



Formulário de Inscrição e Submissão de Proposta de Participação Embedded Systems Competition (ESC) - SBESC 2025

Dados da Proposta

Título do projeto	IDar – Idoso em Detecção ativa por Radar
Professor responsável	
e-mail	
Instituição	IFCe – Instituto Federal ...
Data da submissão	14/07/205

Equipe

Lista dos alunos e professores que participam do desenvolvimento do sistema

Nome	Função	Formação	e-mail
	PO		
Wellingson Teixeira	AM		
José Adriano Filho	AM	Graduado	Adriano.liukin@gmail.com
Patrício Robson dos Santos Alves	AM		

Função: PO (Professor orientador); AM (Aluno Membro)

Área da competição

Escolha pelo menos uma das áreas a que se aplica ao seu projeto. Se mais do que uma for aplicável, selecione a que se aplica em maior grau.

- ☐ Erradicação da pobreza
- ☐ Fome zero e agricultura sustentável
- ☒ Saúde e bem-estar
- ☐ Educação de qualidade
- ☐ Igualdade de gênero
- ☐ Água potável e saneamento
- ☐ Energia limpa e acessível
- ☐ Trabalho decente e crescimento econômico
- ☐ Indústria, inovação e infraestrutura
- ☐ Redução das desigualdades
- ☐ Cidades e comunidades sustentáveis
- ☐ Consumo e produção responsáveis
- ☐ Ação contra a mudança global do clima
- ☐ Vida na água
- ☐ Vida terrestre
- ☐ Paz, justiça e instituições eficazes
- ☐ Parcerias e meios de implementação

Identificação e histórico da equipe

Descreva de forma clara a experiência da equipe e do professor orientador na área de sistemas embarcados (**máximo de 1 página**)

Membro José Adriano Filho graduado em engenharia de computação pela UFC – Universidade Federal do Ceará, formação anterior em técnico em telecomunicações pela ETF Ce – Escola Técnica Federal do Ceará. Sempre em busca de novos desafios, buscou atualização na formação de engenheiro, realizando o sonho de se formar em agosto de 2017. Como técnico antes da formação superior atuou em diversas empresas nas áreas de automação bancária, comercial e industrial, desenvolvendo projetos de hardware e software, bem como realizando a manutenção de equipamentos eletrônicos e computacionais. Durante a formação em engenharia de computação atuou no LESC – Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação, trabalhando em projetos para empresas como SIEMENS, LG, dentre outras.

Como competências técnicas tem conhecimento em sistemas de hardware e software, IoT, Layout de PCI (placa de Circuito impresso), sistemas embarcados, linguagem Assembly, C, C++, C#, HTML, CSS. Como competências sociais tem espírito de trabalho em equipe, busca sempre novos desafios, aberto a novos conhecimentos, forte veia empreendedora, capacidade de adaptação e principalmente resiliência, competência primordial para sobreviver aos tempos atuais.

Como último projeto trabalhou na equipe como líder de equipe de sistemas embarcados para o desenvolvimento de um exoesqueleto para utilização na fábrica da Dell Technologies. Projeto denominado Steve, unindo mecânica, eletrônica e computação. O projeto teve como finalidade principal inserir na linha de produção da fábrica da Dell em Hortolândia, colaboradores PCDs. Pessoas que com deficiência física nos membros inferiores não poderiam ficar na posição em pé na linha, assim o dispositivo que no primeiro instante é uma cadeira de rodas, mas através de atuadores controlados por sistemas embarcados, eleva o usuário para a posição ereta, possibilitando o trabalho nesta posição. O dispositivo tem certos diferenciais que possibilitam ficar na posição ereta por um período de tempo bem maior que os modelos que hoje fazem parte do mercado.

Objetivos, justificativa e áreas de aplicação

Descreva as razões que definiram a escolha do sistema, bem como as áreas de aplicação do sistema (máximo de 1 página)

Cuidar de quem cuidou da gente é um desafio que exige sensibilidade, tecnologia e respeito à privacidade. Pensando nisso, a ideia é desenvolver um **dispositivo inteligente de monitoramento residencial voltado à segurança de pessoas idosas**, combinando eficiência e discrição.

O sistema utiliza **sensores de radar de ondas milimétricas**, integrados a uma **plataforma embarcada baseada na BitDogLab**, para realizar o acompanhamento contínuo do idoso no ambiente doméstico, **sem necessidade de câmeras, microfones ou dispositivos vestíveis**.

