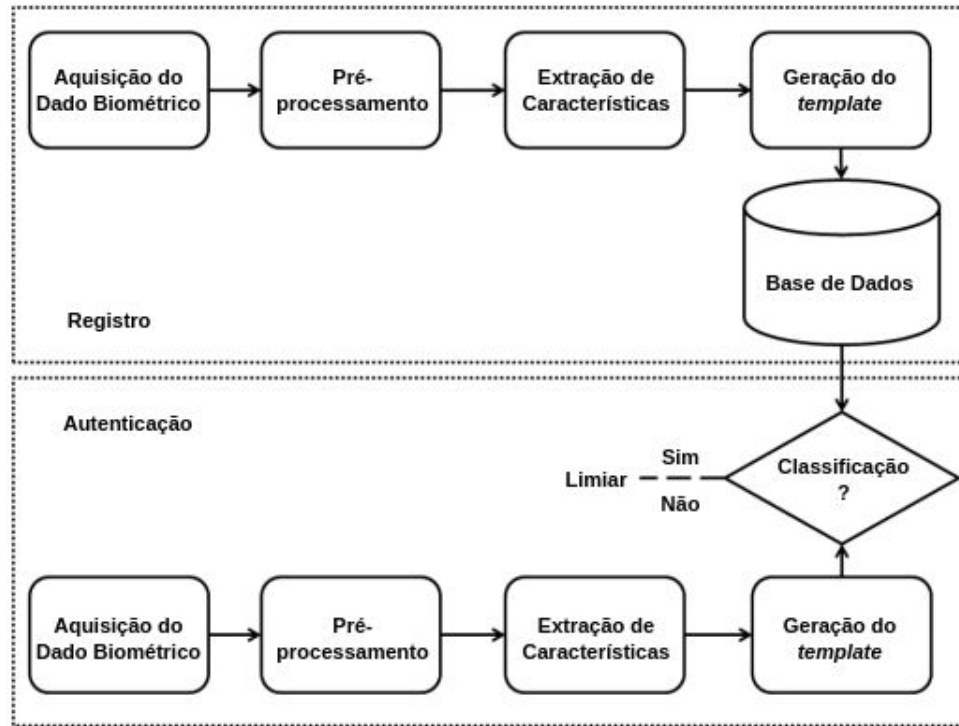
# RECONHECIMENTO DE MARCHA

- Marcha: ato de caminhar → Comportamento motor composto por movimentos repetitivos e integrados.  
→ Padrão ou Assinatura.
- Vantagens:
  - Imagens de baixa resolução / à distância;
  - Método discreto e não invasivo;
  - Não depende da cooperação do indivíduo identificado;
  - Difícil de ser disfarçada ou imitada.



Fonte: Adaptado de Liang Wang et al. (2003).

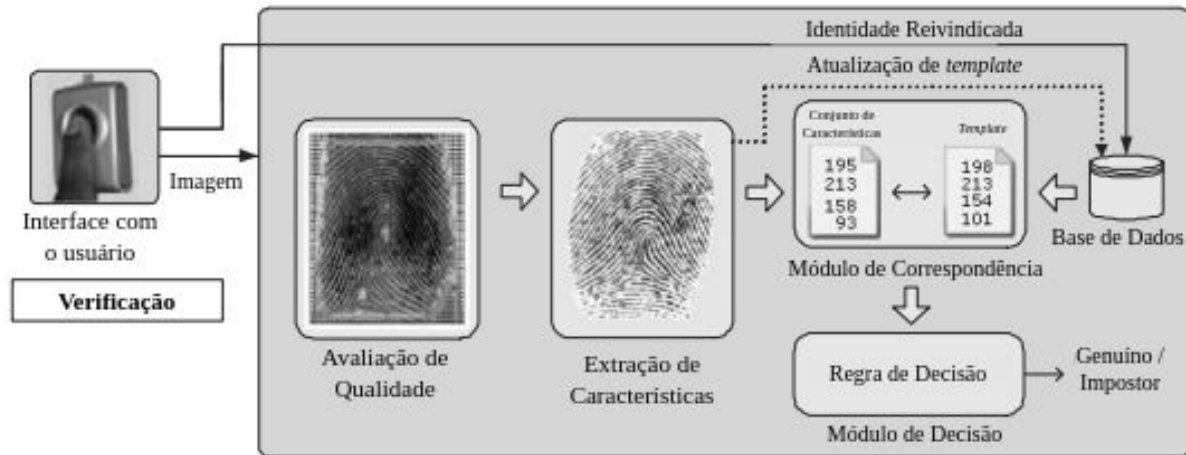
# SISTEMAS BIOMÉTRICOS



Fonte: Jain et al. (2011).

# FUNCIONALIDADES BIOMÉTRICAS

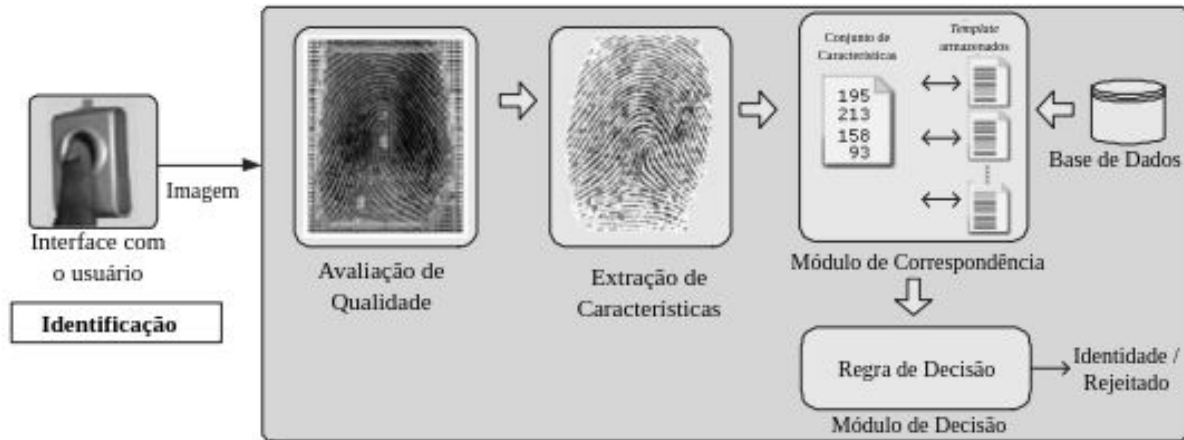
- VERIFICAÇÃO
  - A pessoa é quem ela diz ser?
  - Comparação 1 → 1



