



SBCAS2023



XXIII Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde

Internet das Coisas e Ambientes
Inteligentes Aplicados à Saúde

mini curso



Internet das Coisas e Ambientes Inteligentes no contexto da Saúde

Analúcia Schiaffino Morales (UFSC)
Silvio César Cazella (UFCSPA)

Analúcia Schiaffino Morales

DOCENTE DO PPGES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Possui graduação em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS (1993), mestrado em Ciência da Computação (1996) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC (2003). Professora do Departamento de Informática da UFSC desde 2013. É membro do Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade (PPGES). Revisora de trabalhos acadêmicos e científicos e avaliadora ad-hoc de projetos. Membro do Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes Aplicados à Saúde (CNPq). Em 2021, concluiu seu pós-doutorado em Sistemas Inteligentes de Saúde no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação e Gestão em Saúde (PPGTIGsaúde) da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, UFCSPA. Investigando Healthcare Internet of Things (IoT) aplicada a questões de gestão hospitalar e avaliação das novas tecnologias no suporte inteligente à decisão. Tem experiência em parcerias de projetos nacionais e internacionais em sistemas inteligentes e aplicações IoT. As áreas de interesse são: IoT aplicada à Saúde, IoT aplicada à Agricultura, Redes de Sensores Sem Fio, Sistemas de Apoio à Decisão, AI explicável e sistemas inteligentes.

<https://orcid.org/0000-0003-0990-8886>

<http://lattes.cnpq.br/1734491043363752>

<https://www.linkedin.com/in/analucia-schiaffino-morales>

E-mail: analucia.morales@ufsc.br



Silvio César Cazella

DOCENTE DO PPGTIG EM SAÚDE
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo concluído um ano deste doutorado na Universidade de Alberta no Canadá. Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e graduado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Atualmente é Professor Associado Nível III da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/Brasil. Pesquisadora permanente dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Gestão em Saúde e Educação em Saúde da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, e Pesquisador Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre e colaborador do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Membro do Centro de Inovação em Inteligência Artificial para Saúde (CIIA-Health) e do Centro de Inteligência Artificial Aplicada à Saúde (CIARS) no Brasil. Tópicos de Interesse: Inteligência Artificial, Sistemas como Sistemas de Recomendação, Sistemas Multiagentes, Sistemas Especialistas e Sistemas de Apoio à Decisão, Internet das Coisas e Internet das Coisas Médicas. Destaca-se ainda o Data Mining na área da Saúde e Educação bem como Business Intelligence e Machine Learning.



Endereço para acessar este currículo:

<http://lattes.cnpq.br/9173977294178020>

<https://orcid.org/0000-0003-2343-893X>

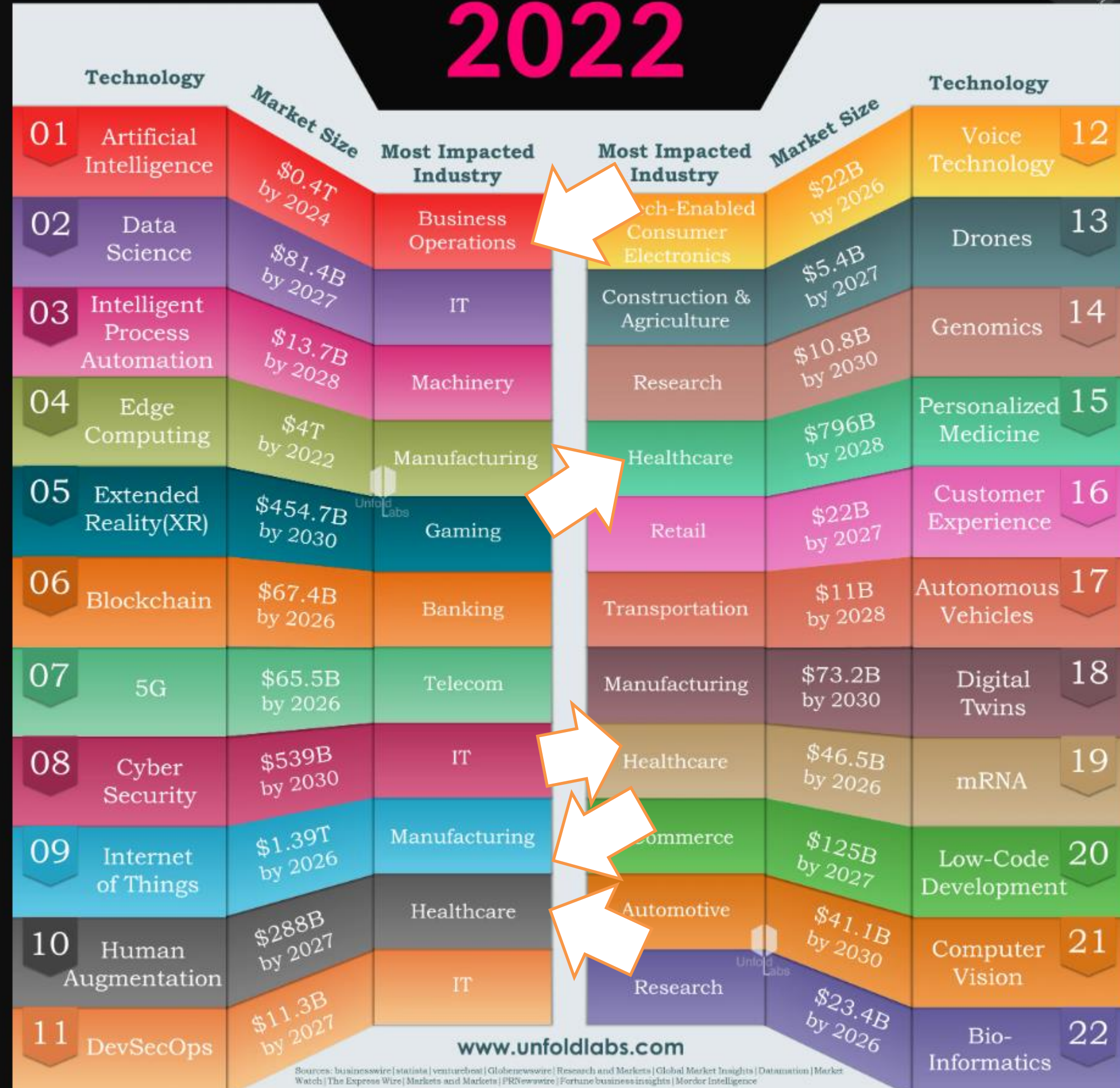
<https://www.linkedin.com/in/silviocazella/>

Email: silvio.cazella@gmail.com

Área da Tecnologia e Saúde

UMA BREVE INTRODUÇÃO

2022



Nesta compilação foi destacada a Internet das coisas (do inglês, *Internet of Things- IoT*), com uma previsão de investimento de 1,39 trilhões de dólares até 2026 , uma previsão de investimento de 726 bilhões de dólares até 2028 em Assistência Médica focada em Medicina Personalizada e previsão de investimento de 0,4 trilhões de dólares até 2024 em Inteligência Artificial (IA).

Relatório sobre Internet das Coisas



Baixe o Relatório de Plano de Ação (PDF - 3,3 MB) para o desenvolvimento de IoT no Brasil.

Estudo "Internet das Coisas"

O BNDES, em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), apoiou a realização de um estudo para o diagnóstico e a proposição de plano de ação para o país em Internet das Coisas (Internet-of-Things - IoT).

O estudo foi conduzido pelo consórcio McKinsey/Fundação CPqD/ Pereira Neto Macedo, selecionado por meio da Chamada Pública BNDES/FEP Prospecção nº 01/2016 – Internet das Coisas (Internet of Things - IoT).

Com o objetivo de realizar um diagnóstico e propor políticas públicas no tema Internet das Coisas para o Brasil, o estudo foi organizado em 4 fases:

1. Diagnóstico Geral e aspiração para o Brasil;
2. Seleção de verticais e horizontais;
3. Aprofundamento e elaboração de plano de ação (2018 - 2022); e
4. Detalhamento das principais iniciativas do plano de ação.

Objetivos das quatro fases do estudo

Foi estimado que até 2025, no mundo, a Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT) apresentando um impacto econômico de cerca de US\$ 4 a 11 trilhões, valor muito maior que a robótica avançada, as tecnologias de sistemas de nuvem (*cloud computing*), e superando até mesmo a rede de internet móvel. No Brasil, de acordo com o documento, o impacto potencial atingirá cerca de US\$ 50 a 200 bilhões nos próximos anos, valor que representa aproximadamente 10% do PIB brasileiro

Áreas em saúde

- (1) tratamento de doenças crônicas;
- (2) tratamento de doenças infectocontagiosas;
- (3) promoção e prevenção da saúde;
- (4) melhoria na eficiência de gestão.

- O “Centro de Inteligência Artificial aplicada à Saúde” coordenado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que se constitui em uma rede aprovada no Programa de Redes Inovadoras de Tecnologias Estratégicas (RITEs) do estado do Rio Grande do Sul, tendo por objetivo desenvolver pesquisa científica de excelência e gerar tecnologia e inovação tendo como Eixo Estratégico Prioritário “Ciência de Dados e Inteligência Artificial” e como Tecnologia Estratégica Predominante “Inteligência Artificial” e “Computação em Nuvem”.



- 44 pesquisadores
- 10 instituições
- Projeto de 4 anos
- Financiamento FAPERGS 2.4M



Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes Aplicados à Saúde (CNPq).

4

DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvimento de vestíveis
Segurança e privacidade
IA explicável

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA (1)

Internet das Coisas
para saúde

1

MINI CURSO



3

APLICAÇÕES

Doenças crônicas
Envelhecimento da
população
Outras áreas

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA (2)

Ambientes inteligentes

2



Fundamentação Teórica

Fundamentos

IoT e ambientes
inteligentes

01

Internet das Coisas na saúde

Definição e diferentes denominações que existem na literatura

02

Internet das Coisas

Infraestrutura e padronização internacional

03

Arquitetura para IoT em saúde

Coisas, comunicação e nuvem

04

Sistemas e Ambientes Inteligentes

Definições

05

Questões práticas

Passo a passo para se conectar um ESP32 à uma nuvem



Denominações

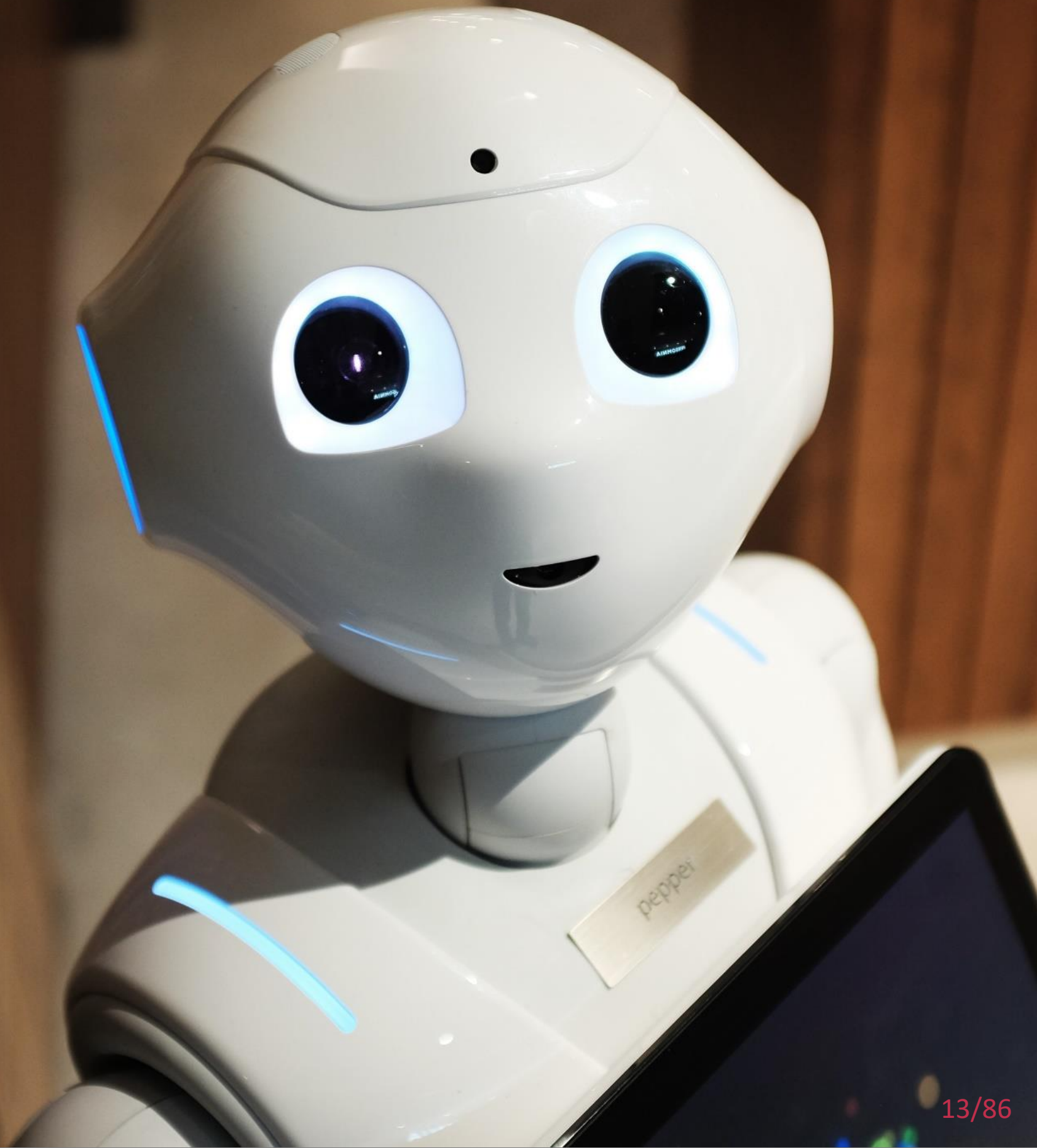
Medicine 4.0, health 2.0, e-Health, Internet of Medical Things, ou ainda IoT framework for healthcare (IoTHeF).

Além disso, uma série de novas definições vêm sendo relacionadas aos temas sobre saúde e tecnologia, principalmente saúde digital

Definição

Apesar das várias nomenclaturas encontradas na literatura, o termo adotado no minicurso é "Internet das Coisas em Saúde" (*Healthcare Internet of Things - HIoT*).

Um ecossistema abrange sensores, recursos de comunicação, gateways, servidores em nuvem e outros elementos necessários para coletar, processar e analisar dados de saúde, além de tomar decisões e conectar as ações relacionadas aos pacientes, médicos e profissionais de saúde.



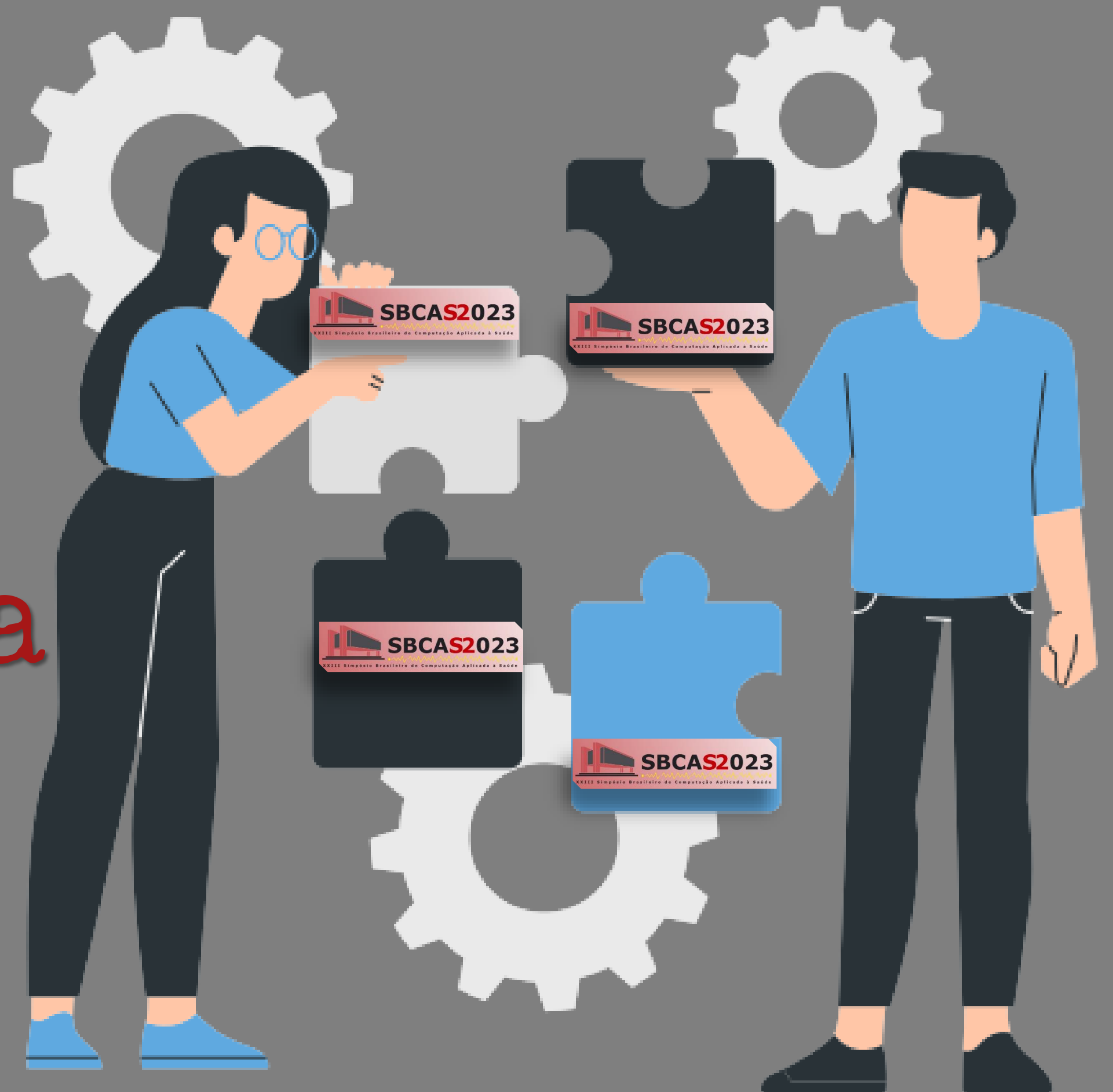
HIOT

A implantação pode ocorrer em hospitais, unidades de saúde, clínicas, residências ou em uma cidade inteligente, onde diferentes recursos, como controle de **tráfego** urbano, também podem ser incluídos, para interligar o hospital com o atendimento de urgência, por exemplo. Estimar o tempo que a ambulância leva para chegar ao hospital.

Vantagens	Desvantagens
Monitoramento em tempo real dos sinais vitais dos pacientes, permitindo um acompanhamento mais efetivo e ágil.	Preocupações com privacidade e segurança dos dados pessoais dos pacientes.
Diagnósticos mais precisos melhorando a tomada de decisão devido o acesso aos dados de forma constante e precisa.	Custo elevado dos dispositivos de Internet das Coisas e de sua implementação no sistema de saúde.
Melhoria da eficiência dos cuidados de saúde, concentração centrada nos pacientes e acompanhamento das informações.	Possíveis problemas técnicos e de manutenção dos dispositivos de Internet das Coisas devido a comunicação sem fio e uso de dispositivos com baterias.
Redução de erros médicos e aumento da segurança do paciente.	Potenciais limitações do alcance da tecnologia, como é o caso da cobertura de telefonia móvel 5G.
Melhora da comunicação entre médicos e pacientes, permitindo acesso fácil e constante às informações de saúde.	Possível dificuldade em integrar a tecnologia com o sistema de saúde já existente.

Infraestrutura

Internet das Coisas





Segundo ITU-T

“A Internet das coisas (IoT) pode ser percebida como uma visão de longo alcance com implicações tecnológicas e sociais. Do ponto de vista da padronização técnica, a IoT pode ser vista como uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo serviços avançados interconectando coisas (físicas e virtuais) com base em tecnologias de informação e comunicação (TIC) interoperáveis existentes e em evolução. **Através da exploração de capacidades de identificação, captura de dados, processamento e comunicação,** a IoT faz pleno uso de "coisas" para oferecer serviços a todos os tipos de aplicativos, garantindo que os requisitos de segurança e privacidade sejam atendidos”.

