

ElectroCap Project

# VERTEXSHELL

Duarte Biscaia

Tomás Santiago

Vivian Chipanga

João Campos

Afonso Lopes

[Website-Vertexshell](http://Website-Vertexshell)



TÉCNICO LISBOA

# ENQUADRAMENTO E PROBLEMA

**Problema:** Atualmente, o equipamento de proteção individual tradicional é passivo protegendo apenas contra impactos físicos.

**Cegueira Ambiental:** Em minas de construção os trabalhadores enfrentam problemas impercetíveis a olho nu, como gases tóxicos ou campos eletromagnéticos, e ainda o perigo de falhas de comunicação devido a redes fracas debaixo do solo.

**O Risco:** Estruturas de betão e túneis bloqueiam redes de wifi-normal, causando falhas de comunicação. Se houver problemas na rede, os atrasos na comunicação pioram o desempenho das equipas de resgate e médica.

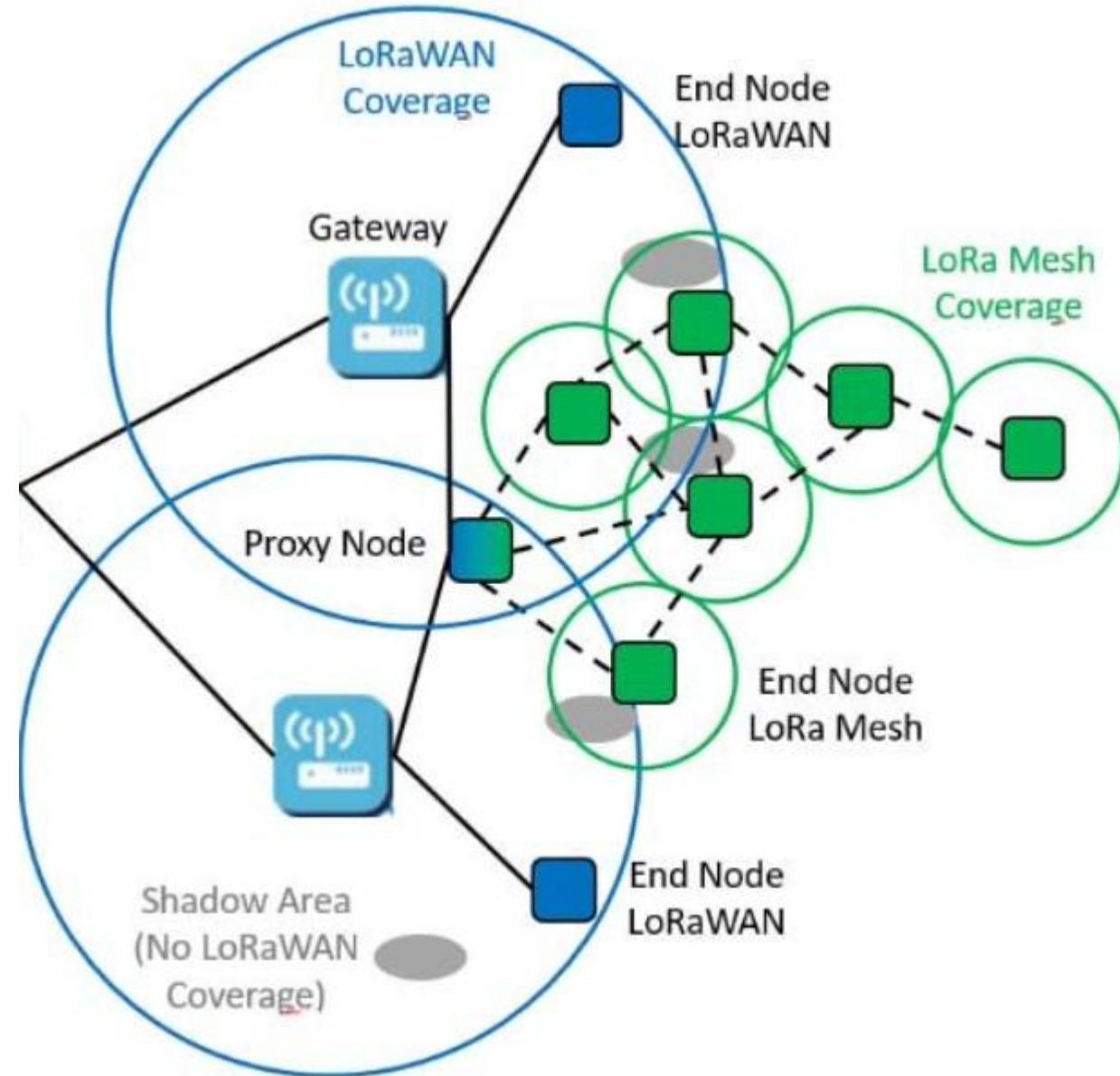


# SOLUÇÃO

**A Solução:** Capacete inteligente ativo que avisa perante gases tóxicos e campos eletromagnéticos nocivos e equipado com uma rede "mesh" auto-reparável.

**O que faz:** Detecção de quedas de rede, medição de gases tóxicos (CO/VOC) e alerta de proximidade a equipamentos de alta tensão (EMF).

**A Inovação:** Usa tecnologia LoRa e Mesh, em que permite à rede comunicar a longa distância e com baixo consumo de energia e onde cada capacete é um "router" (nó), permitindo que os alertas saltem de capacete em capacete até chegar à supervisão, ultrapassando os bloqueios de sinal.



# ANÁLISE DA CONCORRÊNCIA

**Concorrentes principais:** Guardhat, Proxgy (SmartHat), WakeCap e Xingtera.

**A nossa diferenciação:** Enquanto a Guardhat depende de Wi-Fi/LTE (que falha em túneis) e a Proxgy/Xingtera não focam na comunicação em rede, o ElectroCap garante comunicação em pontos cegos através de LoRa Mesh combinando ainda com detecção multimodal (gases e EMF) e autonomia energética.



# ENTREVISTAS E CONTACTOS

## **Trabalhadores/Utilizadores Finais:**

- Trabalhadores de minas e construção;