Fonte: Jain et al. (2011).

# FUNCIONALIDADES BIOMÉTRICAS

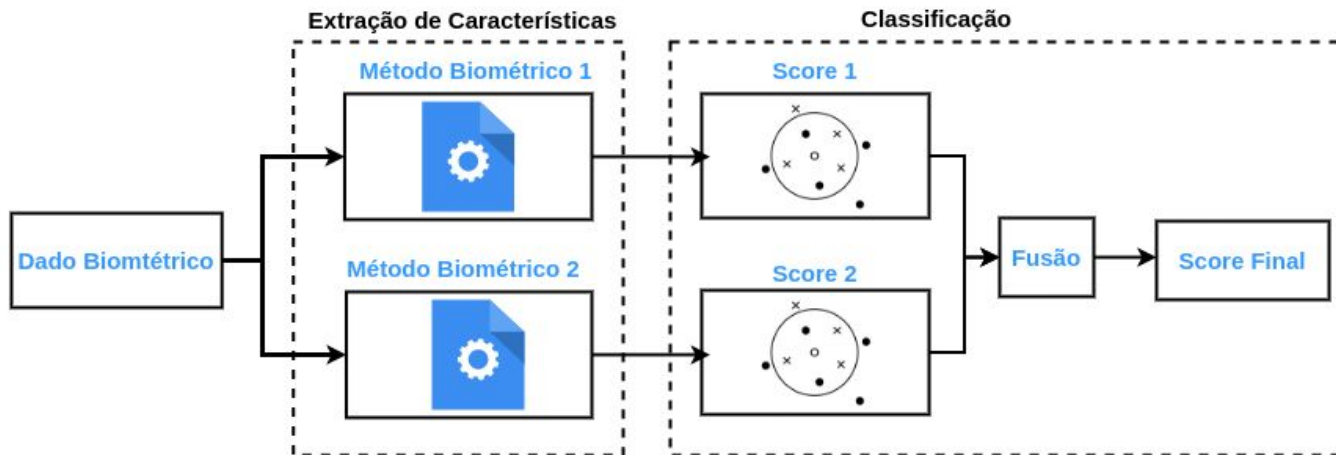
- IDENTIFICAÇÃO
  - A pessoa é alguém da base de dados, e se sim quem é?
  - Comparação 1 → N



Fonte: Jain et al. (2011).

# CONCEITOS DE BIOMETRIA

- *Soft Biometrics* - Características de Biometria Suave
  - Ex.: Altura, Peso, Tom de Pele, Medidas Antropométricas.
- Multibiometria: Fusão entre diferentes sistemas biométricos.
  - Fusão em nível de **Pontuação (score)**: combinação entre a pontuação das comparações.



Fonte: Elaborado pelo autor.



# RECONHECIMENTO DE MARCHA

- Livre de Modelo



Fonte: Jain et al. (2011).

- Baseado em Modelo



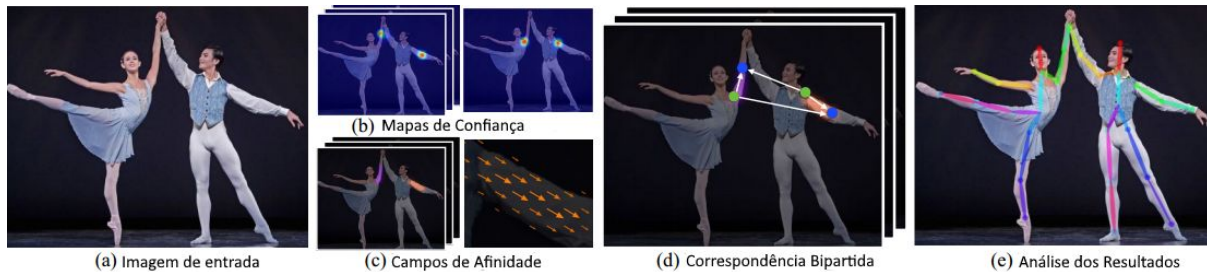
Fonte: Elaborado pelo autor.





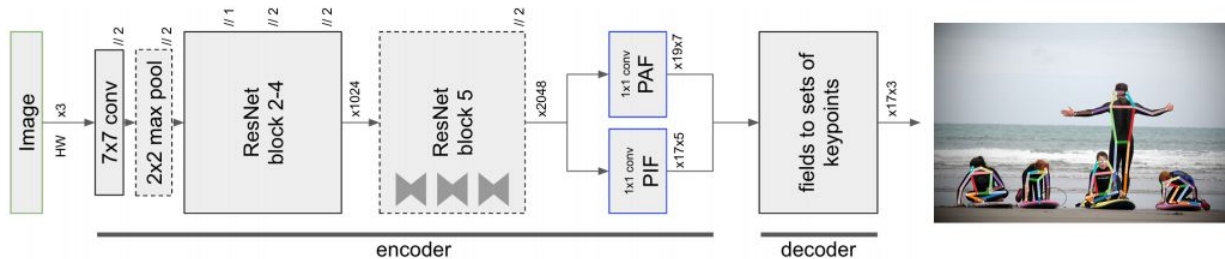
# ESTIMAÇÃO DE POSE

- OpenPose



Fonte: Cao et al. (2018).