INTERNET OF THINGS AND SMART CITIES AND COMMUNITIES

General	Y.4000-Y.4049
Definitions and terminologies	Y.4050-Y.4099
Requirements and use cases	Y.4100-Y.4249
Infrastructure, connectivity and networks	Y.4250-Y.4399
Frameworks, architectures and protocols	Y.4400-Y.4549
Services, applications, computation and data processing	Y.4550-Y.4699
Management, control and performance	Y.4700-Y.4799
Identification and security	Y.4800-Y.4899
Evaluation and assessment	Y.4900-Y.4999

International Telecommunication Union

ITU-T

TELECOMMUNICATION
STANDARDIZATION SECTOR
OF ITU

Y.2066

(06/2014)

SERIES Y: GLOBAL INFORMATION
INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS
AND NEXT-GENERATION NETWORKS

Next Generation Networks – Frameworks and functional
architecture models

Common requirements of the Internet of things

Normas disponíveis no ITU-T

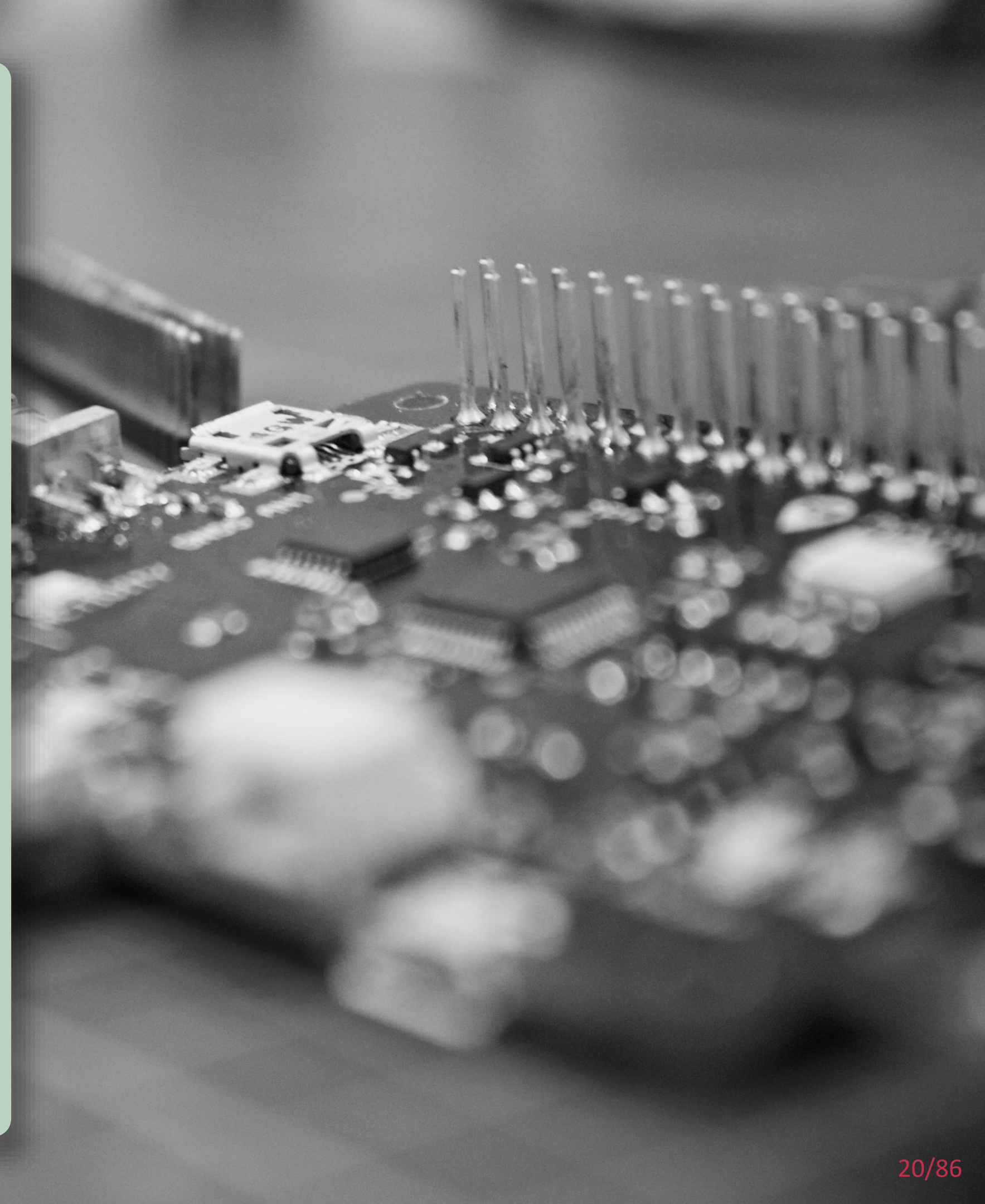


Requisitos Funcionais

- Requisitos de suporte de aplicativos;
- Requisitos de serviço;
- Requisitos de comunicação;
- Requisitos do dispositivo;
- Requisitos de gerenciamento de dados;
- Requisitos de segurança e proteção de privacidade.

Requisitos Não Funcionais

Interoperabilidade;
Escalabilidade;
Confiabilidade;
Alta disponibilidade;
Adaptabilidade;
Gerenciabilidade.





Dispositivo high processing and high connectivity (HPHC)

- Um dispositivo IoT que não apenas possui alta capacidade de conectividade, permitindo que ele se conecte diretamente a aplicativos e serviços em nuvem, mas também possui capacidade de processamento alta o suficiente para tomar decisões e executar algoritmos complexos (por exemplo, inteligência artificial (IA) algoritmos relacionados).
- Os dispositivos possuem características autônomas, tomando decisões sobre suas próprias funções e também coordenando outros dispositivos dentro do ecossistema de comunicação.

Dispositivo low processing and high connectivity (LPHC)

- Um dispositivo IoT que atua apenas como uma interface para coleta de dados de coisas físicas ou do ambiente que ele pertence e/ou realiza operações em coisas físicas ou deste ambiente.
- O dispositivo apresenta recursos de conectividade suficientes para se conectar diretamente às redes de comunicação.





Dispositivo low processing and low connectivity (LPLC)

- Um dispositivo IoT que atua apenas como uma interface para coleta de dados de coisas físicas ou do ambiente e/ou executa operações em coisas físicas ou do ambiente.
- Este dispositivo não possui recursos de processamento suficientes para tomar decisões ou executar algoritmos complexos; ele também não possui recursos de conectividade suficientes para se conectar diretamente às redes

Arquitetura para Internet das Coisas em saúde





Arquitetura

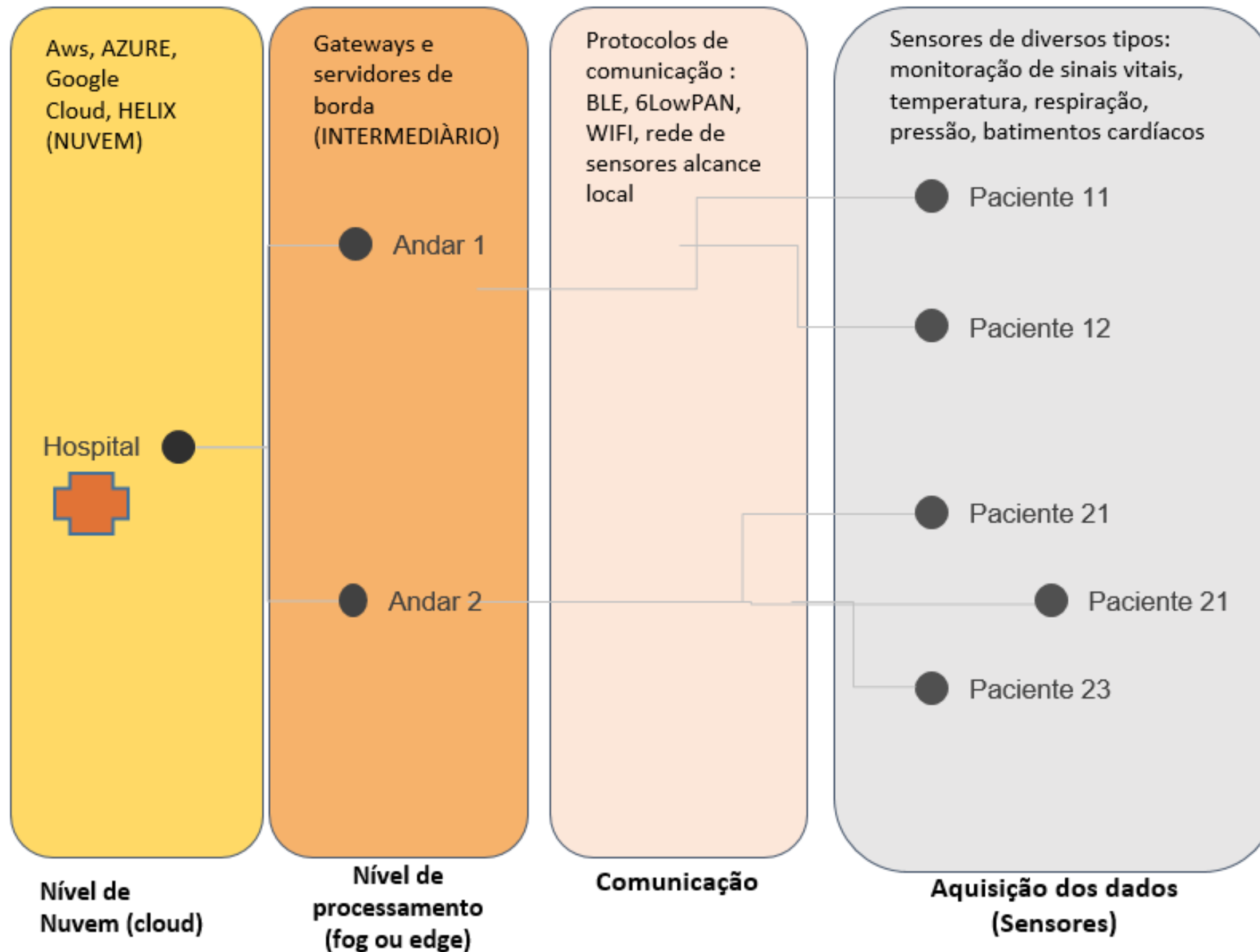
- Coisas
- Comunicação
- Nuvem e distribuição

Arquitetura

protocolos de comunicação sem fio
(BLE, 6lowPAN, IEEE 802.15.4,
LoraWan, Sigfox, subGHz)



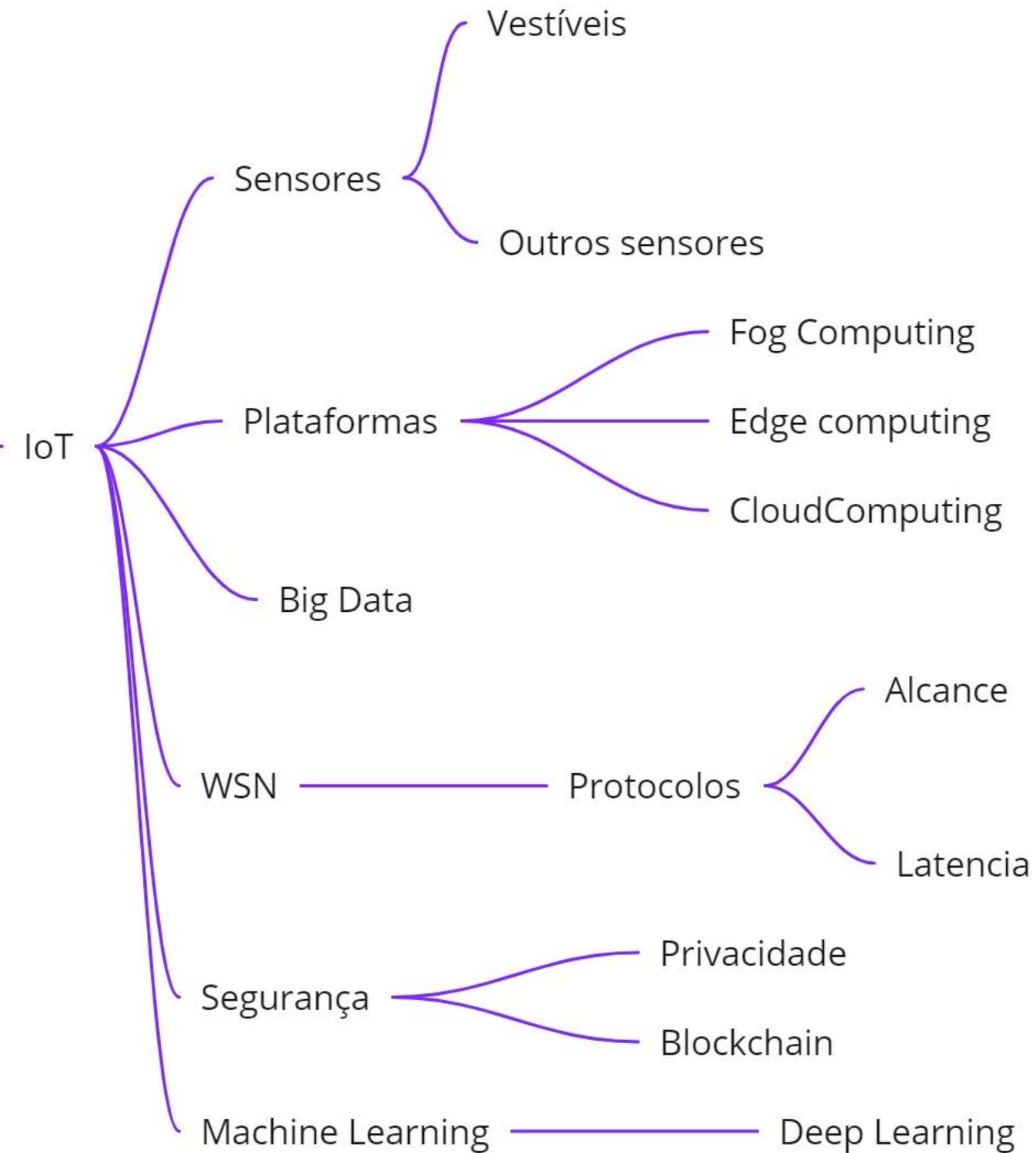
elementos chave da arquitetura de IoT para saúde



PROCESSAMENTO E
Cloud Computing

COMUNICAÇÃO

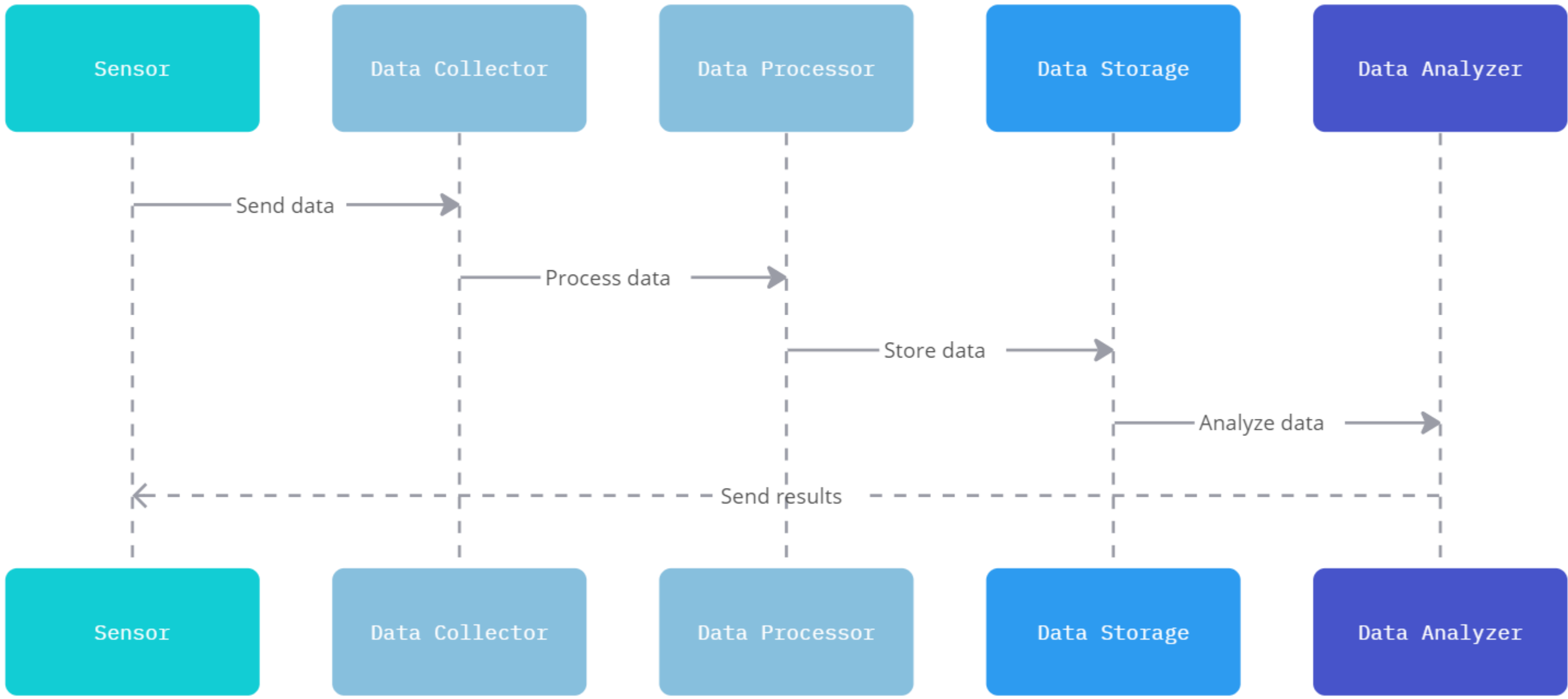
COISAS



Aquisição de sinais

- Os parâmetros que se deseja monitorar, seja de um paciente, ou de um ambiente.
- A aquisição de parâmetros físicos, não invasivos tem apresentado grande interesse nos últimos anos.
- Mas estudos com sensores químicos tem avançado.

sensores





Aquisição de sinais

- Frequência cardíaca e a variação da frequência cardíaca
- Temperatura da pele
- Temperatura corporal
- Respiração (Oxigenação)
- Resposta galvânica da pele/Atividade eletrodérmica
- Eletroencefalograma
- Eletrocardiograma
- Eletromiograma

RETRAIR

Araranguá Corrida

5,02
QUILÔMETROS

TEMPO **34:47**
RITMO **6:56/km**
GANHO ELEV. **28 m**
FC MÉDIA **170 bpm**

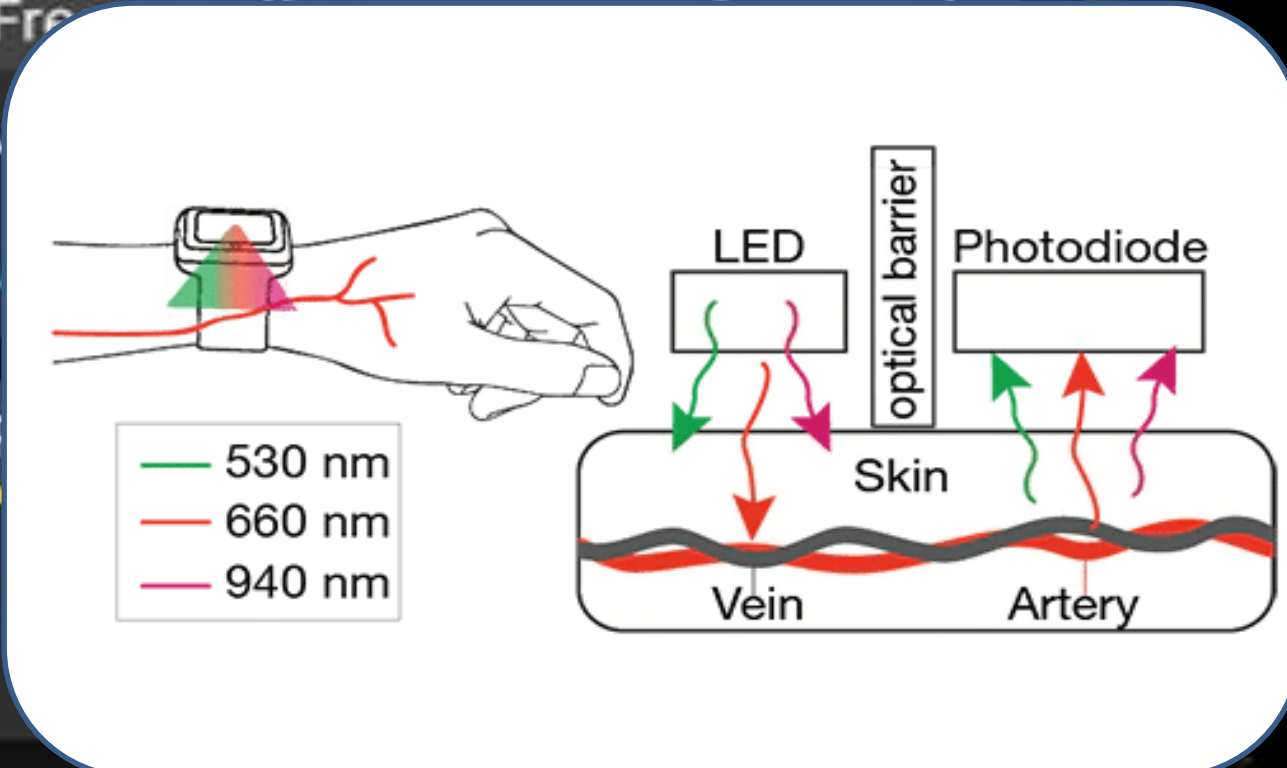
ÚLTIM

6.

