UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Engenharia de Computação - Oficina de Integração 2

Sistema Inteligente de Monitoramento Patrimonial

Codinome: SIMPAT

Equipe:

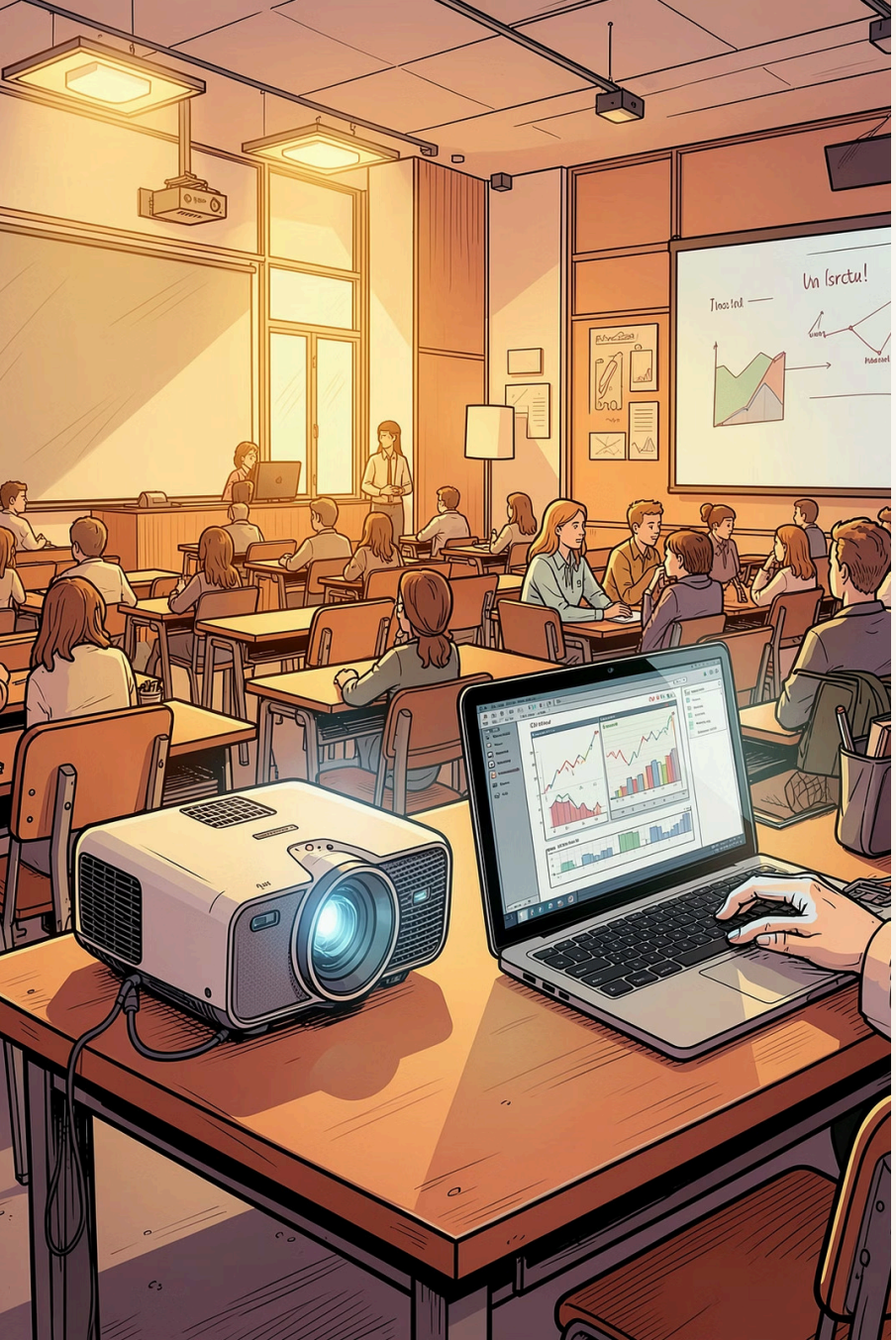
Matheus Cruz da Silva - 2306352

Omar Zagonel El Laden - 2505649

Orientação:

Daniel Rossato e Cesar Benitez

Made with GAMMA



MOTIVAÇÃO

Por que monitorar patrimônios?

Instituições de ensino possuem ativos valiosos distribuídos entre salas e laboratórios, mas frequentemente operam sem rastreabilidade contínua — criando lacunas difíceis de detectar.