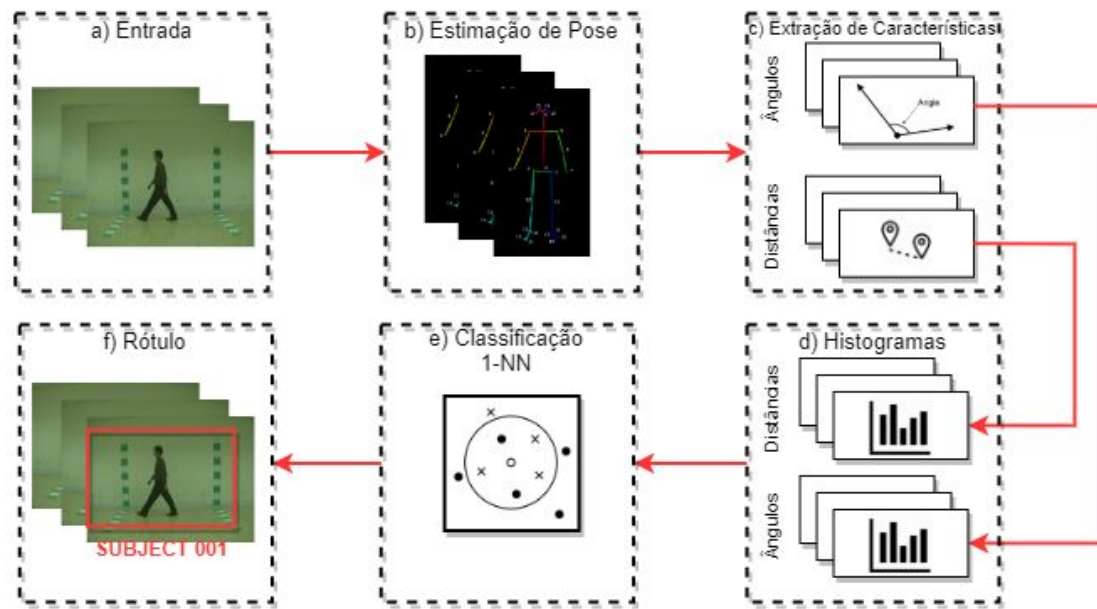
- PifPaf



Fonte: Kreiss, Bertoni e Alahi (2019).

# MÉTODO BASEADO NA POSIÇÃO DAS PARTES DOS MEMBROS

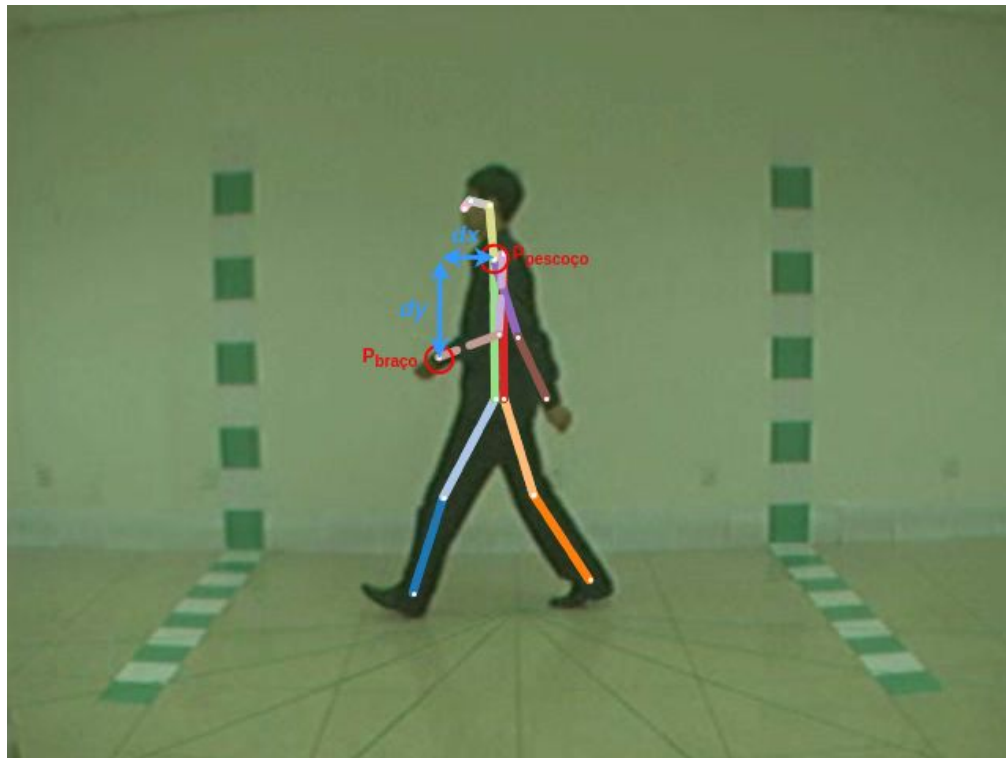
- Estimação de Pose
- Extração de Características
- Histogramas
- Classificação



Fonte: Jangua e Marana (2020).