Minutos de intensidade

103 / SEMANA

OBJETIVO **150**
MODERADO **9**
VICIOSO **47**



segunda-feira, 28 de out de 2019

6 h 19 m
Sono total

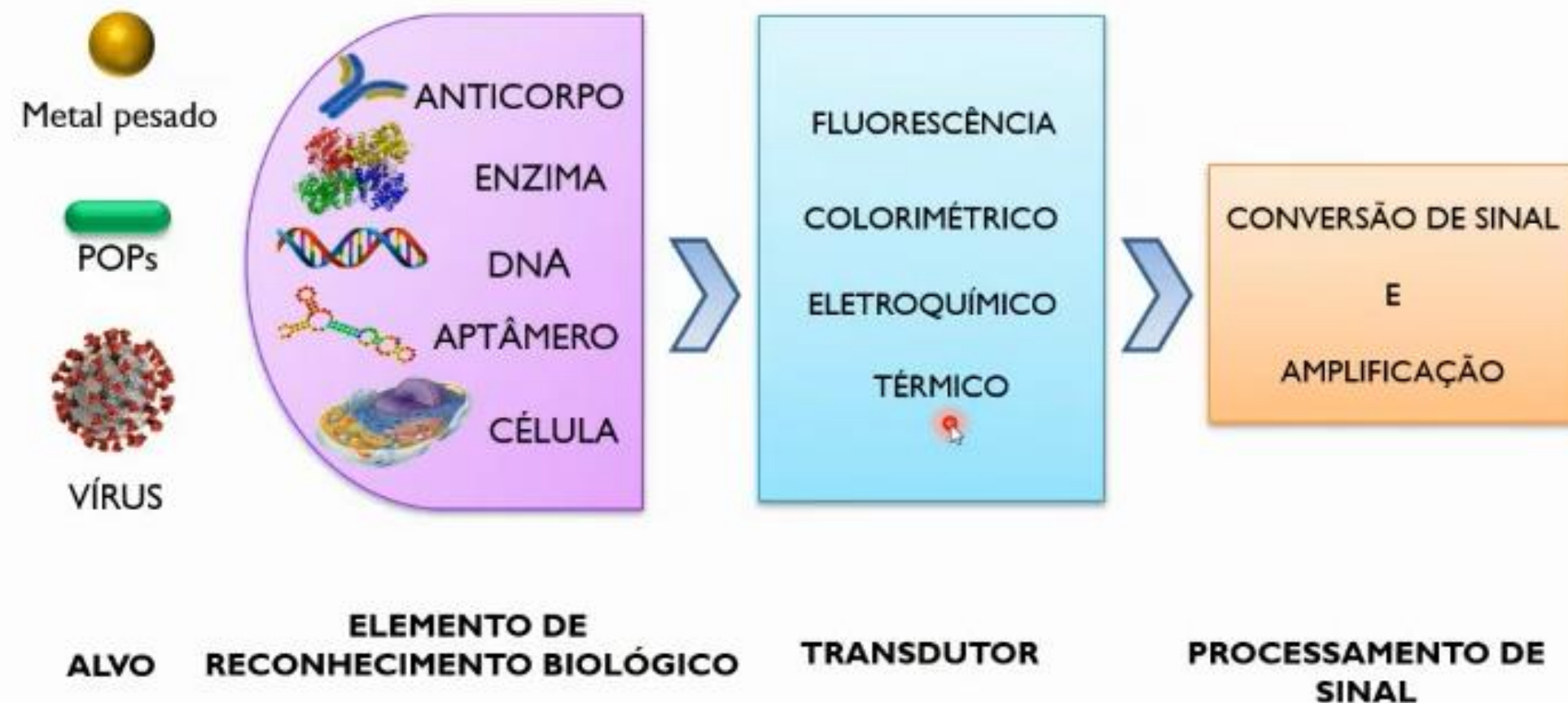
3 h 22 m Profundo
2 h 57 m Leve

7 m Acordado

Isso pode levar alguns minutos. Verifique mais tarde.

Saiba mais

“Biossensor é um dispositivo receptor-transdutor, integrado capaz de fornecer informação analítica quantitativa ou semi-quantitativa utilizando um elemento de reconhecimento biológico” (IUPAC)



Mais sensores

- Marca-passo cardíaco
- Terapia para Apneia do sono
- Controle de Doença pulmonar Obstrutiva Crônica (DOC)
- Monitoramento e regulação do nível de glicose no sangue
- Medição de Doenças Cardíacas
- Garantir a segurança de pessoas com doenças cerebrais.
- Tratamento para insuficiência renal
- Tratamento da dor crônica por doenças do sistema esquelético.
- Prevenção de queimaduras solares

Comunicação

Em muitos trabalhos são mencionados, uma camada de comunicação. Trata-se dos protocolos empregados nos sensores e dispositivos de aquisição de sinais. Na área aplicada à saúde tem-se, os principais: 6LowPAN, BLE, Wifi. **5G**



Comunicação

- 6LowPAN
- Bluetooth Low Energy
- Wireless Protocol
- MQTT
- 5G/6G

O que estes protocolos têm em comum e por que o uso em ambientes internos?

Tipos de Redes

- Quais os protocolos de comunicação usados em WBANs?

No entanto, no contexto de IoT ainda temos a questão do ambiente, então os dispositivos podem coletar informações da forma como WBANs e também informações do ambiente.

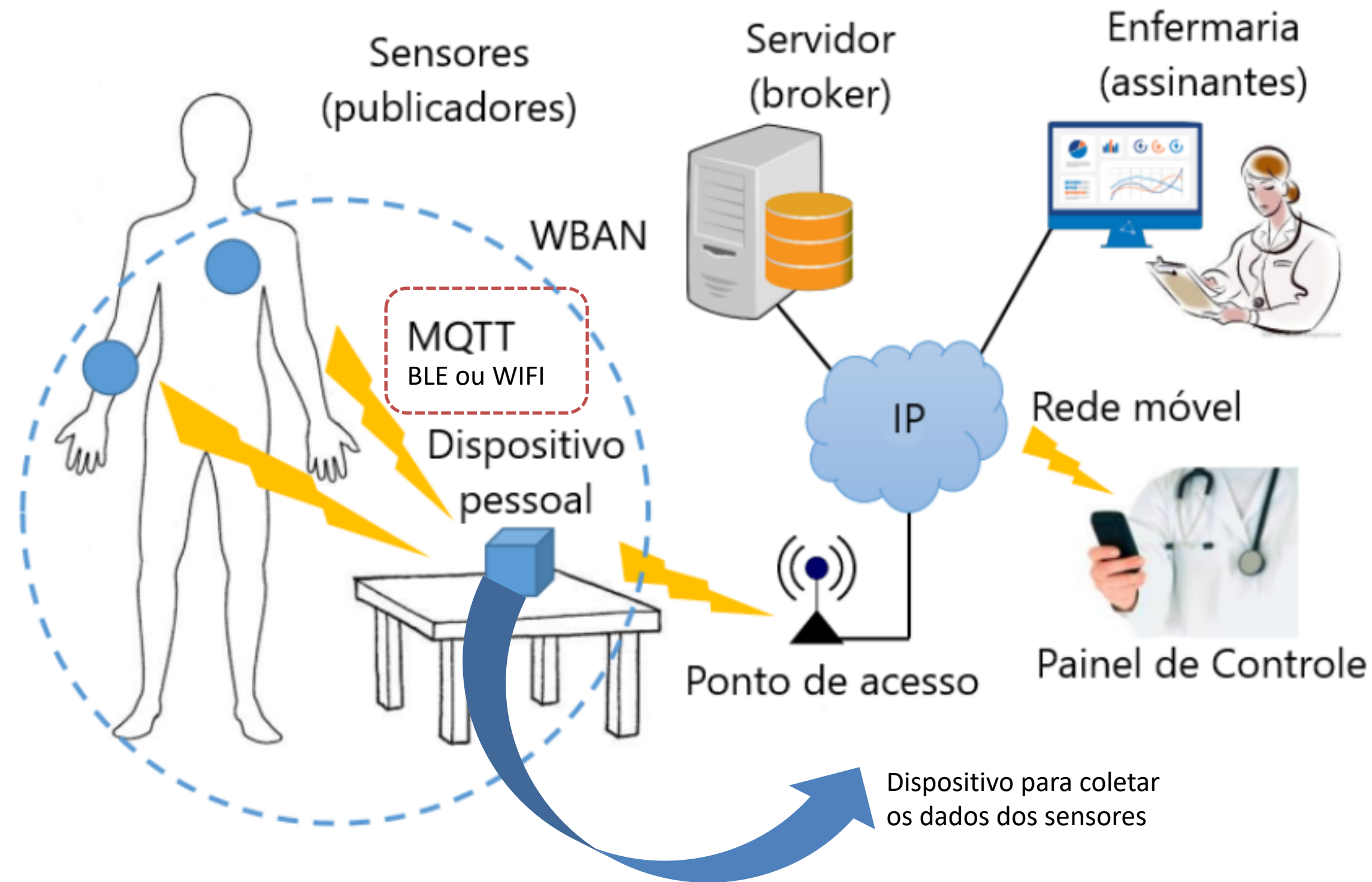
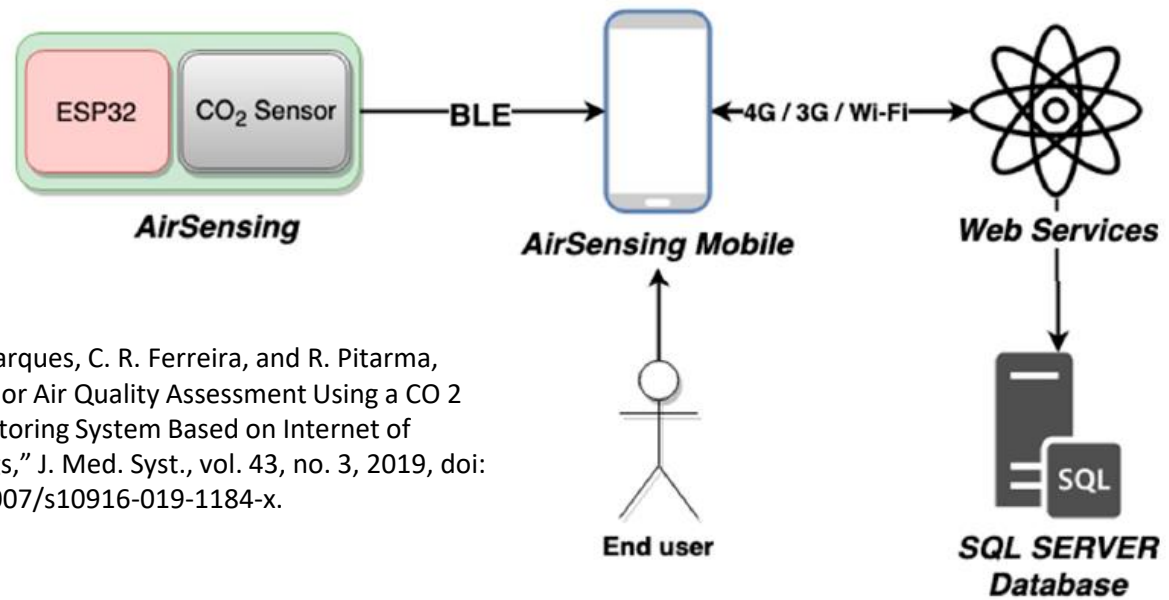
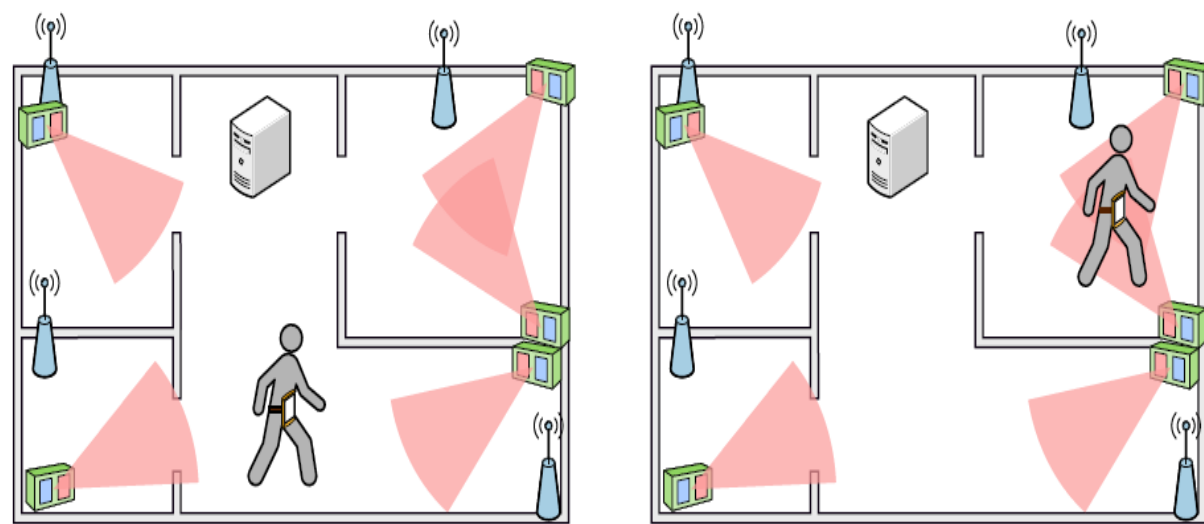


Figura 4.5. Estudo de caso do WBAN: sistema de monitoramento remoto do paciente



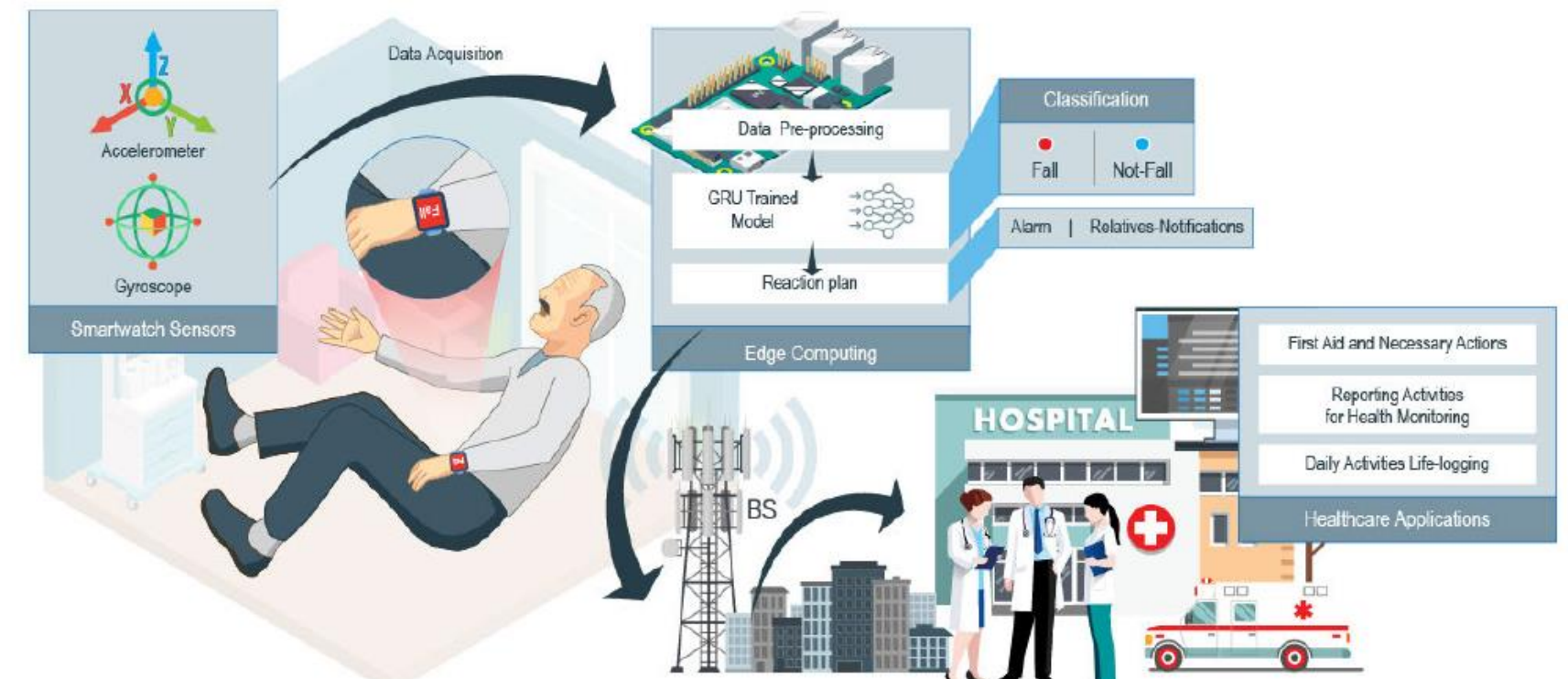
G. Marques, C. R. Ferreira, and R. Pitarma, "Indoor Air Quality Assessment Using a CO₂ Monitoring System Based on Internet of Things," *J. Med. Syst.*, vol. 43, no. 3, 2019, doi: 10.1007/s10916-019-1184-x.

Figure 1. System architecture.

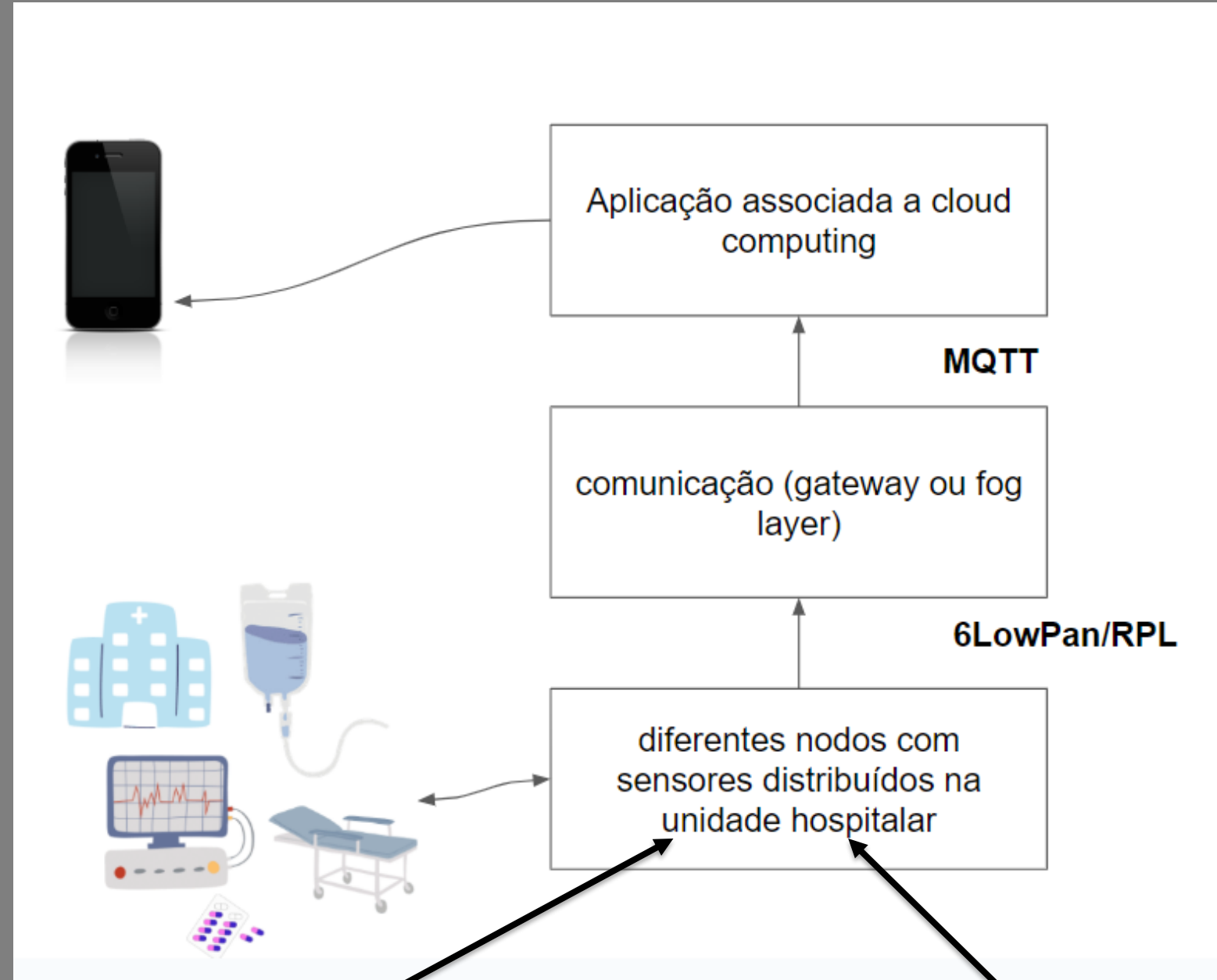
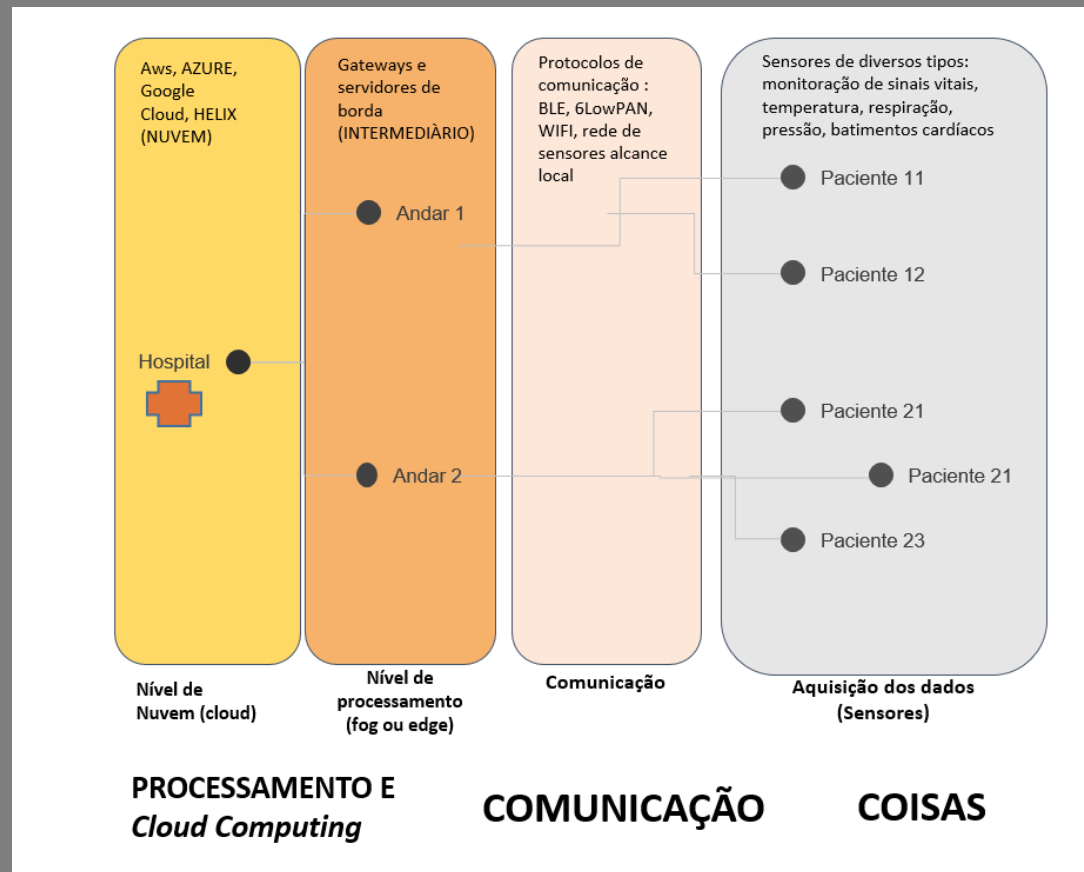


M. Kolakowski, "Improving accuracy and reliability of Bluetooth Low-Energy-based localization systems using proximity sensors," *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 19, 2019, doi: 10.3390/app9194081.