Entre suas funcionalidades, estudadas presentes e futuras o dispositivo será capaz de:

- **Detectar quedas em tempo real**, emitindo alertas imediatos para familiares ou cuidadores;
- **Monitorar sinais vitais** como movimentação torácica (respiração) e presença estática anormal;
- **Analisar o padrão de movimentação** nos principais cômodos da casa, com atenção especial para **ambientes sensíveis como o banheiro**, onde o uso de câmeras comprometeria a privacidade;
- **Enviar notificações automáticas via Wi-Fi**, permitindo acompanhamento remoto por aplicativo ou painel web;
- **Preservar a intimidade do usuário**, sem capturar imagens ou áudios, garantindo conforto e aceitação do idoso.

Com foco na autonomia e no bem-estar da pessoa idosa, o sistema atua como um **guardião silencioso e eficiente**, promovendo mais tranquilidade para os familiares e mais segurança para quem vive sozinho ou com pouca supervisão direta.

Este projeto busca ser uma alternativa viável, ética e tecnicamente robusta para os desafios do envelhecimento populacional, com potencial de uso em residências, clínicas e instituições de longa permanência.

Originalidade

Descreva as soluções similares já existentes e discorra sobre os aspectos originais da solução apresentada (**máximo de 1 página**)

Considerações sobre Privacidade para originalidade

- O uso de radar de ondas milimétricas **não capta imagens nem som**, apenas alterações de micro-ondas refletidas pelo corpo humano.
- Ideal para **ambientes sensíveis** como banheiros e quartos.
- Armazenamento criptografado e envio seguro dos dados (TLS no MQTT/HTTP).

Descrição do sistema embarcado sendo desenvolvido

Descreva o sistema embarcado, usando as subseções obrigatórias: Especificação; Descrição da solução proposta; Complexidade da solução e; Plano de validação (máximo de 5 página)

Especificação

Descreva a especificação de requisitos do sistema

Componente	Descrição	Finalidade
Raspberry Pi Pico W	MCU com Wi-Fi (RP2040)	Unidade de controle do sistema, processamento local e comunicação
Sensor Radar de Ondas Milimétricas (ex: mmWave IWR6843AOP, CDM324, MR24HPC1)	Sensor doppler / FMCW	Deteção de movimento, queda e sinais vitais (respiração e batimento)
Fonte de Alimentação 5V	Fonte chaveada	Alimentação do sistema
Buzzer ou LED	Sinalização local	Alerta visual/sonoro em caso de emergência
Botão físico	Reset / emergência manual	Interface simples para o usuário
Servidor MQTT / HTTP (remoto)	Servidor na nuvem ou local	Envio de dados e alertas em tempo real
App/Web Dashboard (opcional)	Interface para familiares	Visualização dos dados e alertas do idoso

Descrição da Solução Proposta

1. Funcionalidades do Sistema

Deteção de Quedas

- Análise dos sinais refletidos pelo radar em tempo real
- Algoritmo para reconhecer padrão de queda brusca seguido de imobilidade
- Envio de alerta imediato via Wi-Fi

Monitoramento de Sinais Vitais

- Microvibrações associadas à respiração detectadas pelo radar
- Identificação de ausência prolongada de sinais respiratórios

Monitoramento de Presença e Movimento

- Deteção de movimentação no cômodo
- Registro de tempo de permanência em determinados locais (como banheiro)
- Alertas em caso de inatividade incomum por tempo prolongado

Comunicação com Familiares

- Envio de dados via **Wi-Fi** para uma aplicação ou serviço remoto (ex: via MQTT ou HTTP)
- Armazenamento dos eventos mais relevantes para análise futura

2. Requisitos Técnicos

Comunicação:

- **Wi-Fi 2.4GHz**, utilizando stack LWIP nativa da Pico W
- Protocolos suportados: MQTT (HiveMQ, AWS IoT ou Mosquitto), HTTP (RESTful)

Processamento:

- Processamento de sinais de radar usando algoritmo simplificado de deteção de movimento e padrões

- Código desenvolvido em **C/C++** com o **Pico SDK** ou **MicroPython** (conforme a complexidade do sensor escolhido)

Armazenamento Local:

- Possibilidade de salvar registros em flash (ou cartão SD, se adicionado)

Consumo de Energia:

- Modo de baixo consumo quando não detecta movimento
- Pico W pode entrar em modo sleep e acordar por interrupção (ex: detecção de movimento do radar)

Complexidade da Solução

O desenvolvimento de um sistema inteligente para monitoramento de idosos em ambiente residencial, utilizando sensores de radar de ondas milimétricas e uma plataforma embarcada como a Raspberry Pi Pico W, envolve um conjunto significativo de desafios multidisciplinares — tanto no hardware quanto no software.