# MÉTODO BASEADO EM HISTOGRAMAS DE MOVIMENTO

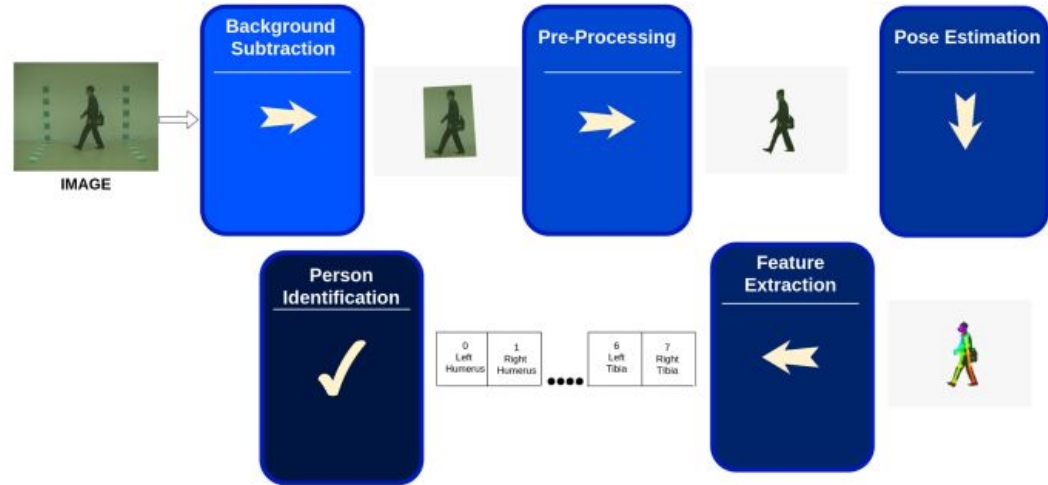
- Lima e Schwartz (2019)
- Processamento de Sinais
- Componentes  $dx$  e  $dy$
- Histogramas de Movimento
- Distância Euclidiana



Fonte: Elaborado pelo autor.

# MÉTODO BASEADO EM MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

- Tavares, H. L. et al. (2020)
- Remoção do Background
- Filtragem Morfológica
- Estimação de Pose
- Extração de Características



Fonte: Tavares, H. L. et al. (2020).

# BASES DE DADOS OBTIDAS

- CASIA Gait Dataset-A:
  - Ambiente externo
  - 20 indivíduos -> 12 vídeos cada = 240 vídeos
  - 4 vídeos para cada ângulo de visão (frontal, lateral e oblíqua)



(a) Visão Lateral.



(b) Visão Frontal.



(c) Visão Oblíqua.

Fonte: Liang Wang et al. (2003).



# BASES DE DADOS OBTIDAS

- CASIA Gait Dataset-B:
  - Ambiente interno
  - 124 indivíduos -> 11 ângulos de visão (0 - 180 graus)
  - 3 variações -> normal, vestindo casaco e carregando bolsa



(a) Normal.



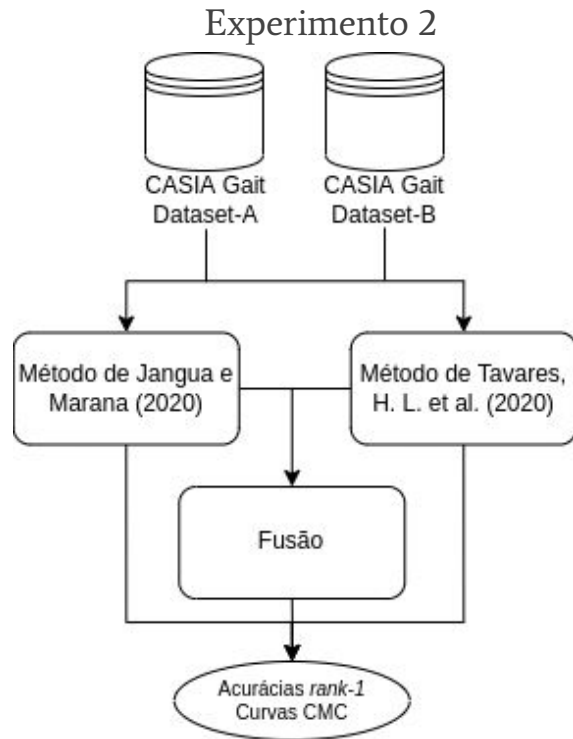
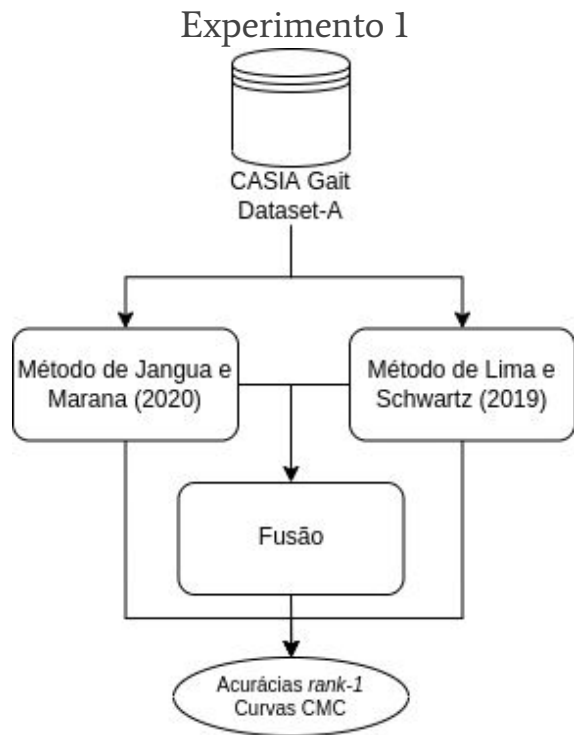
(b) Usando Casaco.



(c) Carregando Mochila.

Fonte: Shiqi Yu, Daoliang Tan e Tieniu Tan (2006).

# EXPERIMENTOS



Fonte: Elaborado pelo autor.