Sensores de ambiente de vida assistida



M. S. Al-Rakhmi *et al.*, "FallDeF5: A Fall Detection Framework Using 5G-Based Deep Gated Recurrent Unit Networks," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 94299–94308, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3091838.



Características deste tipo de Transmissão:
 Curto alcance e alta densidade de dispositivos
 Frequência 2.4GHZ
 Densidade baixa e alta,
 No modelo sem mobilidade



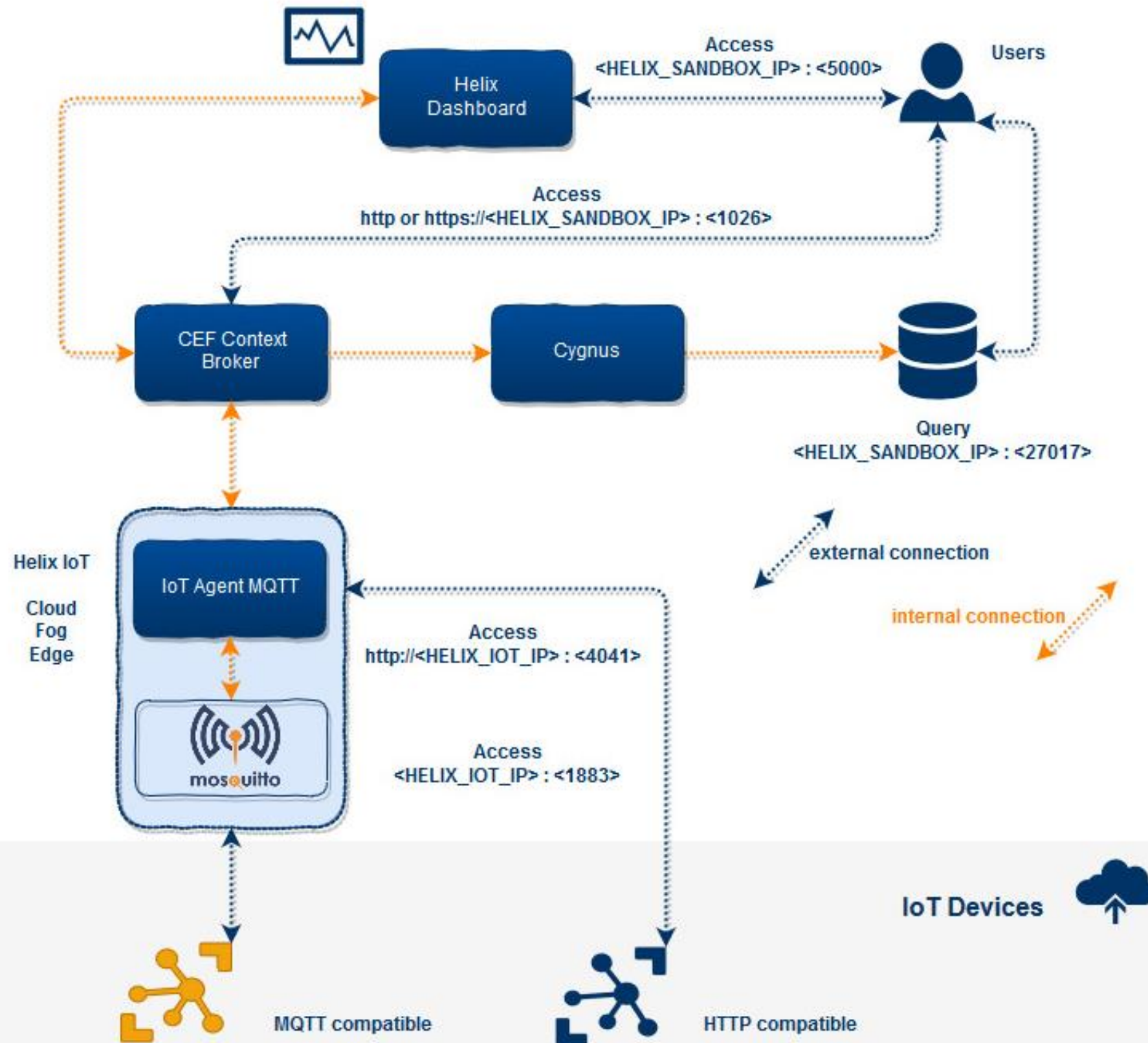
Simulação
 COOJA/CONTIKI

Processamento e Cloud Computing

O armazenamento de dados pode ser diretamente encaminhado para um Sistema distribuído, ou ser pré-processado por um Sistema Intermediário (que em muitos trabalhos aparecem como *Edge* ou *Fog Computing*).



Helix Sandbox Architecture with MQTT



Outros exemplos de nuvens que podem ser utilizadas para testar os protótipos

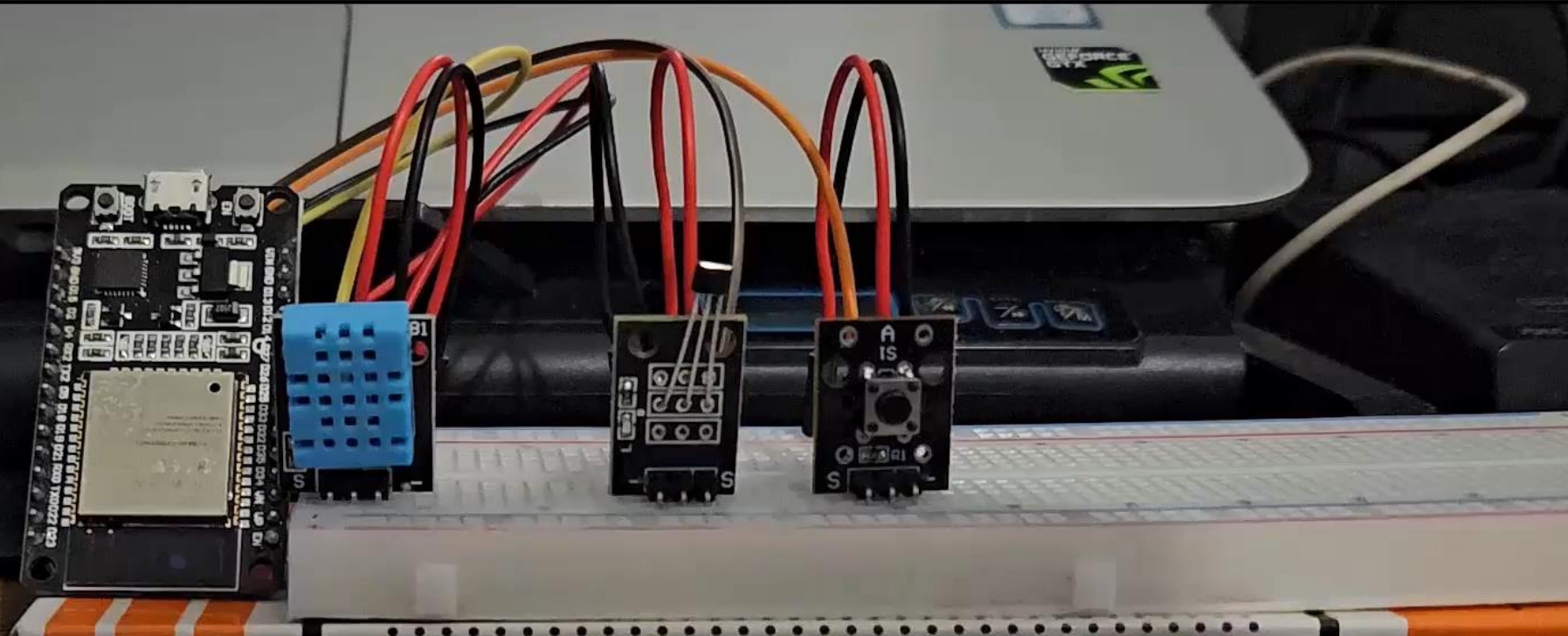
- Home Assistant
<https://www.home-assistant.io>
- Thing Speak
<https://thingspeak.com/>
- Outras plataformas:
 - Helix Sandbox
 - Blynk
 - etc.

Exemplo prático

Esp32 offline

O Esp32 não está conectado na rede, Os valores não estão sendo atualizados

A demonstração que será apresentada foi feita utilizando um esp32, 3 sensores, o DHT11 (humidade e temperatura), switch magnético e botão, o sistema Home Assistant e o Broker MQTT Mosquitto Broker. O home Assistant é uma plataforma versátil com foco em automação de casa, porém deve ser hospedada pelo usuário, nesse caso ela está sendo executada em uma máquina virtual. As configurações mqtt devem ser realizadas em YML, mas toda a documentação pode ser encontrada no site deles. O esp32 foi programado utilizando a Arduino IDE, foram utilizadas as bibliotecas PubSub para enviar as mensagens MQTT e a biblioteca do DHT11



Como reproduzir o projeto

Configuração Home Assistant

- Instalar o Home Assistant em uma máquina virtual, ou como o sistema operacional de um servidor (<https://www.home-assistant.io/installation/>).
- Fazer as configurações iniciais e obrigatórias do Home Assistant.
- Ir em configurações e instalar os add-ons do Mosquitto broker e Studio Code Server. Se você for usar um broker MQTT externo não é necessária a instalação do Mosquitto Broker no Home Assistant.
- Iniciar Serviço MQTT, nas configurações do add-on é possível alterar configurações do Broker, como as portas, a necessidade de autenticação e senha.
- Nas configurações em Dispositivos e Serviços, precisamos adicionar a Integração do MQTT. Clicando em Adicionar integrações no canto inferior direito e pesquisando por MQTT.
- Na instalação local do Mosquitto broker o Home assistant configura o a Integração automaticamente, no uso de um broker externo é necessário incluir ip, login e senha, quando necessário.
- Agora para adicionarmos os nossos dispositivos MQTT precisaremos fazer as configurações em yaml. Utilizando a extensão do Studio Code Server para editar a o arquivo configuration.yaml
- As configurações dos dispositivos MQTT podem ser encontrados em <https://www.home-assistant.io/integrations/mqtt/>
- Agora basta criar um Dashboard, e adicionar os widgets desejados, gráficos, entidades, existem inúmeras opções.
- Para copiar nossa demonstração na página de edição, nos 3 pontos do canto superior direito ir em raw configuration código enviado.

Como configurar o ESP

- Será necessário instalar a Arduino IDE;
- Dentro da IDE precisamos adicionar o esp32, para isso vamos em File > Preferences > Additional Boards Manager e adicionamos o link “https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json”
- Em Boards Manage, na barra lateral esquerda, procurar esp32 e instalar.
- Precisamos também Instalar a Biblioteca PubSubClient, responsável pelo envio e recebimento de mensagens mqtt no esp.
- Na barra lateral em Library Manager, procurar PubSubClient, nesse mesmo lugar que deverá ser instalada qualquer biblioteca de sensores, no nosso caso é preciso do DHT sensor library criado por Adafruit
- Selecionar o micro controlador correto, no nosso caso DOIT ESP32 DEVKIT V1 e a porta serial correta
- Sensores utilizados:
 - DHT11 (GPIO4): Sensor de Temperatura e Humidade.
 - Hall Effect Sensor 44e (GPIO15): Sensor digital magnético.
 - Botão (GPIO15)
 - Led Interno do ESP32 (GPIO2)

Código Home Assistant

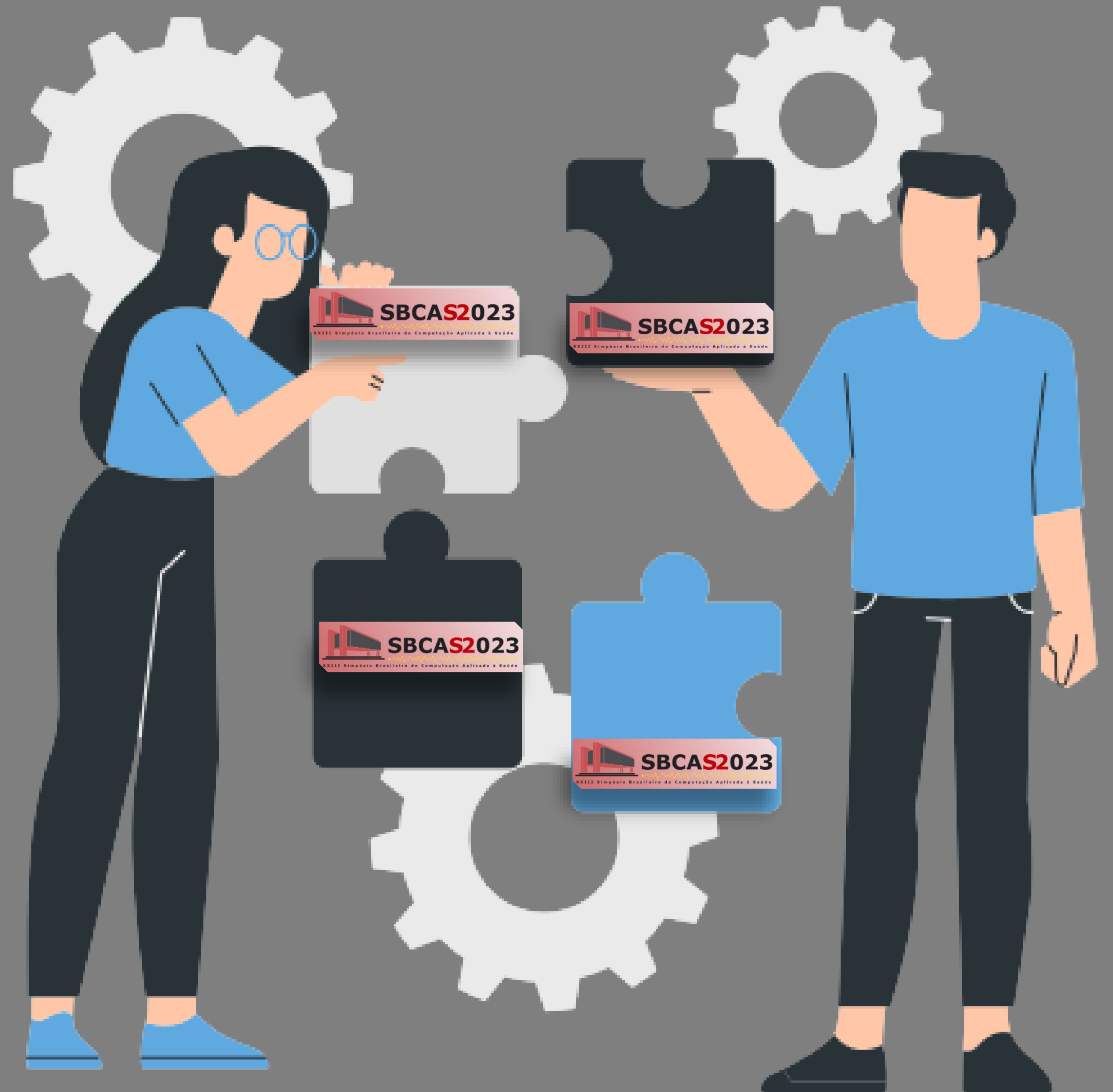
Adicionar em configuration.yaml:

```
mqtt:
  sensor:
    - name: "Temperatura"
      unique_id: "temperature"
      state_topic: "server/sensors/s1/t"
      unit_of_measurement: "°C"
      value_template: "{{ value | round(2) }}"
      availability:
        - topic: "esp32/status/s1"
          payload_available: "esp32_01_connected"
          payload_not_available: "esp32_01_disconnected"
    - name: "Humidade"
      unique_id: "humidity"
      state_topic: "server/sensors/s1/h"
      unit_of_measurement: "%"
      value_template: "{{ value | int }}"
      availability:
        - topic: "esp32/status/s1"
          payload_available: "esp32_01_connected"
          payload_not_available: "esp32_01_disconnected"
```

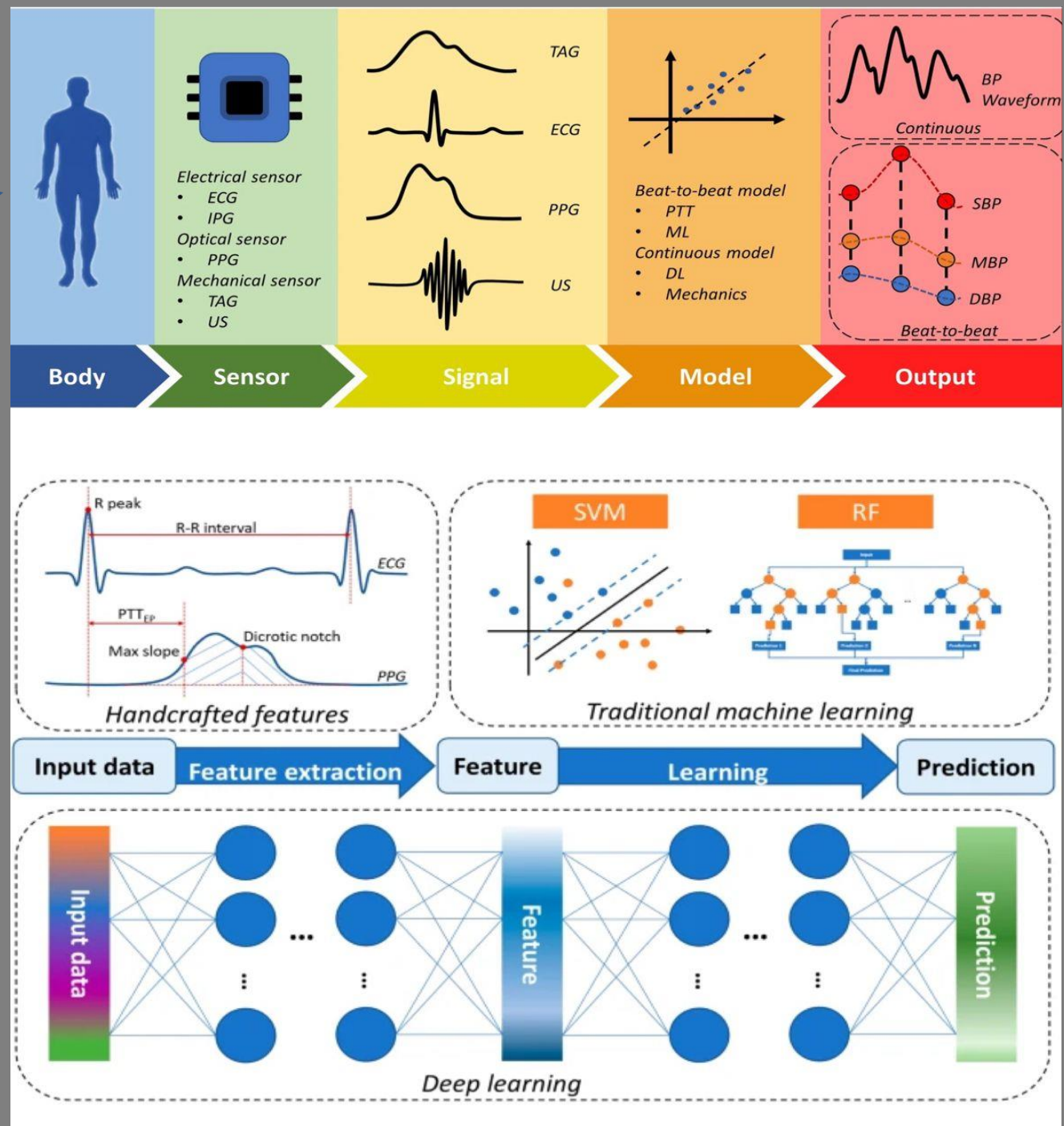
```
binary_sensor:
  - name: "Magnético"
    unique_id: "hall"
    state_topic: "server/sensors/s1/hall"
    payload_on: "0"
    payload_off: "1"
    availability:
      - topic: "esp32/status/s1"
        payload_available: "esp32_01_connected"
        payload_not_available: "esp32_01_disconnected"
  - name: "Botão"
    unique_id: "button"
    state_topic: "server/sensors/s1/button"
    payload_on: "0"
    payload_off: "1"
    availability:
      - topic: "esp32/status/s1"
        payload_available: "esp32_01_connected"
        payload_not_available: "esp32_01_disconnected"

switch:
  - name: "Light"
    unique_id: "esp32_light"
```

Ambientes Inteligentes para Internet das Coisas em saúde



Ambientes Inteligentes/Sistemas Inteligentes



Como transformar os sistemas e ambientes inteligentes?

Sistemas de recomendação e auxílio a tomada de decisões

Médicos?
Pacientes?