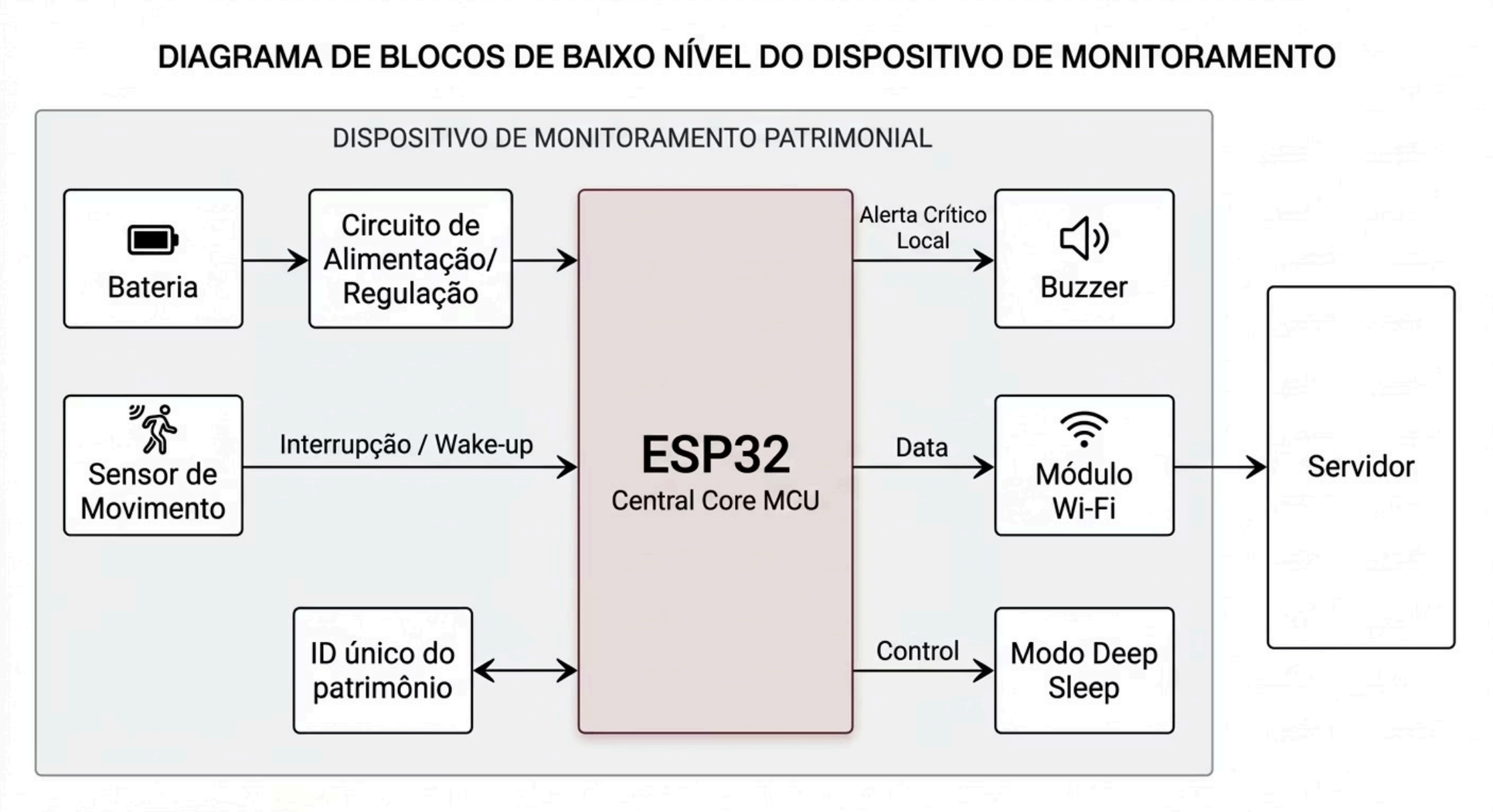
- Equipamentos circulam entre ambientes sem registro formal.
- Remanejamentos podem não ser documentados.
- Auditoria e localização tornam-se processos manuais e lentos.
- Eventos suspeitos passam despercebidos.

Made with GAMMA

PROPOSTA

SIMPAT — Sistema Inteligente de Monitoramento Patrimonial

Um protótipo embarcado que detecta movimentações em patrimônios e registra eventos automaticamente em um servidor central, com alerta sonoro local.