# RESULTADOS EXPERIMENTAIS 1

Comparação entre os métodos de Lima e Schwartz (2019) e Jangua e Marana (2020), bem como a fusão entre os dois métodos utilizando técnicas de multibiometria no CASIA Gait Dataset-A.

Tabela 1 – Acurácias rank-1 obtidas na base de dados CASIA Gait Dataset-A.

Método	Lateral	Oblíqua	Frontal
Jangua e Marana (2020) - Euclidiana	86.25%	86.25%	96.25%
Lima e Schwartz (2019) - Euclidiana	85.00%	97.50%	97.50%
Fusão - Euclidiana	90.00%	97.50%	100.00%

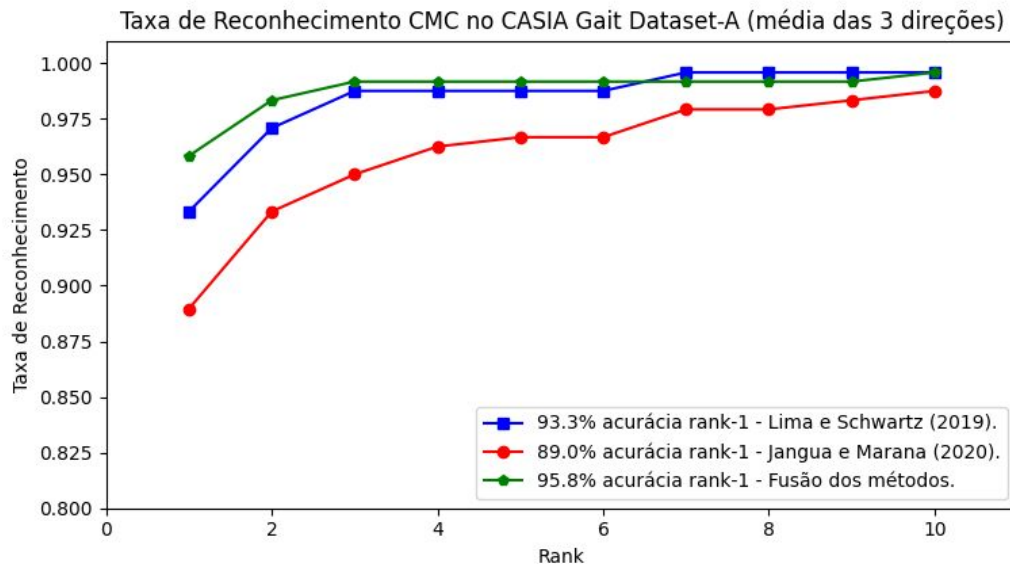
Fonte: Elaborado pelo autor.





# RESULTADOS EXPERIMENTAIS 1

Comparação entre os métodos de Lima e Schwartz (2019) e Jangua e Marana (2020), bem como a fusão entre os dois métodos utilizando técnicas de multibiometria no CASIA Gait Dataset-A.



Fonte: Elaborado pelo autor.



## RESULTADOS EXPERIMENTAIS 2

Comparação entre os métodos de Jangua e Marana (2020) e Tavares et al. (2020), bem como a fusão entre os dois métodos utilizando técnicas de multibiometria no CASIA Gait Dataset-A e CASIA Gait Dataset-B.

Tabela 2 – Acurácias rank-1 obtidas na base de dados CASIA Gait Dataset-A - Qui-quadrado.

Método	Lateral	Oblíqua	Frontal
Jangua e Marana (2020) - Qui-quadrado	87.50%	92.50%	95.00%
Tavares, H. L. et al. (2020) - Qui-quadrado	85.00%	91.25%	88.75%
Fusão - Qui-quadrado	95.00%	97.50%	100.00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Acurácias rank-1 obtidas na base de dados CASIA Gait Dataset-B.

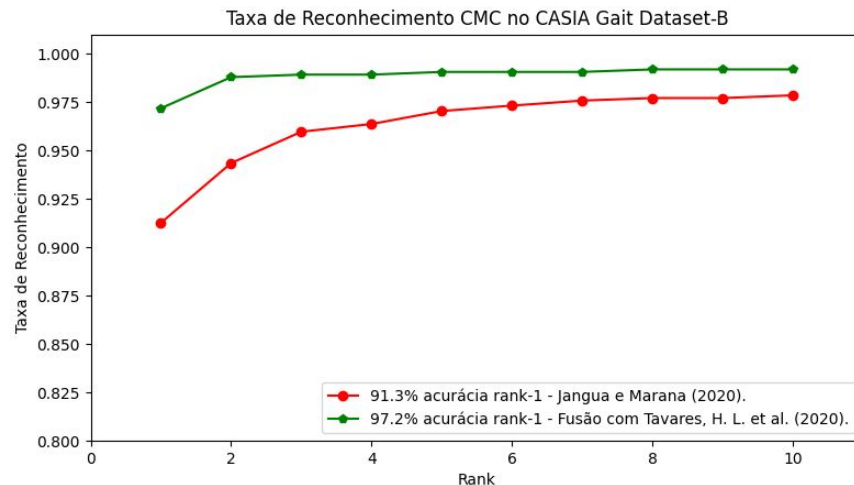
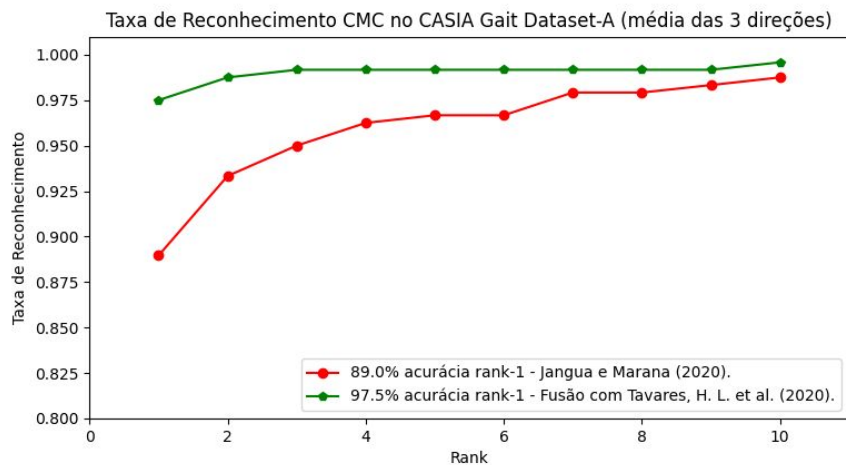
Método	Lateral
Jangua e Marana (2020) - Qui-quadrado	94.22%
Tavares, H. L. et al. (2020) - Qui-quadrado	86.96%
Fusão - Qui-quadrado	97.18%