1. Processamento de Sinais de Radar (DSP)

Sensores de radar operam com sinais de alta frequência e exigem algoritmos sofisticados para extrair informações relevantes como movimento, padrão respiratório ou queda. O sinal recebido é composto por ruído, reflexões múltiplas e interferências ambientais, tornando essencial o uso de técnicas de **filtros digitais**, **detecção de pico**, **análise de espectro** e, em alguns casos, **machine learning** para reconhecimento de padrões.

2. Detecção de Quedas e Análise de Comportamento

Identificar uma queda com precisão requer não apenas detectar um movimento abrupto, mas também verificar a imobilidade subsequente e distinguir entre uma simples sentada rápida ou uma queda acidental. Isso envolve o desenvolvimento de **modelos heurísticos ou baseados em IA**, além de ajustes finos para cada ambiente (pisos, paredes, móveis).

3. Limitações Computacionais da Plataforma

A Raspberry Pi Pico W, embora eficiente, possui recursos limitados em comparação a um sistema com Linux embarcado. Trabalhar com **restrições de memória RAM (264KB)**, **processamento (dual-core Cortex-M0+)** e **ausência de FPU** (unidade de ponto flutuante) impõe a necessidade de **otimizações profundas no código**, uso de bibliotecas eficientes e, frequentemente, reimplementação de algoritmos complexos em ponto fixo.

4. Comunicação em Tempo Real

Garantir que os dados de monitoramento e alertas cheguem aos familiares em tempo real exige o uso de **protocolos de rede confiáveis e leves**, como MQTT sobre TLS. Além disso, é preciso lidar com **intermitência de conexão Wi-Fi**, **reconexão automática** e **bufferização inteligente** dos dados locais para evitar perda de eventos críticos.

5. Integração de Software e Firmware

A integração entre o sensor radar, o microcontrolador e os serviços de rede exigem a criação de um **firmware robusto**, com multitarefa, filas de eventos, tratamento de interrupções e watchdog timers, garantindo a estabilidade do sistema mesmo em cenários de falhas parciais.

6. Privacidade e Ética

Um dos maiores diferenciais do sistema é sua natureza não invasiva. Porém, isso exige cuidado extra no projeto: **não utilizar câmeras ou microfones**, armazenar apenas dados essenciais, **proteger as informações transmitidas com criptografia**, e manter total conformidade com boas práticas de segurança digital e ética no cuidado com idosos.

7. Testes em Ambiente Real

Simular todos os tipos de comportamento humano (quedas, deslocamentos, ausência de respiração temporária, etc.) exige tempo e metodologia. Testar o sistema em diferentes ambientes e com diferentes perfis físicos (peso, altura, mobilidade) é essencial para calibrar a precisão dos algoritmos.

O desenvolvimento deste tipo de sistema exige **conhecimento profundo em sistemas embarcados, eletrônica, redes, algoritmos de processamento de sinais, segurança de dados e empatia pelo usuário final**. Ao mesmo tempo, representa uma oportunidade ímpar de

aplicar a tecnologia em benefício direto da qualidade de vida de pessoas vulneráveis, com potencial de impacto social e inovação significativa no campo da saúde e bem-estar.

Plano de validação

Descreva o plano de validação, se aplicável

Status de desenvolvimento e cronograma de finalização do sistema embarcado

Descreva as etapas do projeto, o status atual de desenvolvimento (percentual) e o cronograma de finalização do sistema embarcado com datas de conclusão previstas para cada uma das etapas ainda não finalizadas. Ainda, descrever as principais dificuldades encontradas pelo grupo até o momento e como o grupo resolveu ou pretende resolvê-las (**máximo de 1 página**)

Fase Atual: Concepção da Ideia

Neste estágio inicial, temos uma proposta clara e socialmente relevante: desenvolver um dispositivo embarcado capaz de monitorar idosos dentro de ambientes residenciais, de forma não invasiva, discreta e eficiente, utilizando um sensor de radar de ondas milimétricas e a BitDogLab como plataforma de controle e comunicação.