Made with GAMMA

ESCOPO

Objetivos e delimitação do escopo

O projeto valida o núcleo funcional do monitoramento patrimonial nesta fase, sem buscar uma solução institucional completa.

✅ Dentro do escopo

- 1 unidade funcional operacional
- Associação patrimônio–sala
- Detecção de movimento recorrente
- Alerta sonoro local (buzzer)
- Registro de eventos no servidor

🚫 Fora do escopo

- Geolocalização precisa
- Caixa física definitiva
- Integração com sistemas institucionais
- Mecanismo anti-remoção da tag

Made with GAMMA

REQUISITOS

Requisitos do protótipo

Os requisitos foram organizados em dois blocos complementares: o sistema embarcado e o servidor de apoio.

🔧 Sistema Embarcado (ESP32)

- ID único por dispositivo
- Deep Sleep como estado padrão
- Detecção de movimento
- Classificação: aviso / crítico
- Buzzer em evento crítico
- Envio de dados via Wi-Fi

🖥️ Servidor

- Cadastro de patrimônio
- Histórico de eventos
- Estado operacional
- Classificação administrativa

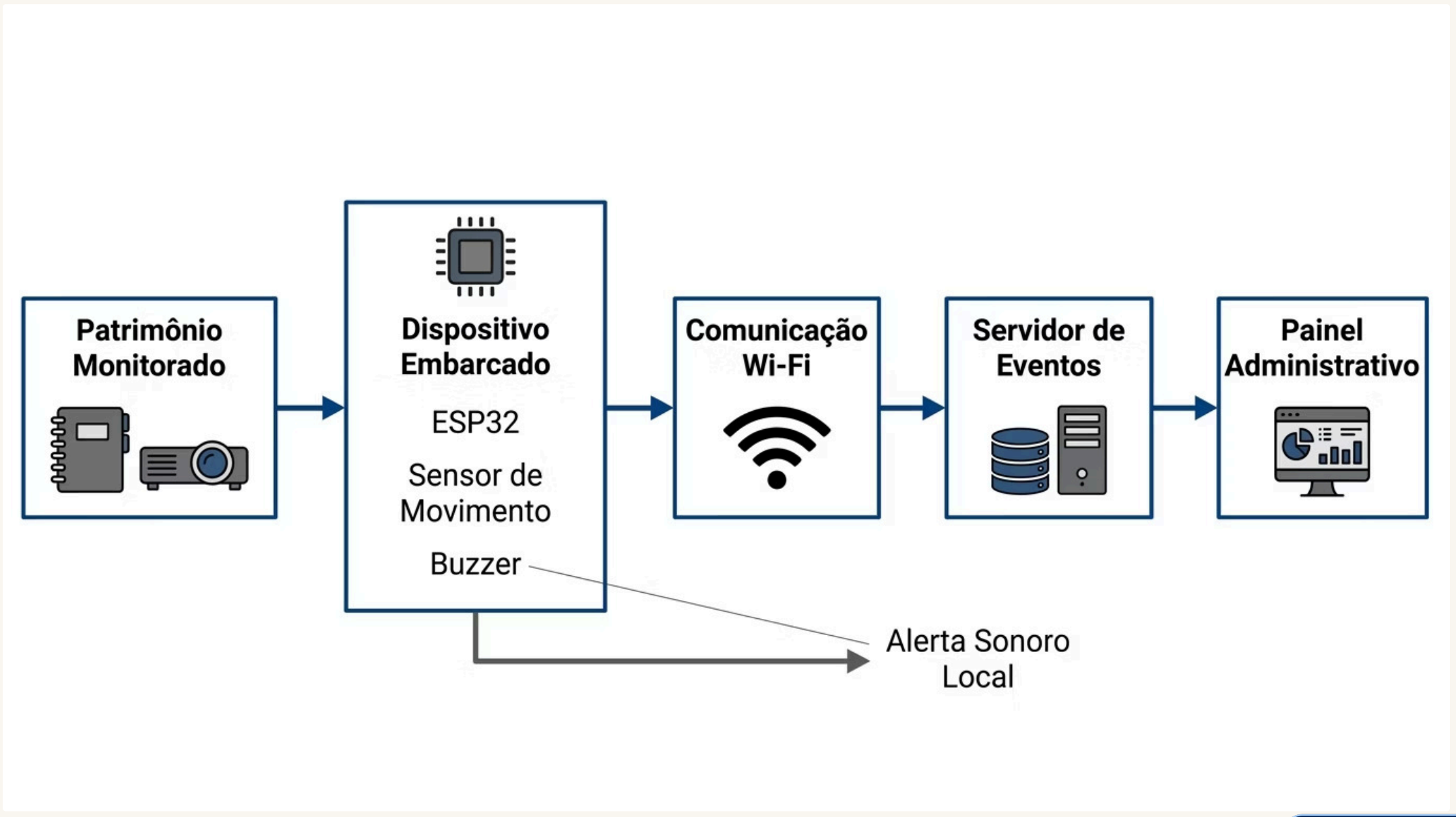
Made with GAMMA

ARQUITETURA

Arquitetura geral do sistema

O fluxo principal conecta o patrimônio monitorado ao painel administrativo, passando por todas as camadas do sistema de forma automatizada.

Cada etapa é independente e intercambiável, permitindo evolução incremental sem reescrever o sistema inteiro.