Frank Kumli
Head of Innovation & Entrepreneurship Member of the Management Board

BASEL AREA
MORE TO DISCOVER

Basileia, Basileia-Cidade, Suíça · Informações de contato

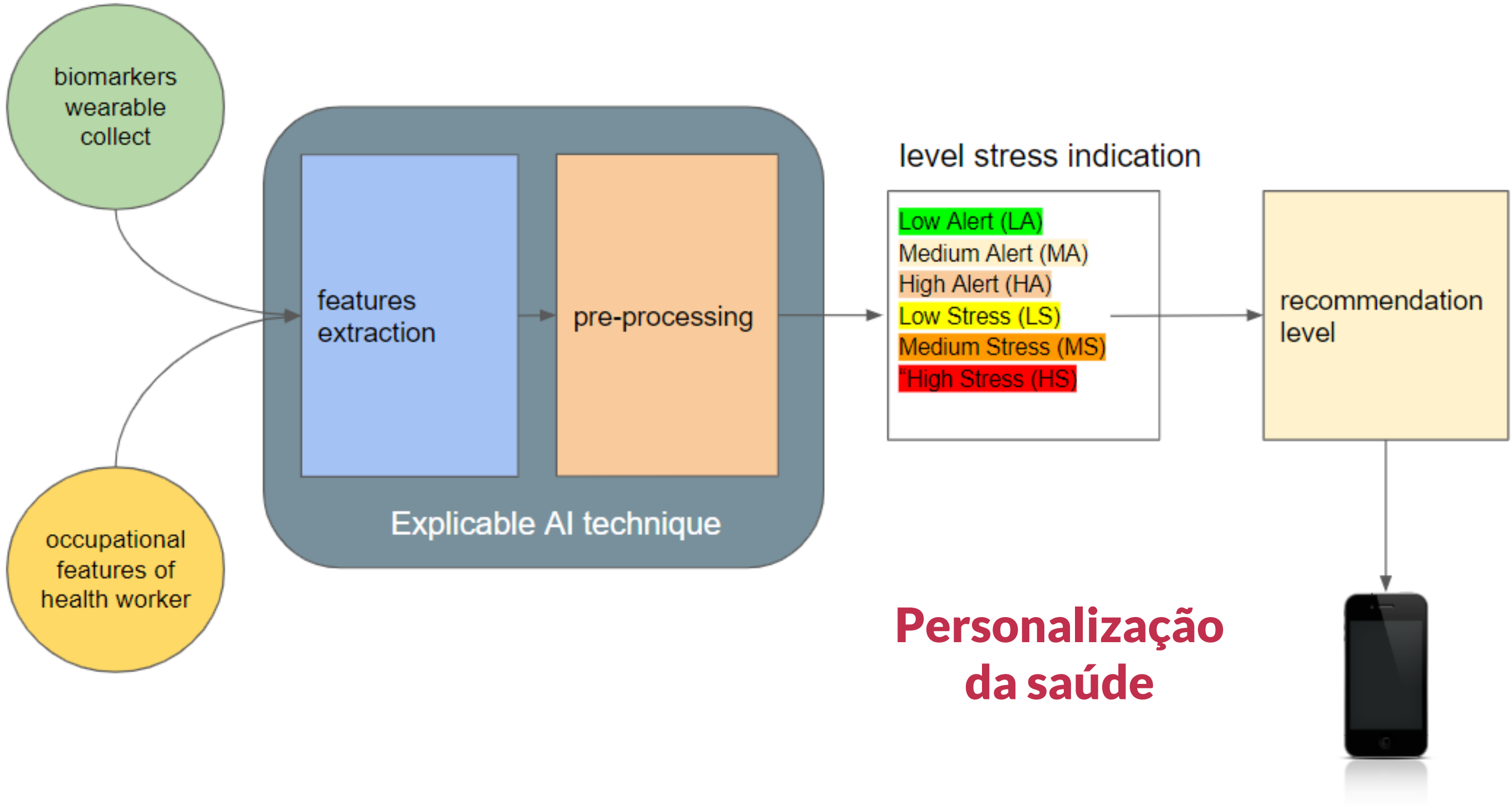
75.411 seguidores · + de 500 conexões

Usuário seguido por Silvio Cesar Cazella, Rodrigo Meurer, e mais 1 pessoa

Enviar mensagem Mais

Zhao, L., Liang, C., Huang, Y. *et al.* Emerging sensing and modeling technologies for wearable and cuffless blood pressure monitoring. *npj Digit. Med.* **6**, 93 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00835-6>

Ambientes Inteligentes/Sistemas Inteligentes



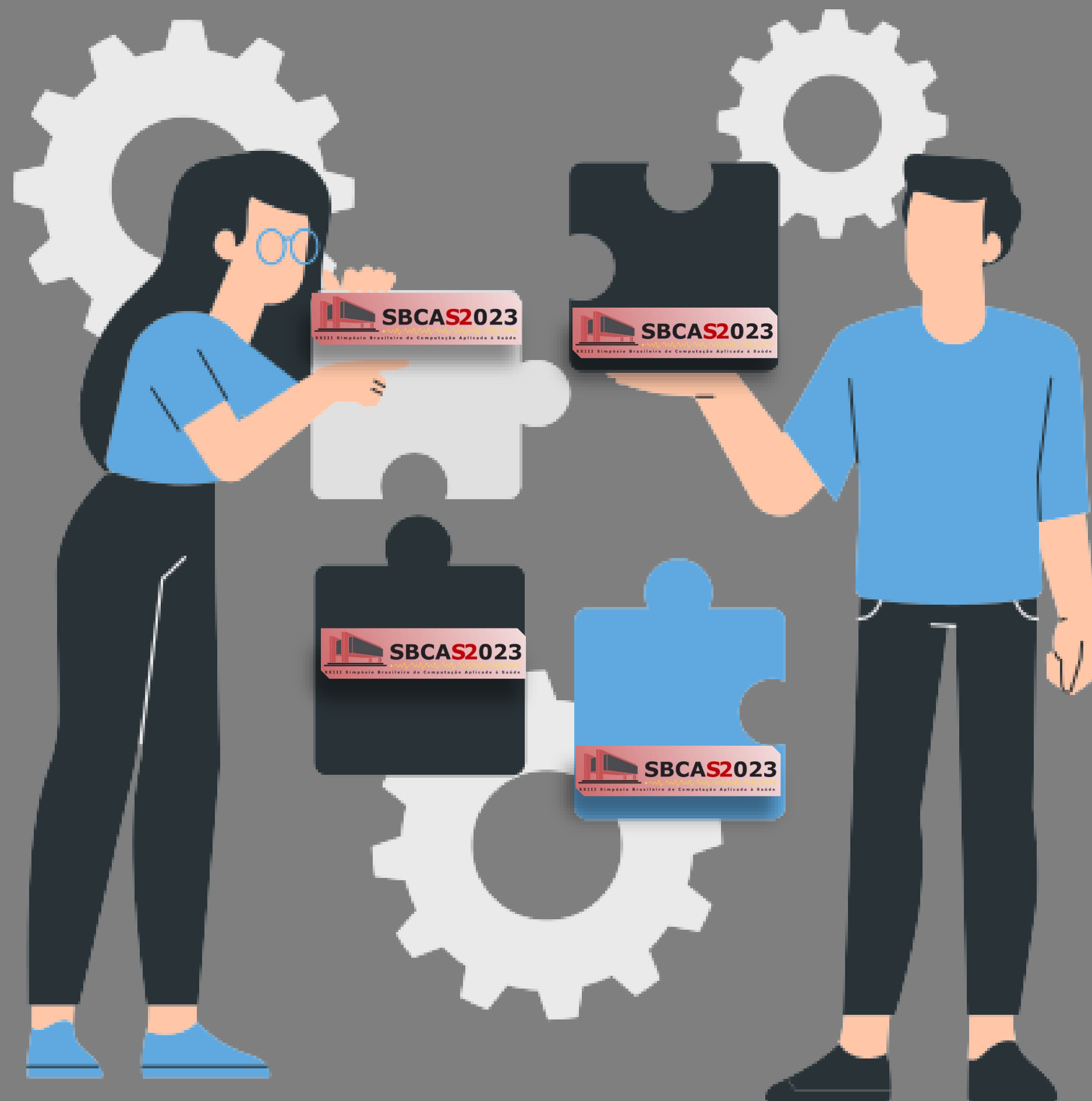
Morales, A.S., de Oliveira Ourique, F., Morás, L.D., Cazella, S.C. (2022). Exploring Interpretable Machine Learning Methods and Biomarkers to Classifying Occupational Stress of the Health Workers. In: Marques, G., González-Briones, A., Molina López, J.M. (eds) Machine Learning for Smart Environments/Cities. Intelligent Systems Reference Library, vol 121. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97516-6_6



APLICAÇÕES

Aplicações

Internet das Coisas
em Saúde



Tópicos

01

**Doenças
Cardiovasculares**

03

**Diabetes
Mellitus Tipo 1**

02

**Monitoração
do Ar**

04

**Envelhecimento
da população**



Doenças Cardiovasculares

As doenças cardiovasculares são uma das principais causas de mortalidade mundial. Atividade física regular, boa nutrição, controle de peso e parar de fumar reduz os riscos destas doenças e suas consequências.

Além disso, a pandemia de COVID-19 forçou o isolamento social e um declínio de cuidados com a os acometidos por esta doença, aumentando ainda mais o risco global da doença.

No âmbito do Centro de Inteligência Artificial aplicada à Saúde (CIARS) do estado do Rio Grande do Sul, parte da equipe desenvolveu o MP IoT.

Trata-se de um dispositivo vestível que busca aferir dados de medidas clínicas sem a supervisão de profissionais de saúde (especializados).

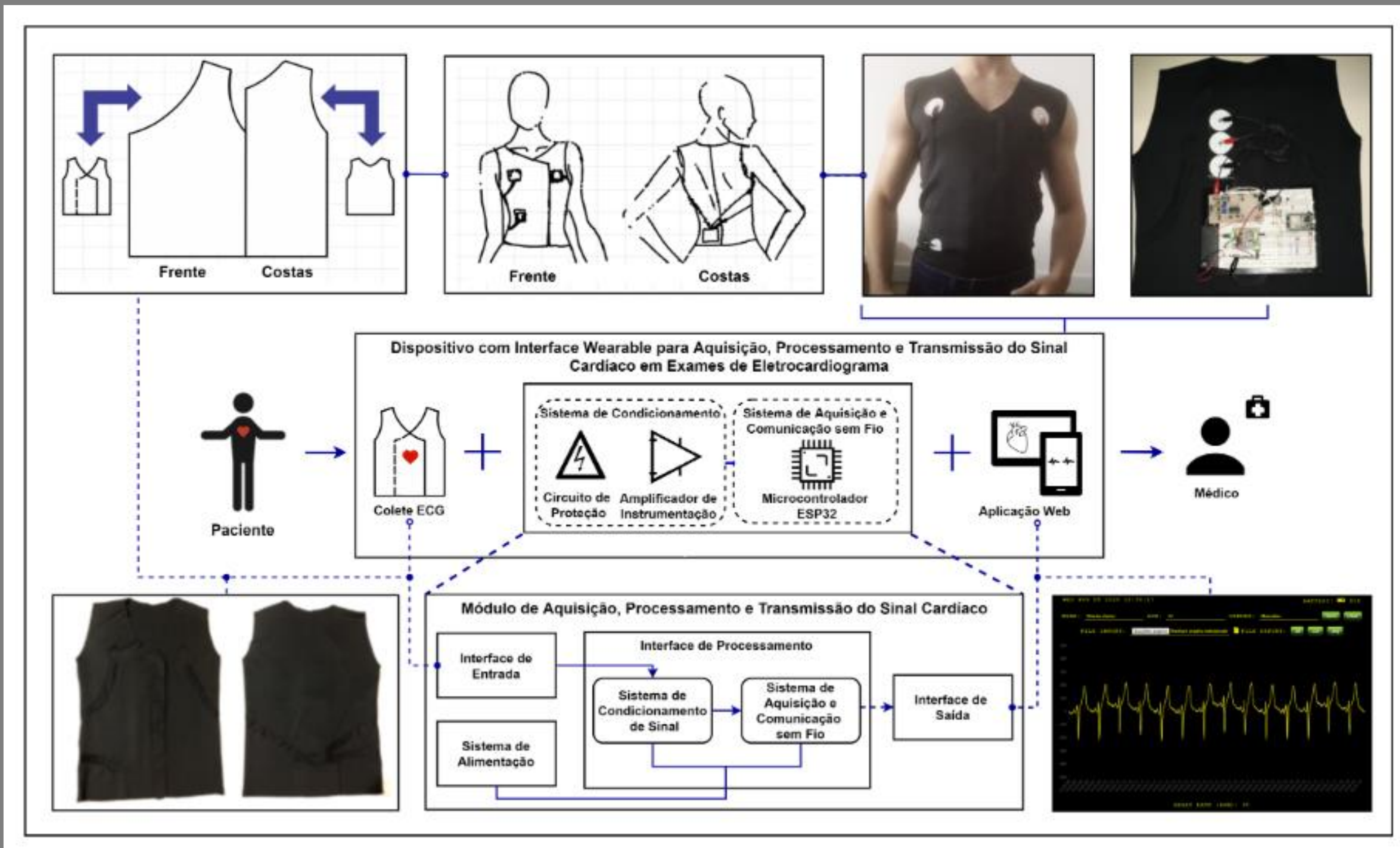
O dispositivo funciona integrado a uma plataforma chamada eProHealth responsável pelo Registro Eletrônico de Saúde, promovendo melhoria nas atividades de tele saúde através de tele monitoramento. MP IoT foi desenvolvido com apoio da **Fapergs** e melhorado com apoio da Finep. Consiste de um equipamento micro controlado, capaz de aferir a Pressão Arterial (PA), a Temperatura Corporal (TC), a Saturação Oxigênio no Sangue (SPO2) e o Eletrocardiograma (ECG). O equipamento consegue aferir ainda a frequência cardíaca em Batimentos por Minuto (BPM) a partir da PA, do ECG e do SPO2. Atualmente, encontra-se depositado para registro de patente no INPI do equipamento e processo de monitoramento (BR 10 2022 006472 5 A2).



CIARS
CENTRO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À SAÚDE



Desenvolvimento de dispositivos vestíveis com ESP32



ZANON, Vinícius Rodrigues; ROMANCICNI, Eliel Marcos Rocha; OURIQUE, Fabrício de Oliveira; MORALES, Analúcia Schiaffino. Dispositivo com Interface Vestível para a Aquisição, Processamento e Transmissão do Sinal Cardíaco em Exame de Eletrocardiograma . In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE (SBCAS), 21. , 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 48-59. ISSN 2763-8952. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbcas.2021.16052>.

Desenvolvimento de dispositivos vestíveis com ESP32

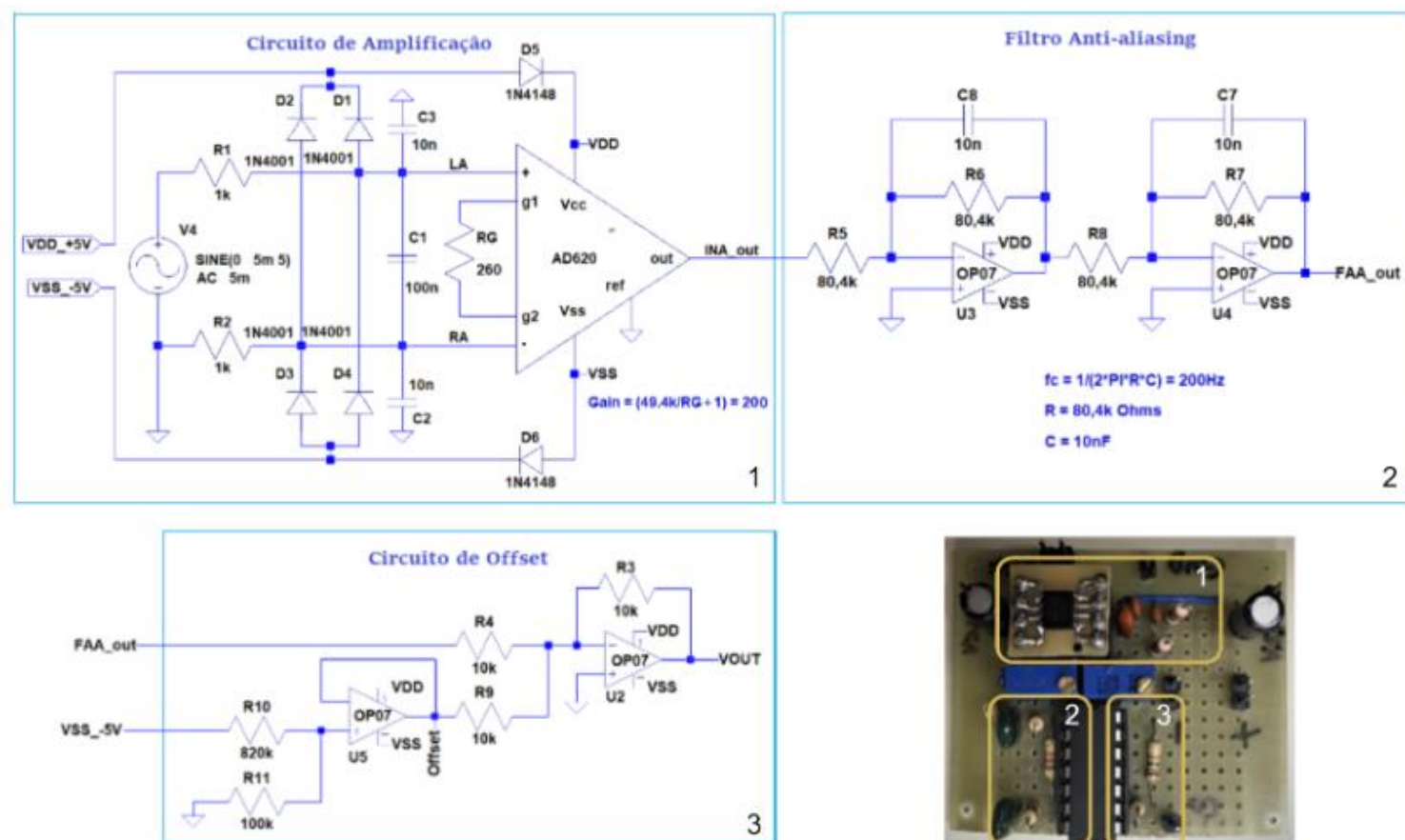


Figura 3. Circuito Completo do Sistema de Condicionamento do Sinal Cardíaco.



ZANON, Vinicius Rodrigues; ROMANCICNI, Eliel Marcos Rocha; OURIQUE, Fabrício de Oliveira; MORALES, Analúcia Schiaffino. Dispositivo com Interface Vestível para a Aquisição, Processamento e Transmissão do Sinal Cardíaco em Exame de Eletrocardiograma. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE (SBCAS), 21. , 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 48-59. ISSN 2763-8952. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbcas.2021.16052>.

Wearable technology for electrocardiogram and vectocardiogram using the Dower Transformation

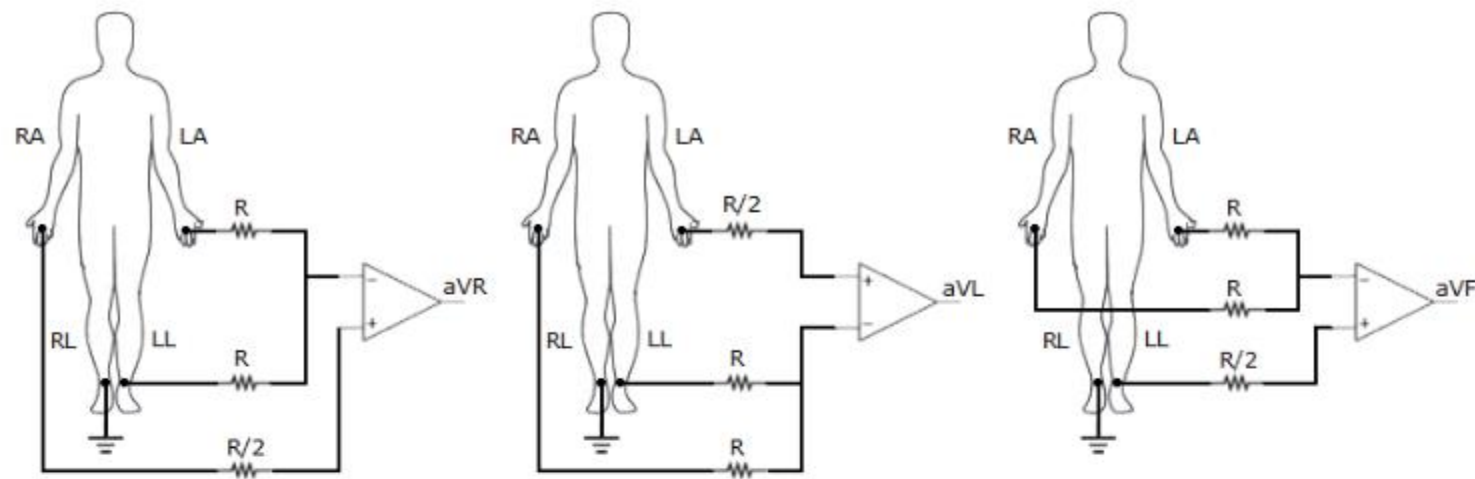


Figure 6 - Derivation Circuit aVR, aVL, aVF.