Objetivo principal:

Detectar situações de risco — como quedas, imobilidade prolongada, e ausência de sinais vitais — e notificar familiares em tempo real, sem comprometer a privacidade do usuário, especialmente em locais sensíveis como banheiros.

Fase 1: Planejamento e Pesquisa Técnica

Nesta etapa, realizaremos uma análise profunda sobre:

- Viabilidade técnica do sensor radar (ex: IWR6843AOP, MR24HPC1, CDM324, etc.)
- Capacidades e limitações da Raspberry Pi Pico W
- Protocolos de comunicação (Wi-Fi, MQTT, HTTP)
- Estrutura de software embarcado e possíveis linguagens (C/C++ com Pico SDK ou MicroPython)
- Definição dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema
- Estudo de sistemas similares no mercado ou na literatura científica
- Saída esperada: Documento de especificação técnica inicial com escopo, funcionalidades, componentes e arquitetura do sistema.

Fase 2: Prototipagem Inicial (MVP)

Desenvolvimento de um protótipo funcional mínimo (MVP) que integre:

- Leitura de dados do sensor de radar
- Processamento básico para detectar presença e movimento
- Envio de alertas via Wi-Fi para um servidor ou interface local
- Feedback local (LED/Buzzer)
- Foco em comprovar a viabilidade do conceito e testar o radar em ambiente real.
- Saída esperada: Protótipo funcional simples, capaz de detectar presença e comunicar eventos.

Fase 3: Desenvolvimento de Algoritmos Avançados

Após validar a leitura básica dos dados, partimos para o desenvolvimento de algoritmos que permitam:

- Detecção de quedas com base em padrões de movimento
- Análise de sinais vitais (respiração, imobilidade)
- Reconhecimento de padrões de movimentação normal e anormal

- Estimativa de parâmetros como tempo no banheiro, inatividade prolongada, etc.
- Essa fase requer conhecimentos em processamento de sinais (DSP) e/ou uso de modelos de aprendizado de máquina (ML) embarcáveis, caso o radar permita.
- Saída esperada: Sistema embarcado capaz de classificar eventos relevantes e gerar alertas automáticos com alta confiabilidade.

Fase 4: Integração com Comunicação Remota e Interface

Aqui será implementado o backend de comunicação:

- Envio dos eventos para um servidor MQTT ou REST
- Criação de um dashboard web ou app mobile (mesmo simples) para visualização
- Registro dos eventos críticos (quedas, ausência respiratória, etc.)
- Tratamento de falhas de rede e bufferização local dos dados
- Saída esperada: Sistema totalmente conectado, com feedback local e remoto, prontos para testes em uso contínuo.

Fase 5: Otimização, Testes Reais e Validação

Nesta etapa, o sistema é testado:

- Em ambientes reais simulando o uso residencial
- Com usuários de diferentes perfis físicos e comportamentais
- Em diferentes cômodos e sob diferentes condições (luz, interferência, obstáculos)
- Verificando consumo de energia, estabilidade de rede, e precisão dos algoritmos
- Ajustes serão feitos na lógica de detecção, consumo de energia, interface e ergonomia do dispositivo.
- Saída esperada: Versão otimizada, estável e validada do sistema, pronta para demonstração e apresentação.

Fase 6: Apresentação Final e Documentação

Preparamos os seguintes itens:

- Protótipo final funcional
- Documentação técnica (hardware, software, algoritmos, testes)
- Apresentação (pitch) para banca avaliadora
- Demonstrador visual ou banner com diagrama do sistema
- Relatório de impacto social e ético
- Saída esperada: Projeto completo, com documentação e materiais visuais, pronto para competição ou publicação.

Conclusão

O caminho entre a ideia e a implementação final deste projeto envolve desafios técnicos multidisciplinares e requer um forte compromisso com usabilidade, confiabilidade e ética. Ao longo das fases, será necessário:

- Balancear simplicidade e robustez no firmware
- Lidar com limitações de hardware embarcado
- Otimizar algoritmos em tempo real

- Garantir a privacidade do usuário
- Criar uma experiência segura e confiável para os familiares
- É um projeto de grande valor humano e tecnológico, com potencial para destaque em competições e aplicações reais.