Made with GAMMA

HARDWARE

Projeto de hardware do dispositivo



Componentes principais

ESP32 - S3

Microcontrolador com Wi-Fi integrado e baixo consumo.

Sensor SW-420

Detector de vibração e inclinação para monitoramento de movimento.

Buzzer + Bateria

Alerta sonoro local e alimentação autônoma do dispositivo.

Made with GAMMA

Tabela de Custos do Protótipo

Componente	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
ESP32 - S3 Super Mini	1	R$ 30.00	R$ 30.00
Sensor SW-420 (vibration sensor)	2	R$ 6.00	R$ 12.00
Buzzer 5V continuous	1	R$ 3.00	R$ 3.00
Bateria CR18650 Li-ion 3.7V 1200mA	1	R$ 13.50	R$ 13.50
Regulador 3.3V AMS1117	1	R$ 3.90	R$ 3.90
Capacitor ceramico 104	2	R$ 0.30	R$ 0.60
BC548 transistor	1	R$ 0.30	R$ 0.30
Diodo Zener 3.3V	1	R$ 0.20	R$ 0.20
Barra 40 pinos femea 180	1	R$ 1.90	R$ 1.90
PCB	1	R$6.00	R$ 10.00
Caixa impressao 3D	1	R$ 10.00	R$ 10.00
Jumper e outros	1	R$ 11.00	R$ 11.00
Total	**12**		**R$ 86.40**

Made with GAMMA

FIRMWARE

Firmware e lógica embarcada

O firmware opera como uma máquina de estados, garantindo baixo consumo energético e resposta inteligente a eventos de movimento.

Deep Sleep

Estado padrão de baixo consumo.



Wake-up

Ativado por timer ou sensor de movimento.

Transmissão

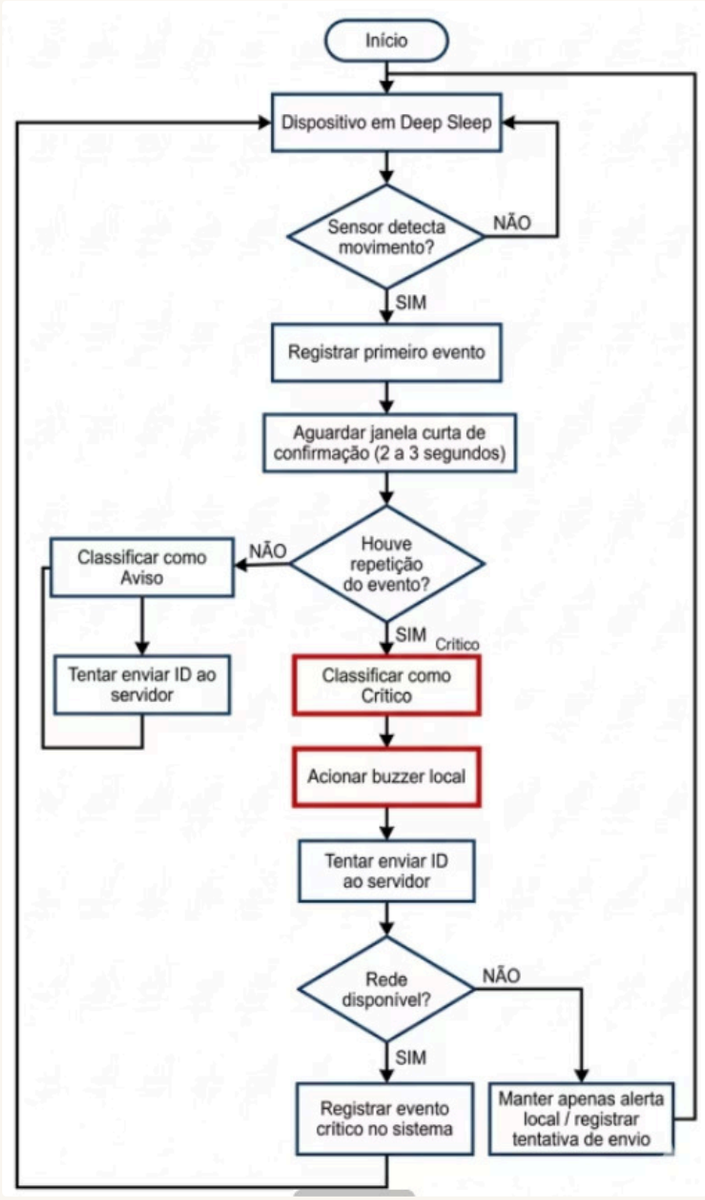
Envio do evento classificado ao servidor.