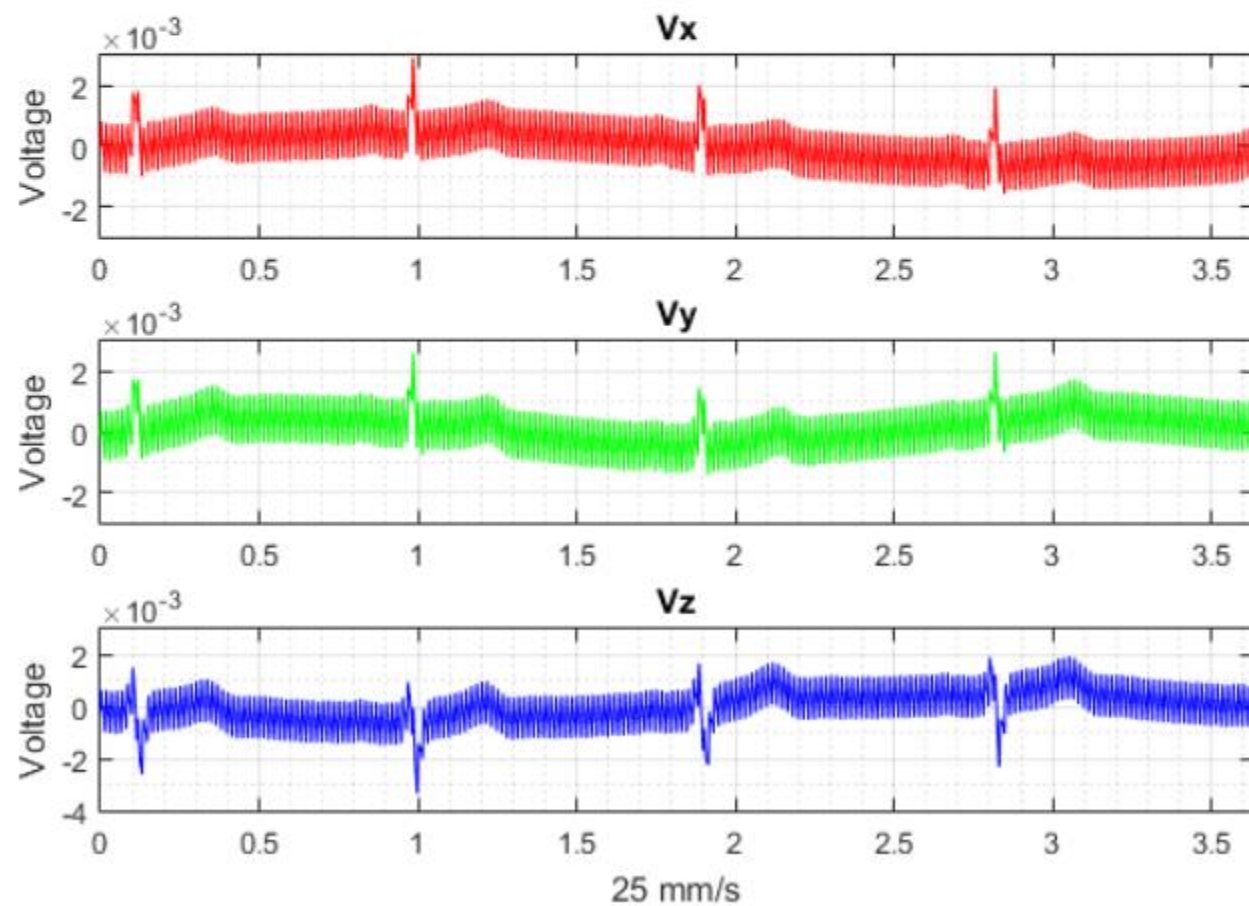


Figure 7 – Vectorcardiogram (3-Derivation Frank)

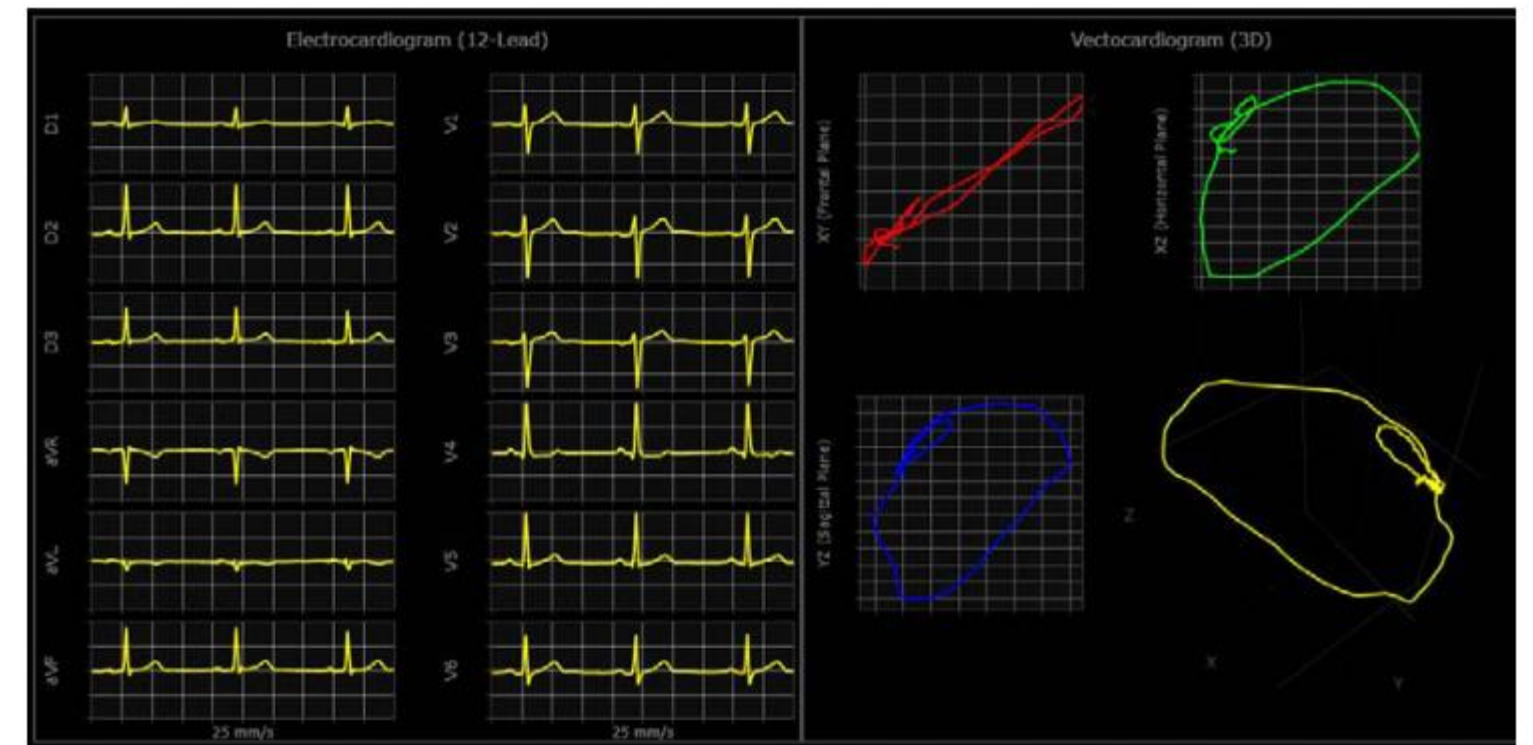


Figure 8 – Output interface: Cardiac Signals processed by the Web Application

Zanon, V. R., Romancini, E. M. R., Ourique, F. de O., & Morales, A. S. (2022). Wearable technology for electrocardiogram and vectocardiogram using the Dower Transformation. *Journal of Health Informatics*, 14(1). Recuperado de <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/889>

HIoT

- Vestíveis para a monitoração cardíaca, e acompanhamento de pacientes.
- Faltam as aplicações para auxiliar no processo de tomada de decisões médicas

```
count < 2) {  
  outerHeight : data.$image.outerHeight  
  outerWidth  : data.$image.outerWidth  
}
```

```
imageWidth;  
imageHeight;  
imageHeight;
```




HIoT

- Vestíveis para a monitoração cardíaca, e acompanhamento de pacientes.
- Faltam as aplicações para auxiliar no processo de tomada de decisões médicas

Internet das Coisas Médicas para Diabetes Mellitus Tipo 1

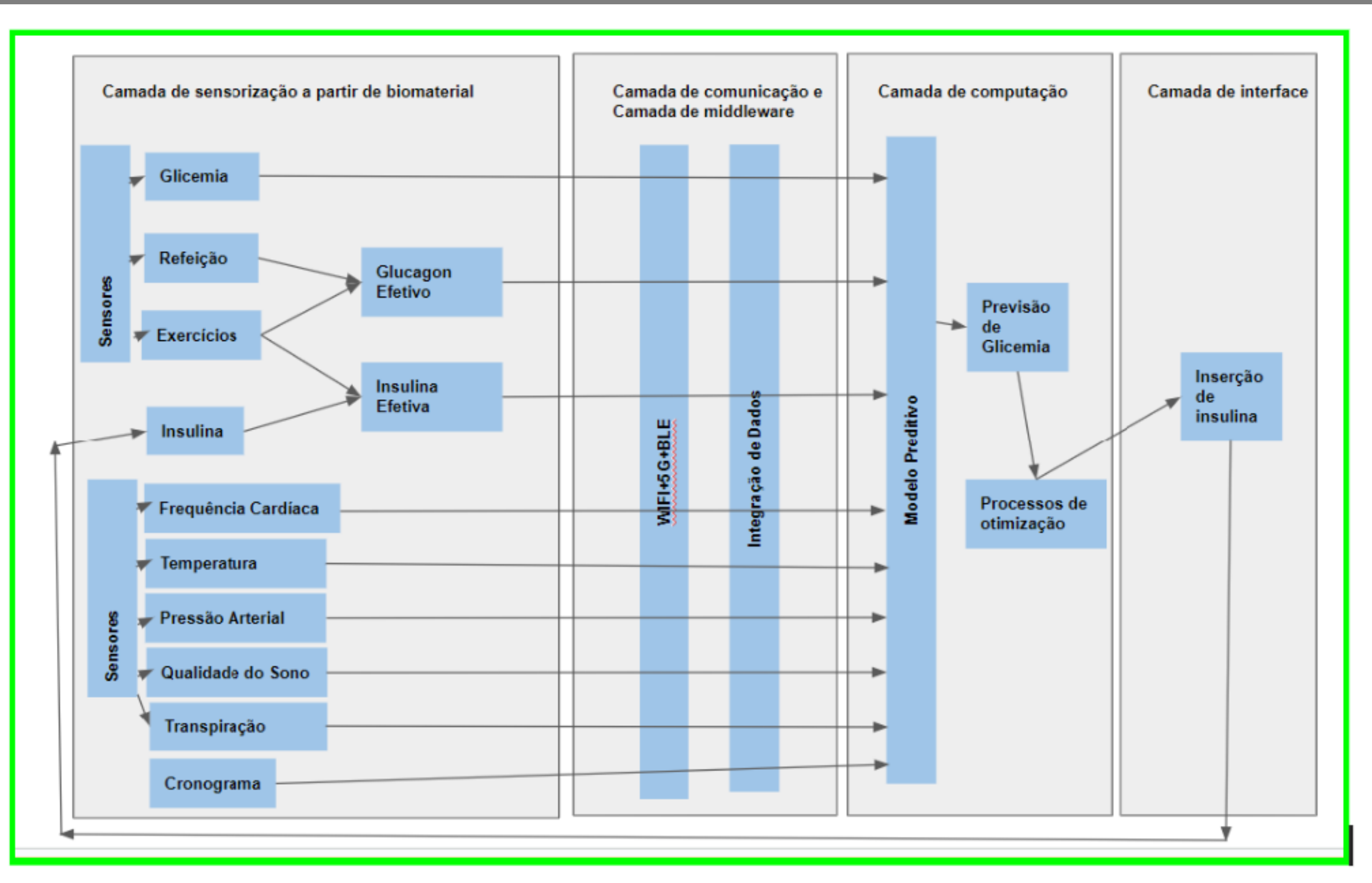


Figura 6 - Variáveis relacionadas ao DM1 em um contexto de IoMT

Fonte: Adaptado de (Rodríguez-Rodríguez, I., Rodríguez, J.V. , Campo-Valera, M., 2023)

As variáveis relevantes para análise da DM1 no contexto da IoMT: 1) nível de glicose no sangue, 2) quantidade de insulina a ser injetada, 3) exercício aumenta as necessidades de glicose e insulina no sangue, sendo que exercício regular também equilibra o açúcar no sangue e diminui as necessidades de insulina, 4) refeições e alimentos consumidos afetam os níveis de glicose no sangue, 5) níveis de stress e de qualidade do sono, 6) temperatura corpórea, 7) transpiração, 8) idade, sexo, altura, peso e IMC , podendo ser usados para personalizar as soluções e 9) cronograma para auxiliar a identificar a evolução da insulina basal.

Internet das Coisas Médicas para Diabetes Mellitus Tipo 1



o modelo preditivo baseado em aprendizado automático de máquina, subárea da inteligência artificial, para indicação de necessidade de insulina para o paciente monitorado

Biomarcadores para estresse

Projeto FAPERGS

- Investigação dos principais biomarcadores para identificar estresse
- Quais parâmetros servem para auxiliar na identificação do estresse?

- Modelagem de um sistema de recomendação para estresse
- Níveis de estresse, como categorizar estes níveis
- TCC com explicadores
- Trabalhos com identificação do emocional por *chatbots*
- Dois capítulos de livros publicados, um artigo de periódico, TCC, um resumo e um artigo BRACIS 2023.

Biomarcadores para estresse

Próximos passos

- TCC com os sensores para analisar os dados

- Computação afetiva
- Web 3
- Gêmeos digitais



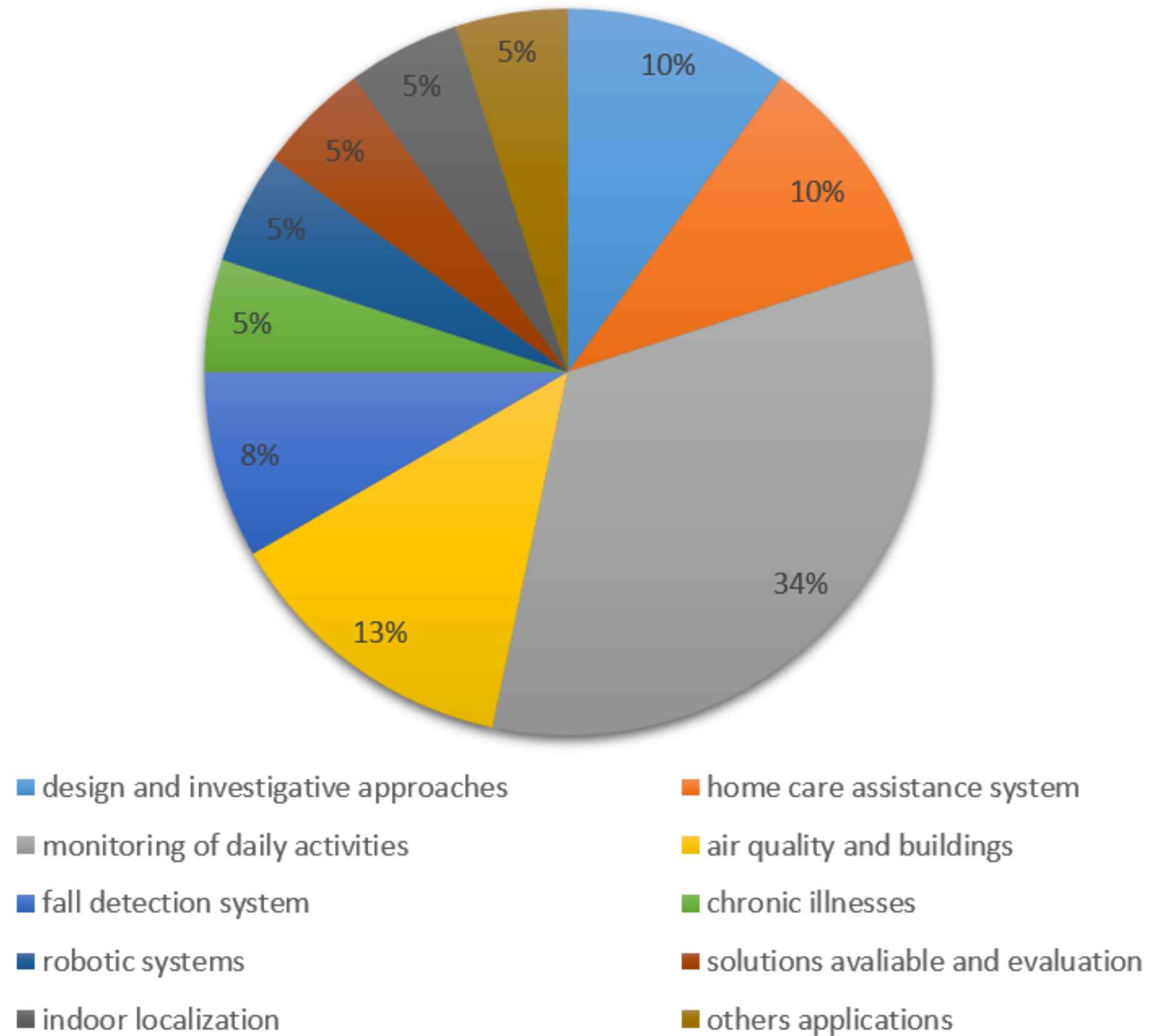
Envelhecimento da população

De que forma os recursos de IoT em saúde e Ambientes Inteligentes podem ser aplicados para minimizar o impacto que o envelhecimento da população irá causar na saúde mundial?

Roadmap to the elderly enhanced living and care environments: applications and challenges on the Internet of Things domain

- 3 bases de dados: IEEE, PubMed e Scopus
- 676 estudos
- 58 artigos selecionados

Categorizados



Capítulo ADCOM – Elsevier a ser publicado ainda este ano...

Category label or Suggested Topic	References	Questions
Design and investigative approaches	7	GQ1, GQ2, GQ3
Home care assistance system	5	GQ1, GQ2
Monitoring of daily living activities	18	GQ1, GQ2
Air quality supervision and buildings	8	GQ1, GQ2
Fall detection system	5	GQ1, GQ2
Chronic illnesses	3	GQ1, GQ2
Robotic systems	3	GQ4
Solutions available and evaluation	3	GQ3
Indoor localization	3	GQ1, GQ2
Others works	3	GQ1, GQ2

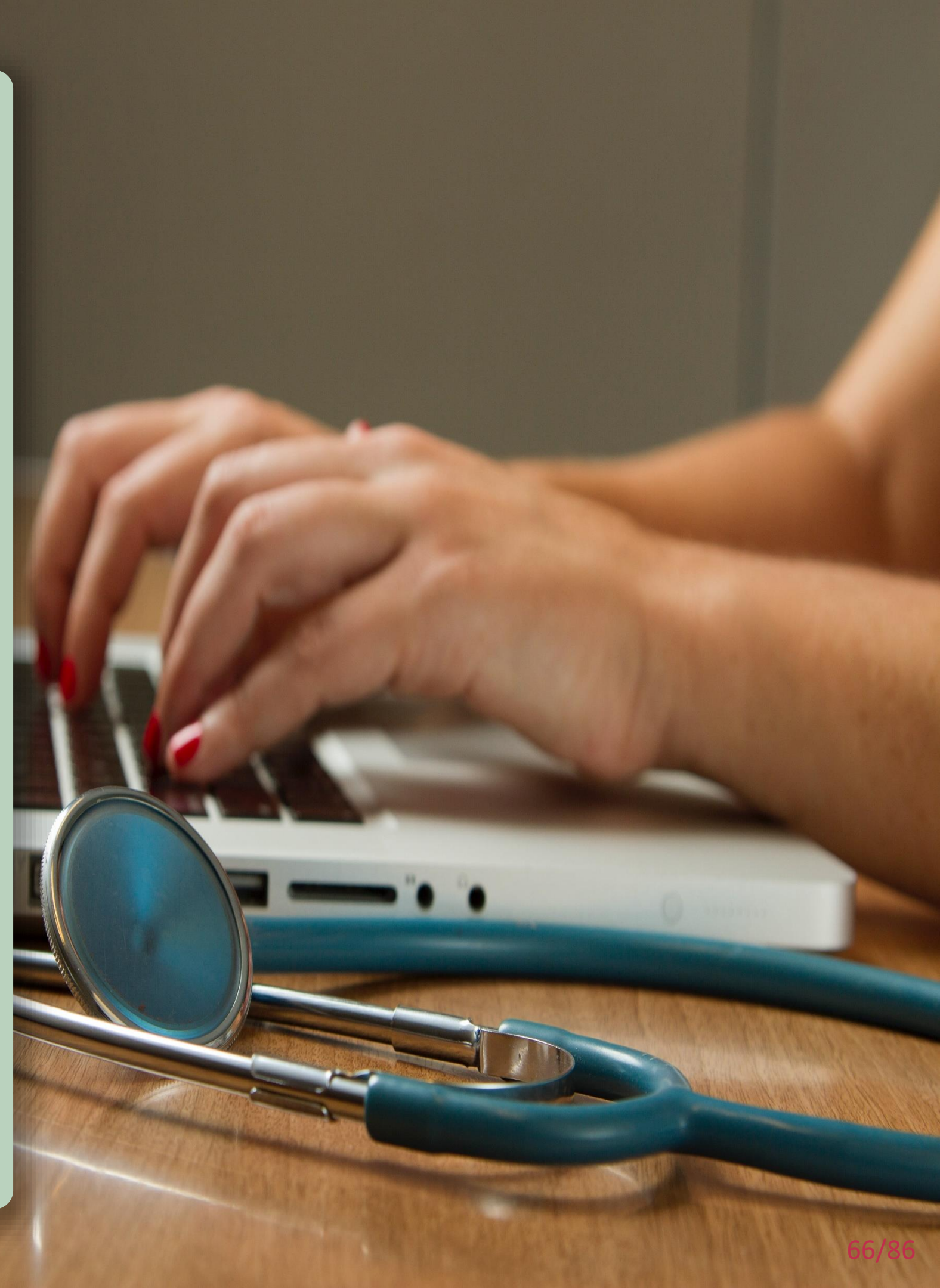


Outras aplicações na área da saúde

- Gerenciamento de medicamentos e outras aplicações em gestão hospitalar

Erros com medicação

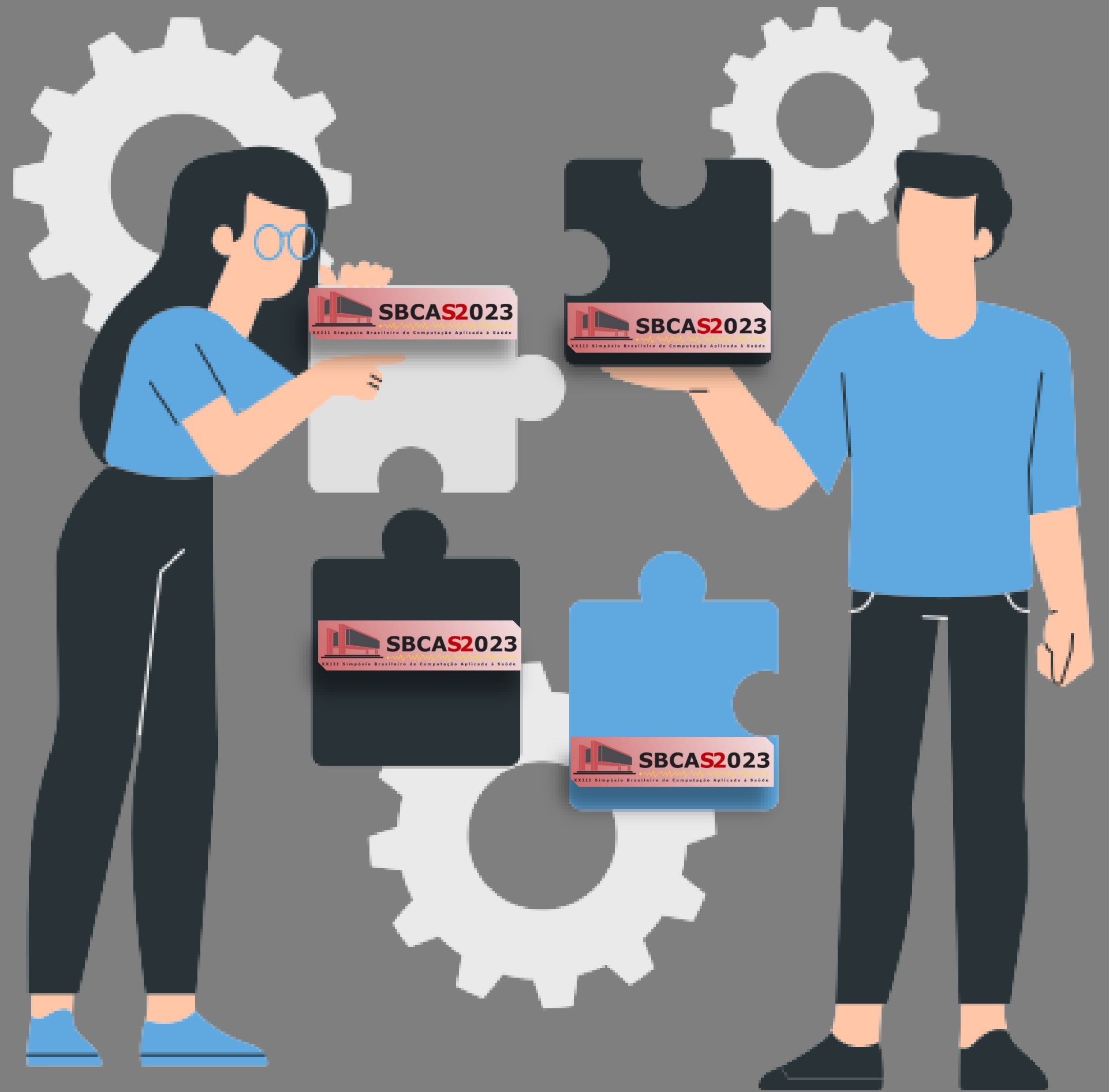
- Gerenciamento de medicamentos e outras aplicações em gestão hospitalar