- Identificação de riscos reais e validação da ergonomia.

## **Especialistas de Higiene e Segurança no Trabalho (HST):**

- Validação de normas, segurança e requisitos de certificação

## **Parceiros Técnicos:**

- INESC-ID — validação da rede LoRa Mesh e algoritmos
- ISQ — testes EMC e futura certificação ATEX



# ARQUITETURA E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Hardware Principal** (Orçamento estimado ~80€/unidade):

**Processamento e Comunicação:** ESP32-S3 com LoRa integrado (Mesh + baixo consumo);

**Sensores:**

- IMU 6 eixos (quedas);
- Gases tóxicos (CO / VOC);
- Deteção de campos eletromagnéticos (EMF).

**Alertas locais:** LEDC LED visual + buzzer acústico ativo

**Energia:**

- Bateria 18650 (hot-swappable);
- Autonomia: 12–16 horas em modo Mesh ativo.

- **Nós Fixos (Postes de Repetição):**

Para garantir a cobertura em zonas profundas ou com muitas obstruções, o sistema incluirá **nós fixos estratégicos**. Estes postes têm o mesmo hardware de comunicação LoRa Mesh dos capacetes, mas **sem sensores** e com alimentação contínua.

- **Desenvolvimento de Hardware:**

**Design de PCB:** Altium Designer para criação e otimização das placas de circuito impresso garantindo integração compactada dos componentes (ESP32, sensores, LoRa) no capacete.



# FUNCIONAMENTO AUTÓNOMO E DADOS DO UTILIZADOR

**Autonomia (Energia):** O design usa um sistema "hot-swappable" com baterias 18650 de Lítio (3000mAh a 3.7V), alojado na parte traseira para contrabalançar o peso. Garante 12 a 16 horas de tempo de execução em modo Mesh ativo.

**Lógica de Firmware (Aquisição de Comportamento):** O sistema tem lógica orientada a eventos ("Event-Driven"). O capacete está programado para dormir e acordar a cada 5 segundos para verificações de rotina, poupando bateria.