Fonte: Elaborado pelo autor.



## RESULTADOS EXPERIMENTAIS 2

Comparação entre os métodos de Jangua e Marana (2020) e Tavares et al. (2020), bem como a fusão entre os dois métodos utilizando técnicas de multibiometria no CASIA Gait Dataset-A e CASIA Gait Dataset-B.



Fonte: Elaborado pelo autor.



# ARQUITETURA DO SISTEMA

- PARTE FÍSICA:
  - ESP32-CAM associado com o sensor de presença
  - Detecta presença → Captura Vídeo → FTP
- APLICAÇÃO PYTHON
  - Aplicação com interface gráfica
  - Registro / Identificação
- SERVIDOR HTTP:
  - Realiza o processamento pesado
  - Calcula descritores

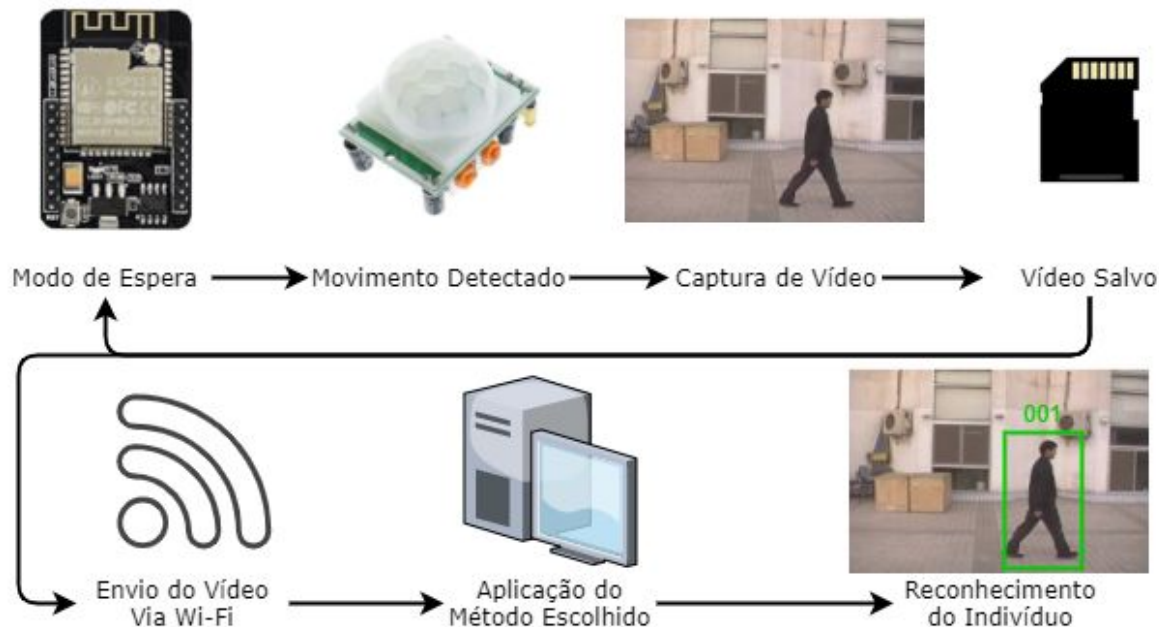


Fonte: Elaborado pelo autor.



# SISTEMA BIOMÉTRICO

- Sensor
- Extração de Características
- Base de Dados
- Registro e Autenticação

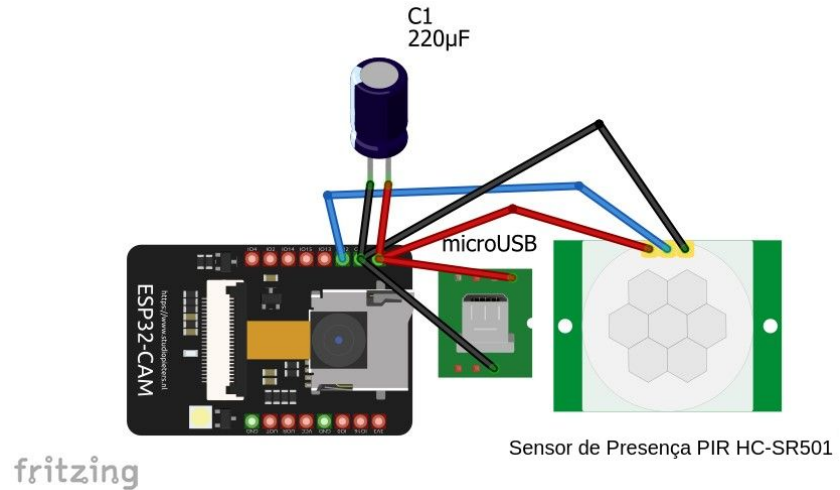


Fonte: Elaborado pelo autor.