DESAFIOS

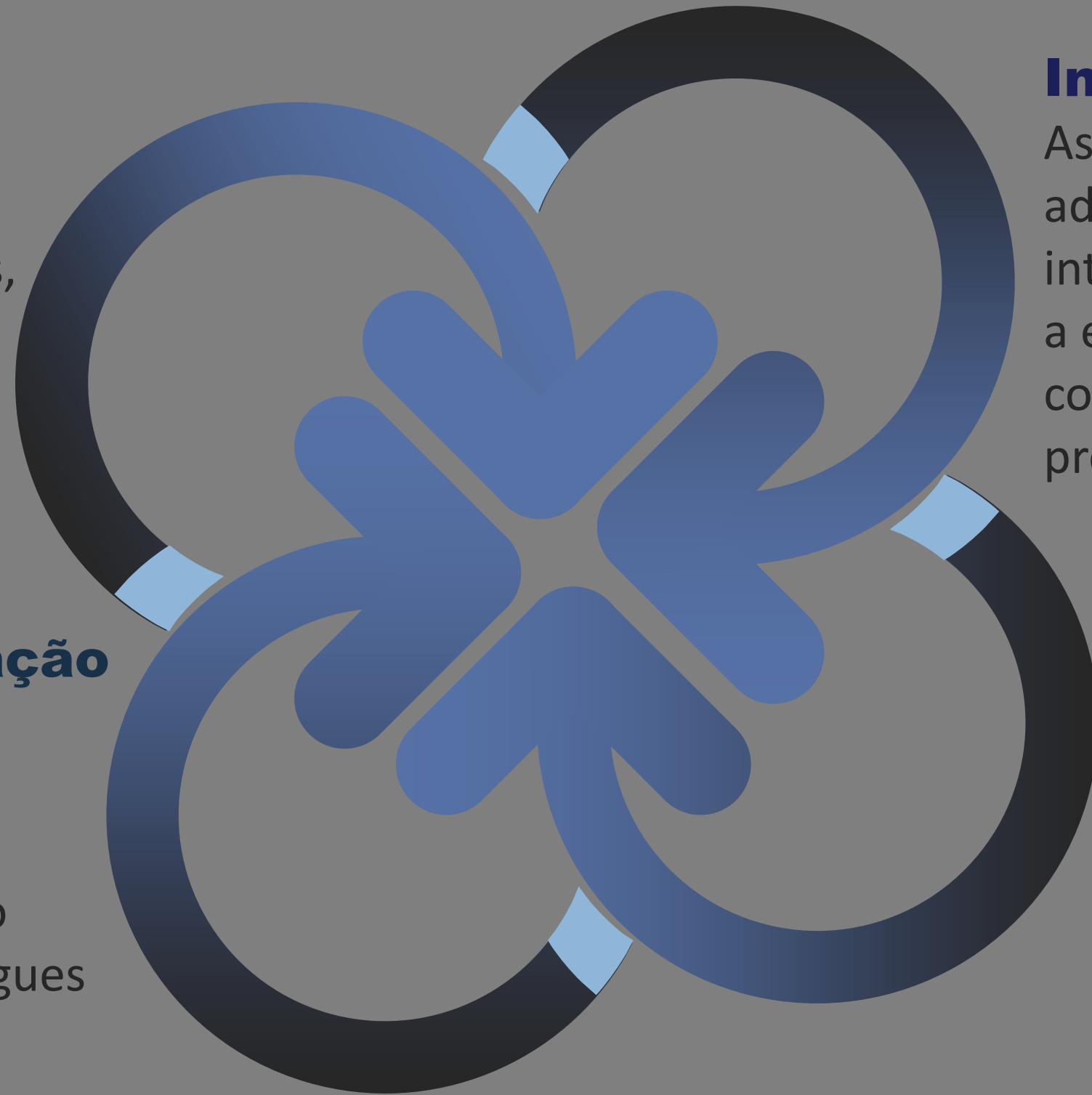
Segurança e Privacidade Internet das Coisas em Saúde



Premissas de segurança da informação

Confidencialidade

Assegurar que somente estão disponíveis para usuários autorizados através de processos, e não podem ser escutado ou indeferido por pessoa não autorizada.



Integridade

Assegurar que os dados não sejam adulterados por interferência intencional ou não intencional durante a entrega de dados em redes de comunicação, fornecendo dados precisos para usuários autorizados.

Identificação e autenticação

A identificação pode garantir que dispositivos ou aplicativos não autorizados não possam ser conectados à IoT, e a autenticação pode garantir que os dados entregues nas redes sejam legítimos e os dispositivos ou aplicativos que solicitam os dados também sejam legítimos.

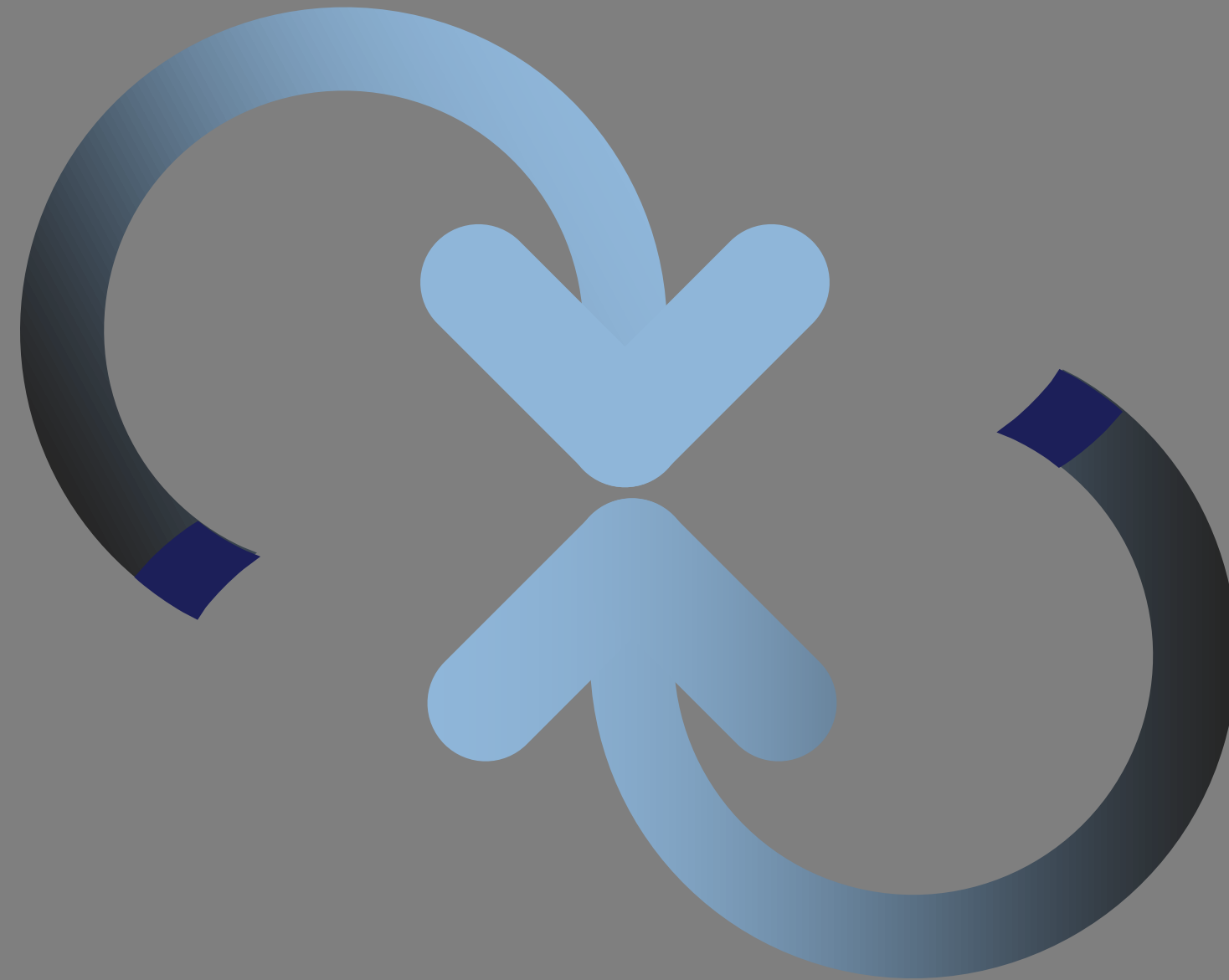
Disponibilidade

Pode garantir que os dados e dispositivos estejam disponíveis para usuários e serviços autorizados sempre que os dados e dispositivos forem solicitados.

Premissas de segurança

Privacidade

A privacidade pode garantir que os dados possam ser controlados apenas pelo usuário correspondente e que nenhum outro usuário possa acessar ou processar os dados.



Confiança

A confiança pode garantir que os objetivos de segurança e privacidade mencionados sejam alcançadas durante as interações entre diferentes objetos, diferentes camadas de IoT e diferentes aplicativos.

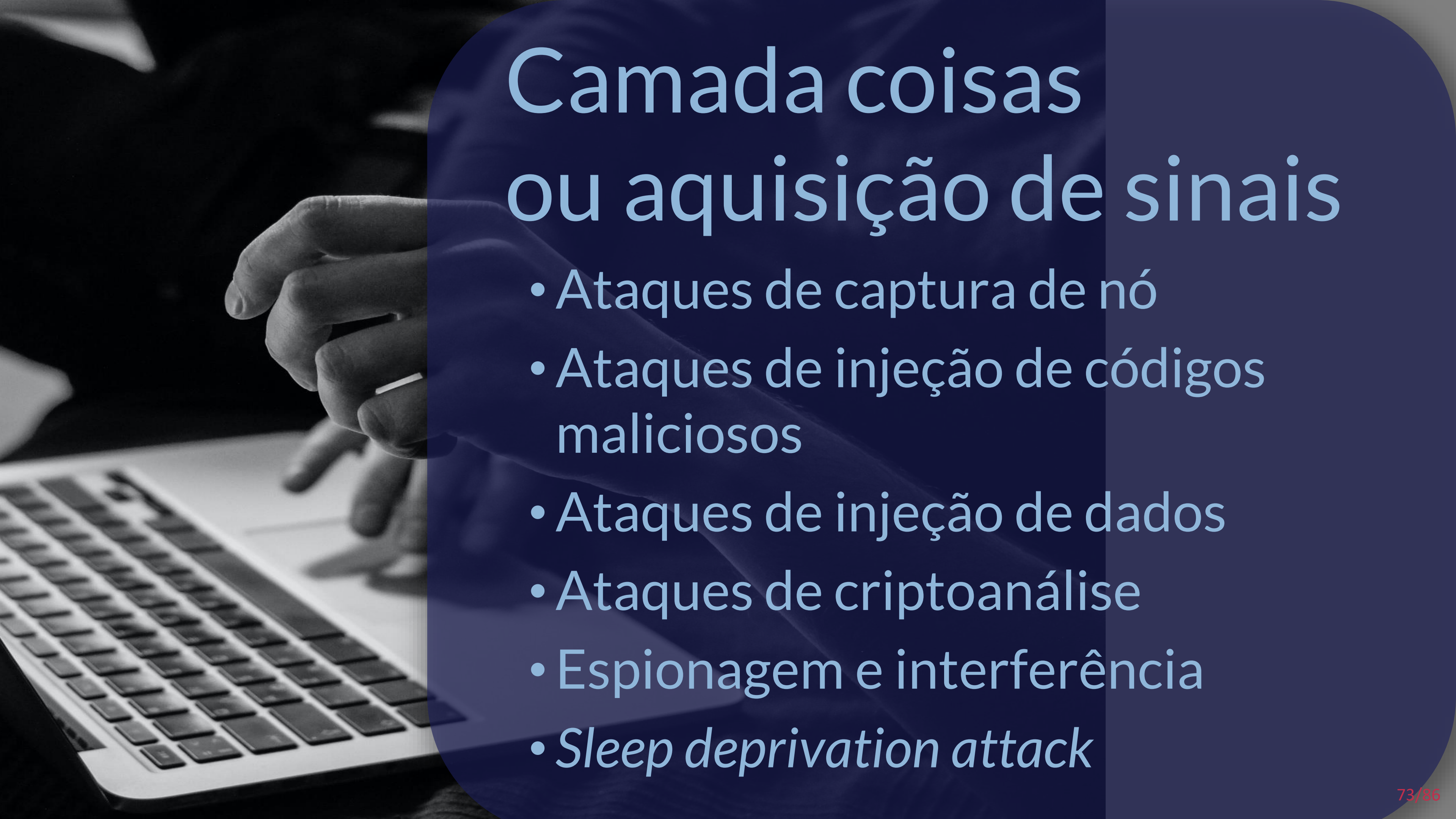
Arquitetura

- Cada camada da arquitetura de IoT precisa ser analisada para identificar os possíveis ataques e vulnerabilidades e as formas de defesa



IoT

- Coisas
- Comunicação
- Nuvem



Camada coisas ou aquisição de sinais

- Ataques de captura de nó
- Ataques de injeção de códigos maliciosos
- Ataques de injeção de dados
- Ataques de criptoanálise
- Espionagem e interferência
- *Sleep deprivation attack*



Camada de comunicação

- DoS Attack
- Spoofing attacks ou falsificação
- Sinkhole attack
- Wormhole attack
- Man in the middle attack
- Sybill attack



Camada de nuvem ou distribuição

- Phishing attack
- Virus/Worm
- Scripts maliciosos

Privacidade

- Coleta de dados, agregação de dados em camadas intermediárias e nuvem.

- Tipos de dados e dados sensíveis:

Dentro do conjunto de dados pessoais, há ainda aqueles que exigem um pouco mais de atenção: são os sobre crianças e adolescentes; e os “sensíveis”, que são os que revelam origem racial ou étnica, convicções religiosas ou filosóficas, opiniões políticas, filiação sindical, questões genéticas, biométricas e sobre a saúde ou a vida sexual de uma pessoa.



LGPD

De acordo com o SERPRO: um giro pelas principais transformações que a LGPD traz para o país



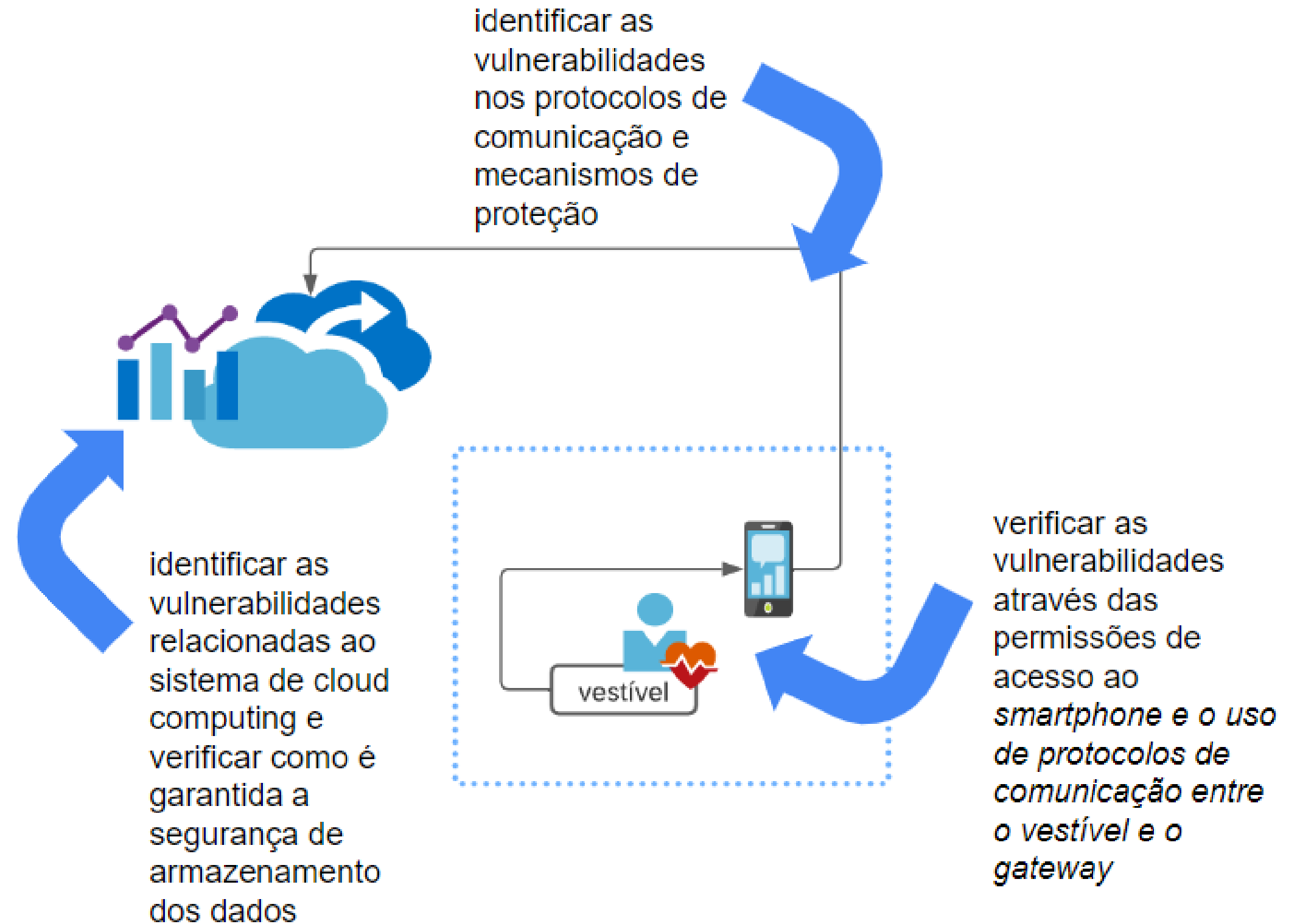
Privacidade

- Preservação da privacidade na coleta de dados;
- Preservação na privacidade da agregação de dados;
- Preservação da privacidade na mineração e análise de dados.



Privacidade

- Preservar através de anonimato
- Ou através da criptografia
- Ou baseado em perturbações.



Defesas

Exemplos de defesas aplicadas para os ataques mais comuns

01

Técnicas de criptografia

Criptografia homomórfica, mecanismo de comprometimento, compartilhamento de segredo, prova de conhecimento

02

Técnicas de anonimato

Aqui você descomplica as aulas pode colocar todo o que precisa para abordar cada tópico

03

Técnicas de Embaralhamento

Verificar como embaralhar os registros de dados na base de dados para evitar que sejam obtidos os registros de cada usuário

04

Avaliar as vulnerabilidades da solução

Aplicar ferramentas de scanners de vulnerabilidades e garantir que questões relacionadas à técnicas de segurança sejam aplicadas.