Validação

Janela de confirmação para filtrar ruídos.

Made with GAMMA

Fluxograma de alerta

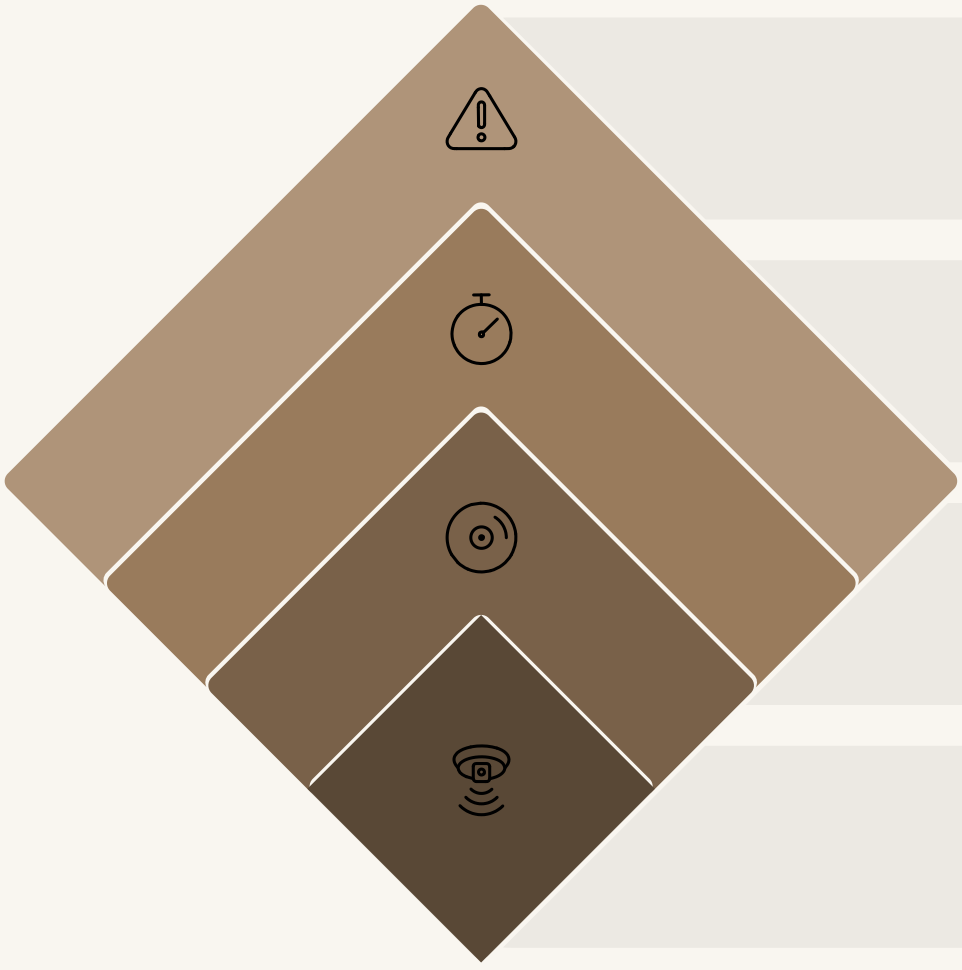


Made with GAMMA

CLASSIFICAÇÃO

Como o sistema decide entre aviso e crítico?

O sistema usa uma **janela de tempo** para diferenciar movimentos isolados de padrões suspeitos: o primeiro movimento inicia a fase de gravação. Se um novo movimento ocorrer em até **2–3 segundos**, o evento é classificado como **CRITICAL** por indicar atividade suspeita. Se não houver repetição, ele permanece como **WARNING**, registrado como um evento isolado. Esse método reduz falsos positivos sem perder sensibilidade a ameaças reais.