# SENSOR

- ESP32-CAM + Sensor de Presença PIR
- Programado utilizando a plataforma Arduino IDE
- Repositório: ESP32-CAM Video Recorder - <https://github.com/jameszah/ESP32-CAM-Video-Recorder>
  - Integração com PIR
  - WiFi
  - Servidor FTP
  - Cartão de memória - MicroSD

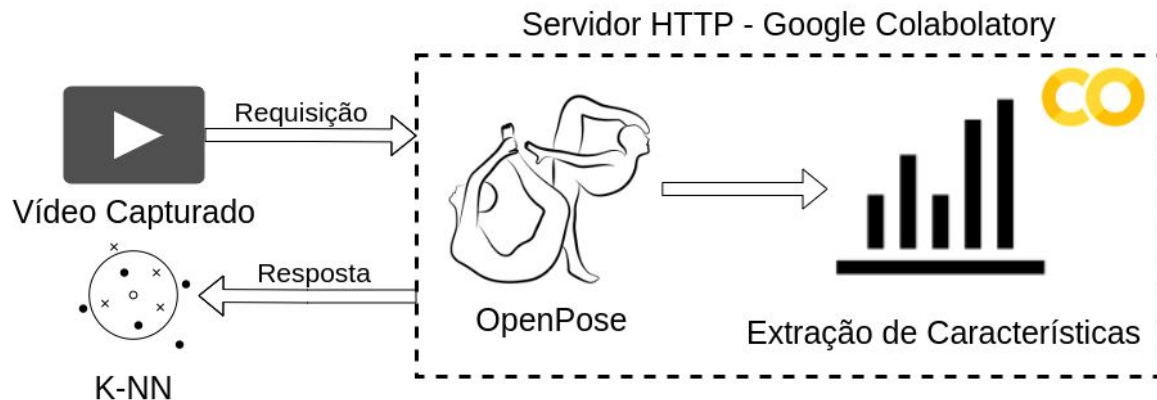


Fonte: Adaptado de Zah (2022).



# EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

- Fusão entre os métodos de Jangua e Marana (2020) e Tavares et al. (2020).
- Estimação de Pose: OpenPose → Necessário GPU.
- Apenas CPU disponível.
- Solução → Modelo como um Serviço (*Model as a Service*).
  - Google Colab
  - Servidor HTTP



Fonte: Elaborado pelo autor.



# APLICAÇÃO PYTHON

CENÁRIO FANTASIA: Controle de acesso à áreas restritas dentro de uma empresa, para cada sala serão definidos os níveis de acesso que podem circular naquela área. Cada funcionário possui um cadastro no sistema, com um nível de acesso associado ao seu cargo na empresa.

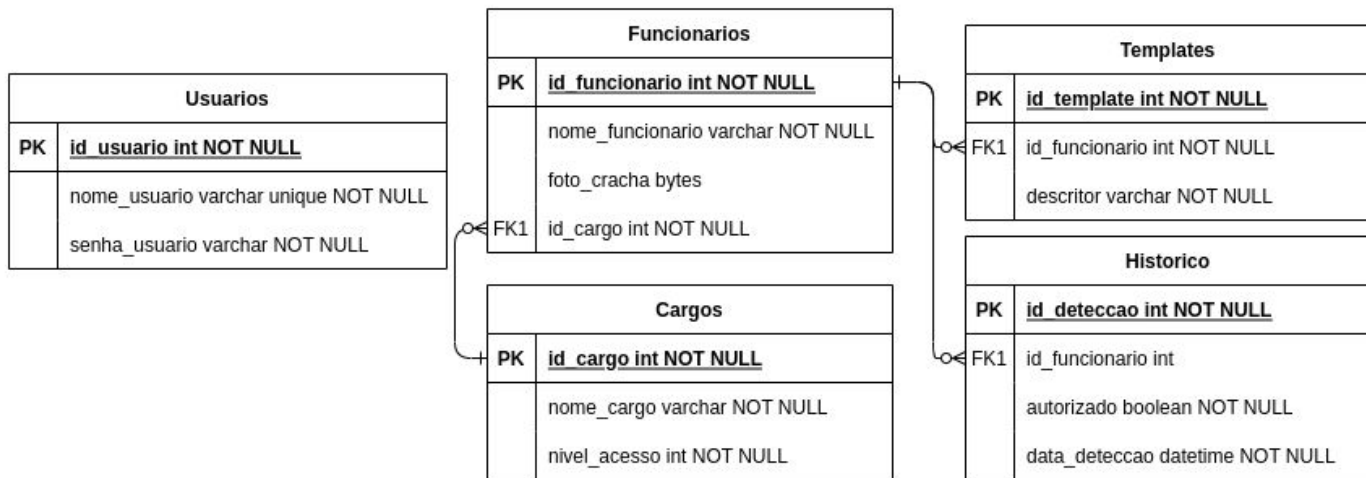
- Realizar o registro da base de dados do sistema biométrico.
- Realizar a identificação a partir de novas detecções.
- Visualizar histórico de detecções.
- Acessar servidor FTP do ESP32.
- Enviar requisições ao servidor HTTP.
- Cadastrar os funcionários.
- Cadastrar os cargos e níveis de acesso.





# BASE DE DADOS

- Banco de dados relacional - SQLite.
- Armazenar os *templates*.



Fonte: Elaborado pelo autor.