**Deteção:** Os sensores rastreiam constantemente impactos de alta força-G seguidos de 10 segundos de inatividade para detetar quedas do utilizador e geram interrupções de hardware imediatas para enviar um pedido de SOS.

```
// Use RTC-capable pins for wakeup
#define SENSOR_INTERRUPT_PIN 32

void setup() {
  // 1. Configure sensors to pull this pin HIGH when a threshold is met
  pinMode(SENSOR_INTERRUPT_PIN, INPUT_PULLDOWN);

  // 2. Setup Wakeup Sources
  // Wake up instantly if the sensor pin goes HIGH
  esp_sleep_enable_ext0_wakeup((gpio_num_t)SENSOR_INTERRUPT_PIN, 1);

  // Also wake up every 5 seconds for a routine heartbeat/check
  esp_sleep_enable_timer_wakeup(5 * 1000000);
}

void loop() {
  // --- 1. SENSE ---
  // Check why we woke up
  esp_sleep_wakeup_cause_t cause = esp_sleep_get_wakeup_cause();

  if (cause == ESP_SLEEP_WAKEUP_EXT0) {
    // Immediate danger detected by hardware interrupt
    if (checkFall()) sendSOS("FALL");
    if (checkEMF()) sendSOS("EMF");
  }

  // Always check gas as it is often an analog value

  if (analogRead(GAS_PIN) > LIMIT) sendSOS("GAS");

  // --- 2. TRANSMIT ---
  sendHeartbeat(); // Keep supervisor updated

  // --- 3. SLEEP ---
  Serial.flush(); // Ensure logs are sent before CPU stops
  esp_light_sleep_start();

  // Execution resumes right here after wakeup!
}
```

# PLANEAMENTO E TAREFAS DA EQUIPA

## DIVISÃO DE TAREFAS DA EQUIPA

**Vivian Chipanga** – Comunicações e Rede Desenvolvimento da rede LoRa Mesh; Implementação do software de comunicação; Logística do projeto; Criação do Poster; Contribuição no Pitch Deck.

**Afonso Lopes** – Aquisição de Dados e Multimédia; Desenvolvimento do software de aquisição e tratamento de dados dos sensores; Interpretação e filtragem dos sinais (IMU, gás, EMF); Preparação dos dados para transmissão na rede LoRa Mesh; Produção e edição do vídeo de demonstração; Contribuição no Pitch Deck.

**Tomás Santiago** – Design Físico e Plataforma Impressão 3D do protótipo; Packaging e integração física dos componentes; Produção do design do capacete para conforto e segurança do utilizador; Desenvolvimento do Website; Logística de projeto.

**Duarte Biscaia** – Líder de equipa; Implementação dos circuitos eletrónicos; Gestão e integração do sistema de bateria; Desenvolvimento do Website.

**João Campos** – Desenvolvimento de software; Apoio aos circuitos eletrónicos; Produção de conteúdos multimédia; Contribuição no Pitch Deck



# PLANEAMENTO

- **Fase 1: Pesquisa, Design e Aquisição**  
Pesquisar bibliotecas LoRa Mesh e técnicas de calibração de sensores;  
Finalizar a lista de componentes;  
Desenvolver o wireframe inicial para a Landing Page e a estrutura do Pitch Deck.
- **Fase 2: Desenvolvimento de Módulos Individuais**  
Implementação de Hardware;  
Conduzir testes básicos de comunicação LoRa ponto a ponto.
- **Fase 3: Implementação da Rede Mesh**  
Desenvolver e testar o protocolo de Mesh;  
Integrar dados dos sensores nos pacotes da rede Mesh.
- **Fase 4: Integração do Sistema e Alojamento**  
Integrar todos os sensores, o rádio mesh e o sistema de alarme numa única unidade alimentada por bateria;  
Projetar e fixar o hardware dentro do protótipo físico do capacete.
- **Fase 5: Testes, Validação e Produção de Conteúdo**  
Conduzir testes de campo em ambientes com bloqueio de sinal;  
Escrever o guião e filmar o Vídeo de Demonstração mostrando a reação do capacete a situações de perigo;  
Projetar o Pôster do Projeto e finalizar todos os materiais visuais.
- **Fase 6: Polimento Final e Preparação do Pitch**  
Completar o Pitch Deck com dados reais e métricas recolhidas durante a fase de testes;  
Revisão final da Landing Page, Vídeo e Pôster para garantir que cumprem todos os critérios de avaliação;