Aviso ou Crítico

Sem repete → Aviso; repete → Crítico

Janela 2-3s

Observa repetição no intervalo

Primeiro evento

Registro inicial do evento

Movimento detectado

Sensores identificam movimento

⚠️ Aviso

Movimento isolado, registrado sem alerta sonoro.

🚨 Crítico

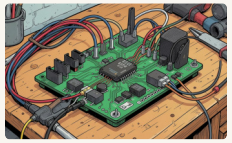
Repetição detectada — buzzer acionado e envio imediato ao servidor.

Made with GAMMA

INTEGRAÇÃO

Integração entre dispositivo e servidor

O valor do protótipo está na integração entre hardware, firmware, rede e aplicação web — formando um sistema coeso e funcional.



Camada Física

Patrimônio, sensor, buzzer e bateria integrados no dispositivo.



Camada Embarcada

Firmware com máquina de estados e lógica de classificação.



Comunicação

Wi-Fi e protocolo HTTP para envio de eventos ao servidor.



Software

Cadastro, histórico de eventos e painel administrativo.

Made with GAMMA

INTEGRAÇÃO

Dados no servidor

Foi implementado o envio do BSSID da conexão do microcontrolador, ou seja, o endereço MAC do Access Point a que ele está conectado via Wi-Fi. Isso ajuda a saber melhor a localização dos itens do inventário em redes com múltiplos Access Points. Foi também enviada separadamente a contagem de boot e de acordamentos repetidos, assim como foi implementado um divisor resistivo para medição da tensão da bateria.

Alertas

id	item_id	status	battery	boot_count	rep_wakeup_count	bssid	datetime	localtime
1	0	risk	0	4	4	9C:71:3A:CE:54:94	2026-06-19 13:44:02	2026-06-19 10:44:02
2	0	risk	0	5	5	9C:71:3A:CE:54:94	2026-06-19 13:44:13	2026-06-19 10:44:13
3	0	risk	0	11	4	9C:71:3A:CE:54:94	2026-06-19 13:44:46	2026-06-19 10:44:46
4	0	reset	0	0	0	9C:71:3A:CE:54:94	2026-06-19 13:45:00	2026-06-19 10:45:00
5	0	risk	0	4	4	9C:71:3A:CE:54:94	2026-06-19 13:46:36	2026-06-19 10:46:36
6	0	reset	0	0	0	5A:EC:F3:C8:02:B6	2026-06-19 14:07:23	2026-06-19 11:07:23
7	0	risk	0	4	4	5A:EC:F3:C8:02:B6	2026-06-19 14:08:00	2026-06-19 11:08:00
8	0	reset	0	0	0	5A:EC:F3:C8:02:B6	2026-06-19 14:10:05	2026-06-19 11:10:05
9	0	reset	0	0	0	DA:68:A0:FE:30:F6	2026-06-19 14:10:33	2026-06-19 11:10:33
10	0	risk	0	3	4	DA:68:A0:FE:30:F6	2026-06-19 14:10:46	2026-06-19 11:10:46

Made with GAMMA

INTEGRAÇÃO

Além disso, foi definido um intervalo de tempo para que o próximo acordamento do microcontrolador que fez uma requisição ao servidor seja sorteado dentro deste intervalo. Com isso, foi criada também uma tabela para se registrar o horário esperado para o acordamento de cada item.

Próximos Acordamentos

item_id	datetime	localtime
0	2026-06-20 10:49:53	2026-06-20 07:49:53

Por fim, em todas as tabelas que apresentam datas é agora criada uma nova coluna com o fuso horário local, já que as datas são armazenadas em UTC-0.

Made with GAMMA

CONCLUSÃO

Conclusões e próximos passos

O SIMPAT valida uma arquitetura viável e de baixo custo, com potencial claro de evolução para uso institucional.

✅ Conclusões

- Arquitetura funcional e validada
- Baixo custo de implementação
- Escopo incremental e sustentável
- Monitoramento por evento eficiente

⚠️ Riscos e limitações

- Falsos positivos do sensor
- Dependência de rede Wi-Fi
- Autonomia da bateria
- Ausência de anti-remoção

🔭 Trabalhos futuros

- Caixa física definitiva
- Acelerômetro de baixo consumo
- Notificações automáticas
- Suporte a múltiplos patrimônios

Made with GAMMA