# BASE DE DADOS COLETADAS

- 5 indivíduos (2 homens e 3 mulheres).
- Cada um com 6 vídeos em ângulo frontal.
- 3 vídeos de frente e 3 vídeos de costas.
- Gravado com a câmera do ESP32-CAM

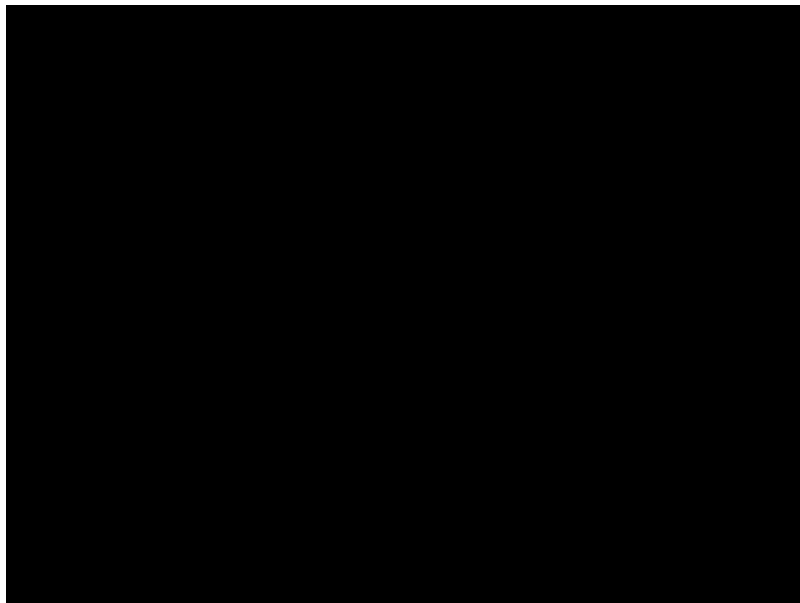


Fonte: Elaborado pelo autor.



## FASE DE REGISTRO

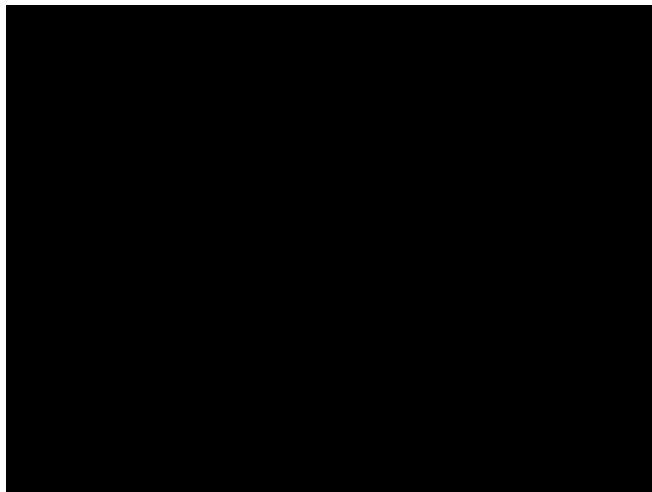
- Obtenção do vídeo do indivíduo caminhando.
- Extração das características.
- Armazenamento do *template* na base de dados.





# FASE DE AUTENTICAÇÃO

- Detecção em tempo real.
- *thread* concorrente.
  - Lista e baixa os arquivos no servidor FTP
  - Envia para o servidor HTTP
  - Aplica o 1-NN para identificar o indivíduo
  - Atualiza o feed de detecção





# CONCLUSÕES

- Reconhecimento de marcha, biometria suave e multibiometria.
- Implementação e experimentação com fusão entre métodos de reconhecimento de marcha baseados em poses 2D.
- Jangua e Marana (2020) e Lima e Schwartz (2019) → Fusão com mesmo tipo de dado biométrico.
- Jangua e Marana (2020) e Tavares et al. (2020) → Fusão multimodal.
- Construção de um sistema biométrico completo.
  - Pequena população.
  - Instrumentação simples.
  - Reconhecimento robusto.



# BIBLIOGRAFIA

CAO, Z.; HIDALGO, G.; SIMON, T.; WEI, S.-E.; SHEIKH, Y. Openpose: realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. arXiv preprint arXiv:1812.08008, 2018.

JAIN, A. K.; ROSS, A. A.; NANDAKUMAR, K. Introduction to biometrics. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011.

JANGUA, D. R. S.; MARANA, A. N. A new method for gait recognition using 2d poses. In: XVI Workshop de Visão Computacional (WVC 2020). [S.l.: s.n.], 2020.

KREISS, S.; BERTONI, L.; ALAHI, A. Pifpaf: Composite fields for human pose estimation. arXiv preprint arXiv:1903.06593, 2019.

LIMA, V. C. d.; SCHWARTZ, R. Gait recognition using pose estimation and signal processing. Iberoamerican on Pattern Recognition (CIARP 2019), v. 11896, p. 719–728, 2019.

MYSID; CYP. Euclidean Voronoi Diagram. 2022. Disponível em:  
<[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Euclidean\\_Voronoi\\_diagram.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Euclidean_Voronoi_diagram.svg)>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2022.



# BIBLIOGRAFIA

TAVARES, H. L.; NETO, J. B. C.; PAPA J. P.; COLOMBO, D. MARANA, A. N. People identification based on soft biometrics features obtained from 2d poses. 9th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS-2020), 2020.

WANG, L.; TAN, T.; NING, H.; HU, W. Silhouette analysis based gait recognition for human identification. IEEE trans Pattern Analysis and Machine Intelligence(PAMI), v. 25,n. 12, p. 1505–1518, 2003.

YU, SHIQI; TAN, DAOLIANG; TAN, TIENIU. A framework for evaluating the effect of view angle, clothing and carrying condition on gait recognition. In: 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06). [S.l.: s.n.], 2006. v. 4, p. 441–444. ISSN 1051-4651.

ZAH, J. ESP32-CAM-Video-Recorder. GitHub, 2022. Repositório do GitHub. Disponível em: <<https://github.com/jameszah/ESP32-CAM-Video-Recorder>>. Acesso em: 1 de Fevereiro de 2022.