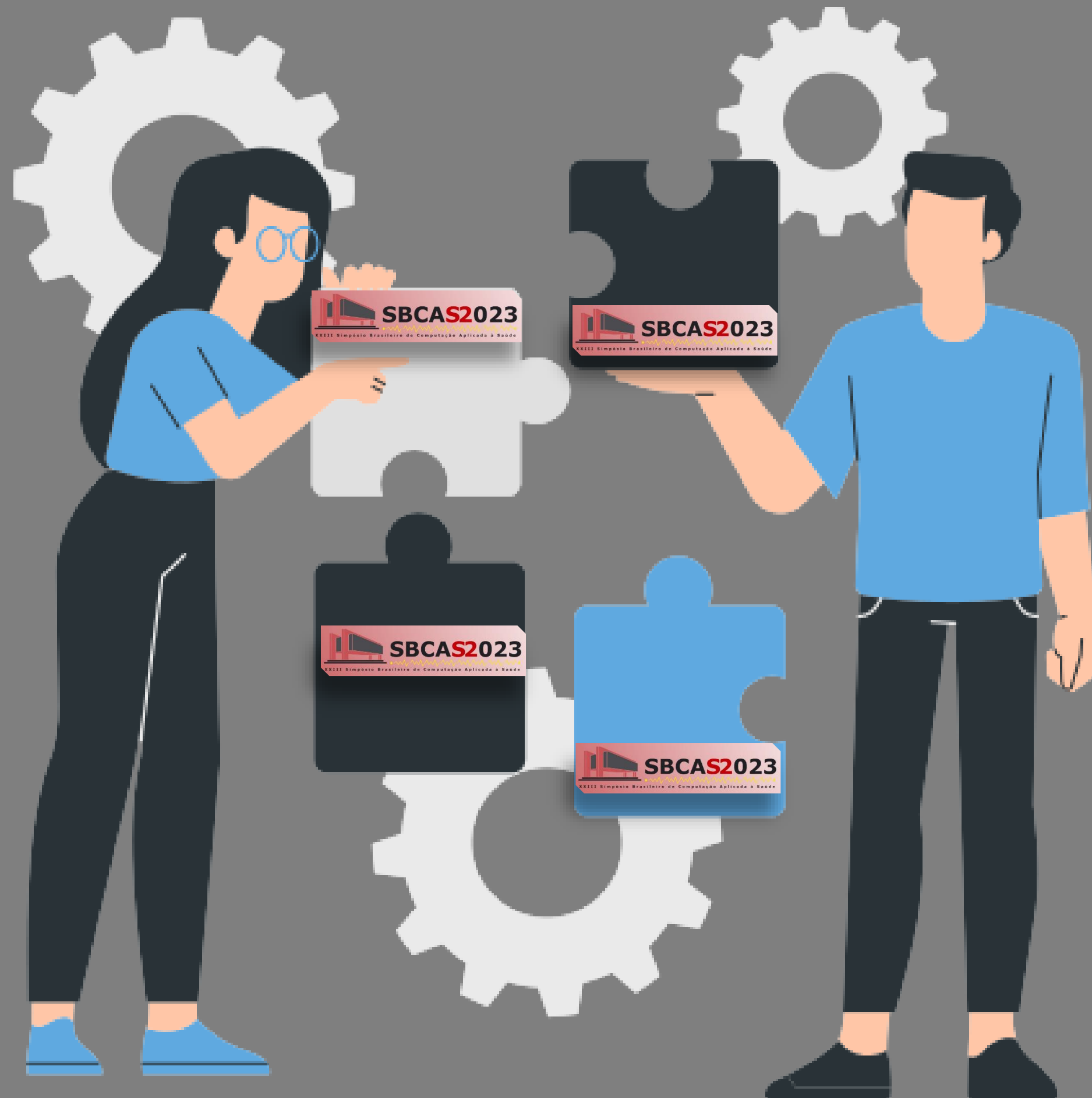
05

Observar todas as etapas da solução

Em caso de IoT identificar as etapas de coleta de dados, camadas intermediárias por onde estes dados vão circular.

Vestíveis

Internet das Coisas
em Saúde



Vestíveis

Quais desafios?

01

Materiais

Desenvolvimento de materiais e tipos de sensores mais precisos e confortáveis, e que tenham transmissão

02

Interfaces para monitoração de idosos

Com o declínio da cognição existem desafios relacionados a esta população específica

03

Tempo de latência

A transmissão precisa ter a menor latência possível
Lembrando que nem todas as regiões possuem 5G

04

Interoperabilidade

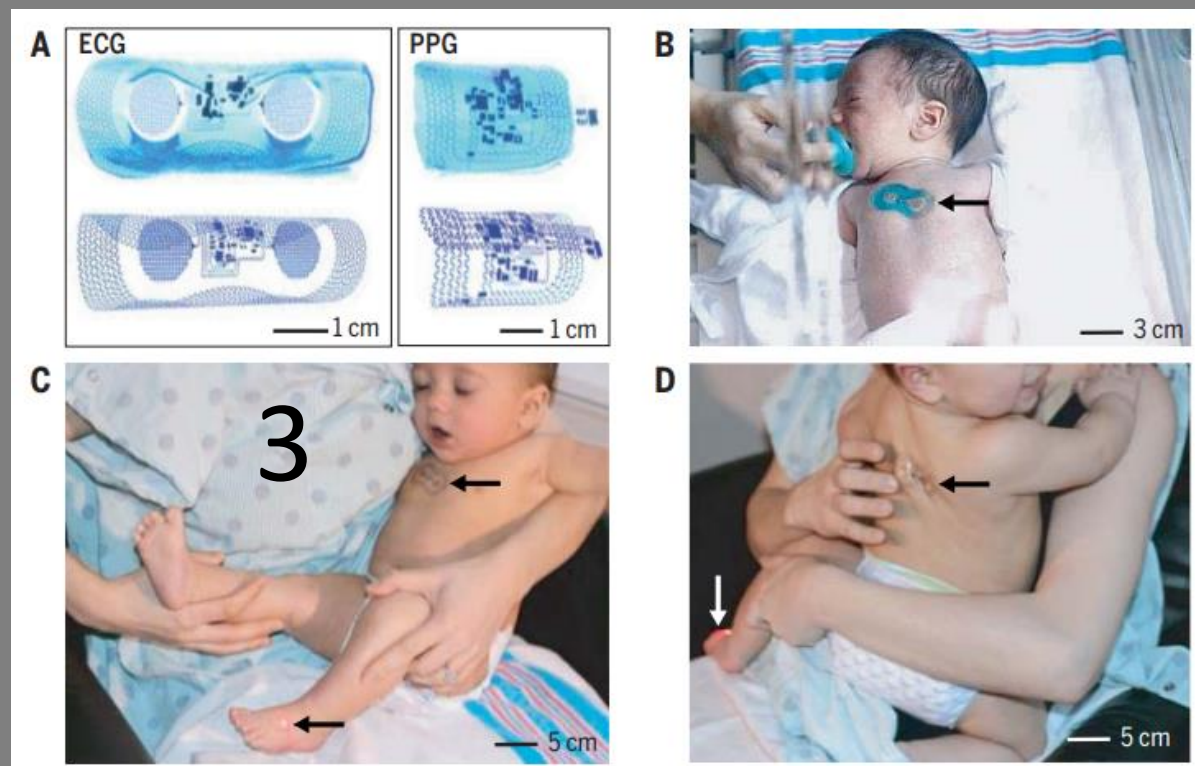
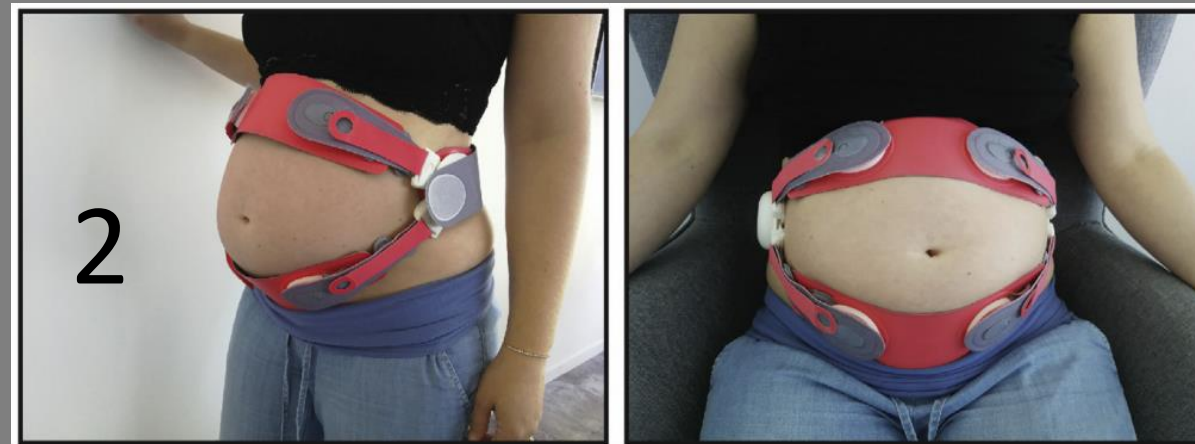
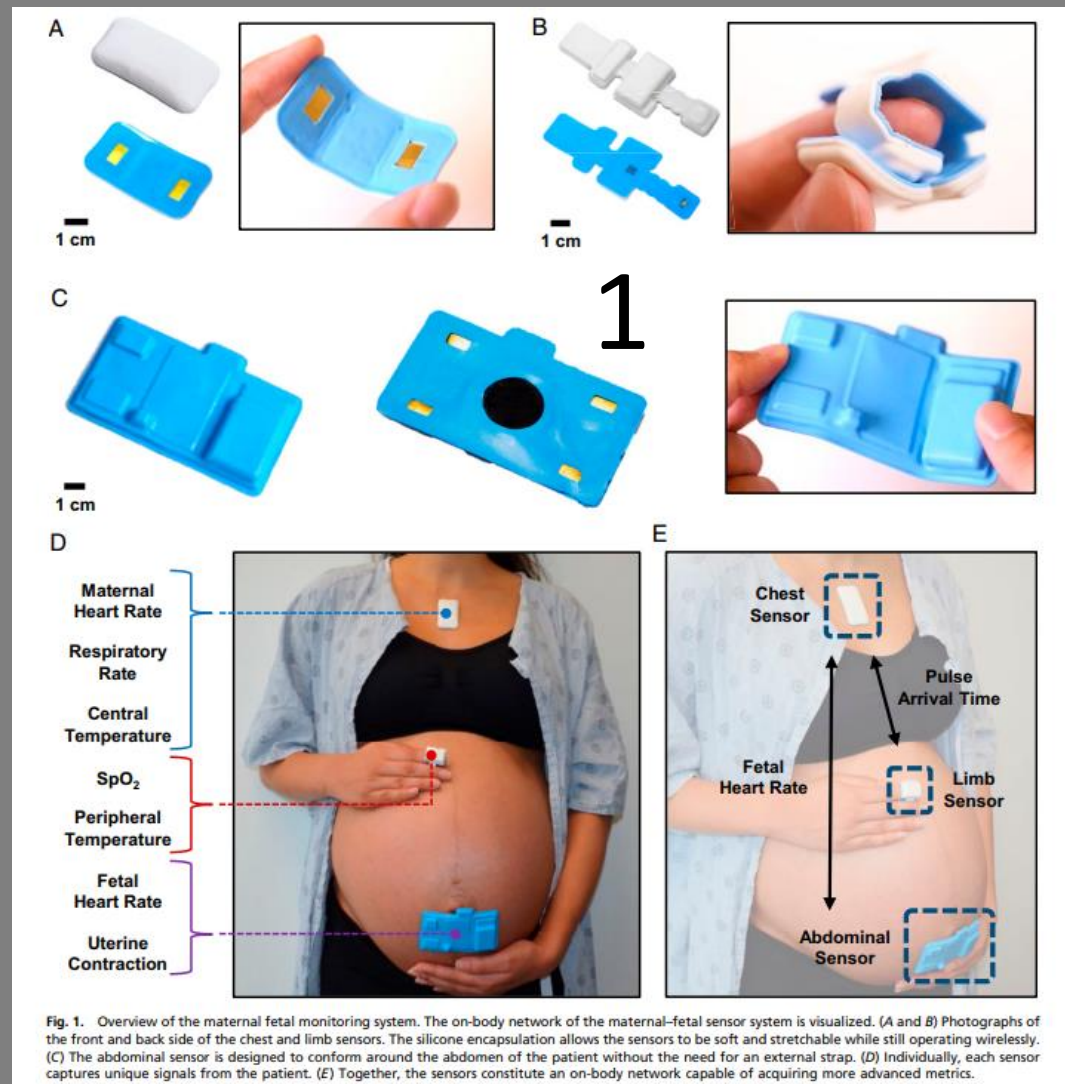
Os dispositivos possuem diferentes tipos de protocolos
Não há garantia de interoperabilidade, ex. BLE

05

Volume de dados e armazenamento

Coletar dados, transmitir, e o que deverá ser armazenado?

Internet das coisas e ambientes inteligentes aplicados à saúde

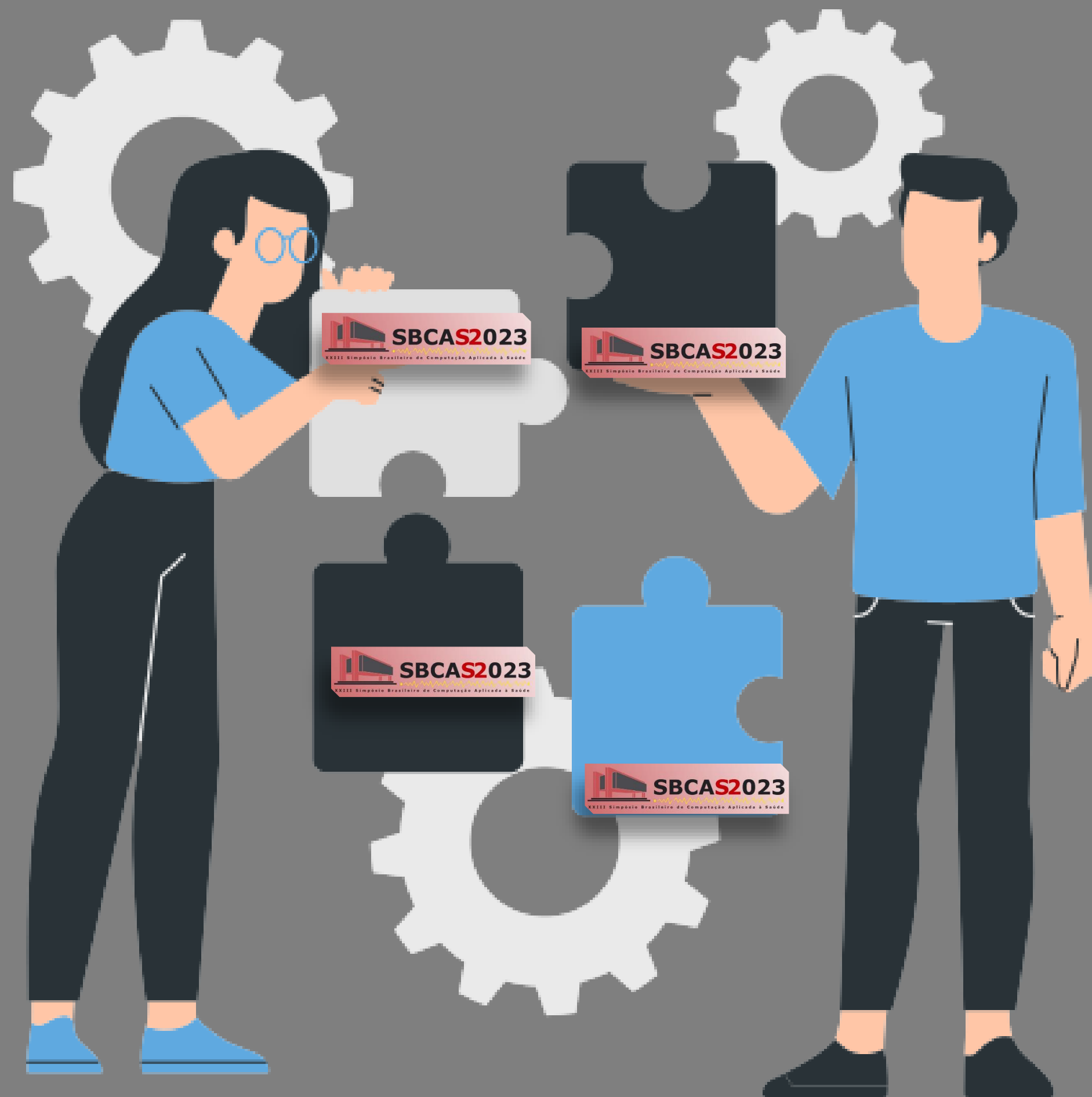


1. RYU, D. et al. Comprehensive pregnancy monitoring with a network of wireless, soft, and flexible sensors in high- and low-resource health settings. *v. 118*, 2021.

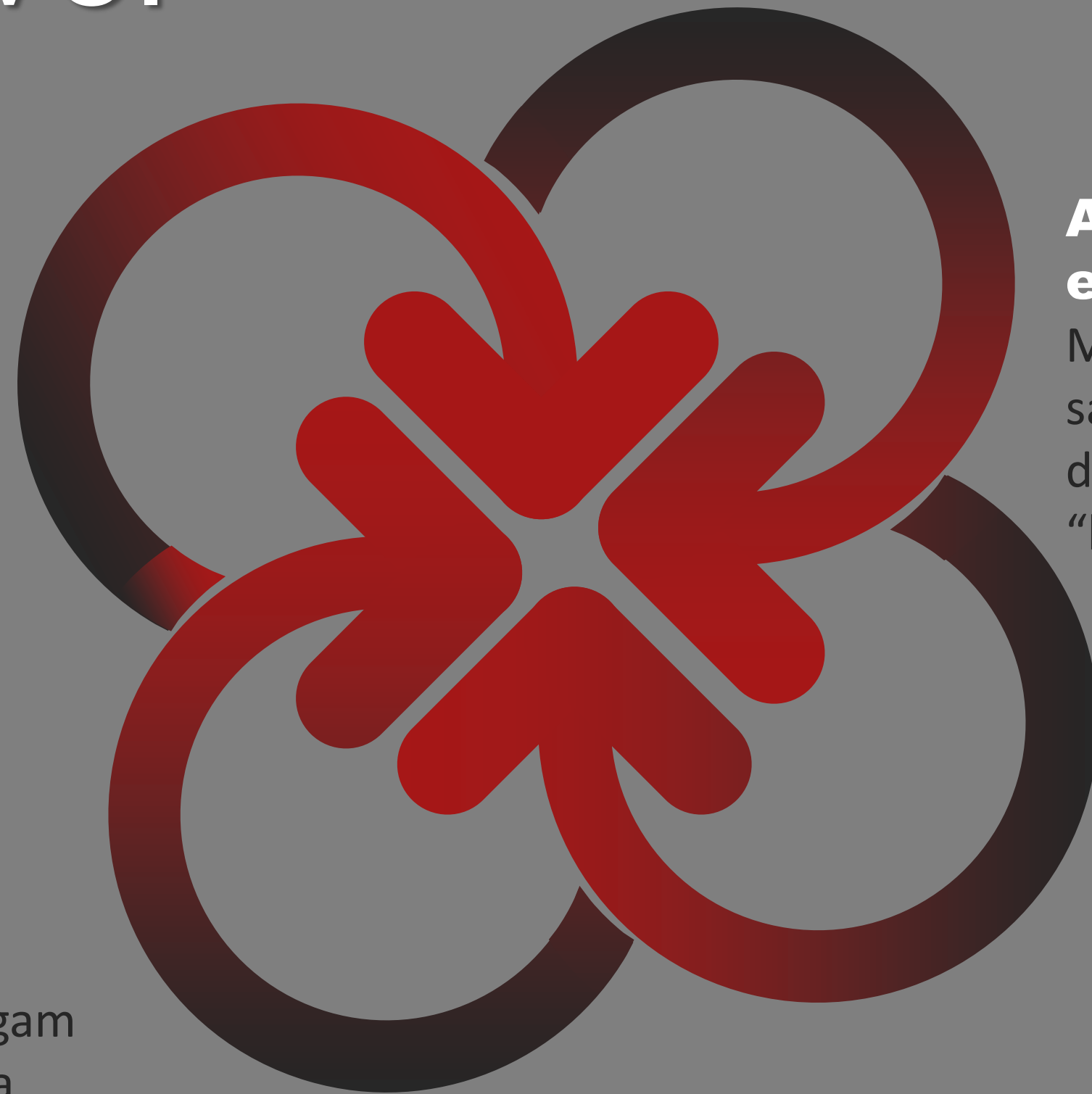
2. MHAJNA, M. et al. **Wireless, remote solution for home fetal and maternal heart rate monitoring.** *American Journal of Obstetrics and Gynecology MFM. Anais...Elsevier Inc.*, 1 maio 2020b.

3. CHUNG, H. U. et al. Binodal, wireless epidermal electronic systems with in-sensor analytics for neonatal intensive care. *Science*, *v. 363*, n. 6430, 2019.

IA
Explicável
Internet das Coisas
em Saúde



IA Explicável



Tem sido exigência em saúde

Nos últimos anos, tem surgido explicadores para ML, e algoritmos que tentam alinhar o caminho de decisões

Desafios

Pensar em soluções que consigam auxiliar médicos e pacientes na tomada de decisões

Ainda tem muito a ser explorado

Mas ao se escolher usar ML para a saúde, terá que ser repensado o tipo de solução, evitando o uso de soluções “black box”.


Aplicações

Alguns algoritmos já estão disponíveis em Linguagem Python



Conclusão

Área em crescimento e com muitas oportunidades de pesquisa.



Todos os dias são publicados artigos científicos com estes temas, buscando solucionar os desafios discutidos no min curso.

Obrigada