

SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA PETS: PROJETO FINAL DA CAPACITAÇÃO EMBARCATECH

Breno Novais Couto

1 MOTIVAÇÃO

O cuidado com a saúde de animais domésticos é essencial para garantir seu bem estar e qualidade de vida. Porém, muitos donos não tem o tempo ou até a capacidade de monitorar a saúde de seus bichinhos de forma detalhada, já que alguns sinais como aumento nos níveis de stress e ansiedade ou pouca qualidade de sono são realmente difíceis de serem percebidos. Nesse cenário, a criação de uma coleira inteligente pode ser uma ferramenta poderosa para auxiliar os donos a cuidarem de seus pets, ao monitorar batimentos cardíacos, temperatura corporal e localização. Então, por meio de um aplicativo, o sistema retorna ao usuário um feedback sobre o bem-estar geral de seu animal, para acompanhar sua saúde de forma mais detalhada e próxima.

1.1 ESCOPO

O sistema propõe a criação de uma coleira inteligente, capaz de monitorar batimentos cardíacos, temperatura corporal e localização. Esses dados são monitorados de forma a verificar possíveis aumentos de stress, instabilidades na saúde, qualidade do sono e até possibilidade de rastreamento. A partir disso, serão enviados feedbacks sobre o bem-estar e padrões de atividade do animal, além de alertas baseados nos sinais vitais, por meio de Bluetooth ou Wi-fi para um aplicativo voltado a smartphones. O sistema não é capaz de identificar feridas, sintomas mais específicos de doenças, qualidade da alimentação, entre outras questões de saúde que não dependem dos sinais vitais.

1.2 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO

Com o auxílio de um microcontrolador interno, o projeto propõe a criação de uma coleira inteligente, que integra um GPS, sensores para medição de temperatura corporal e frequência cardíaca, um alerta para mudanças críticas dos sinais vitais, um QR code para sincronização com aplicativo celular e suporte para Wi-fi e Bluetooth. Durante o uso cotidiano, a coleira irá monitorar a saúde do animal ao coletar dados para medir seus sinais vitais, esses dados serão enviados para o dono como um feedback sobre a saúde do animal e sua localização.

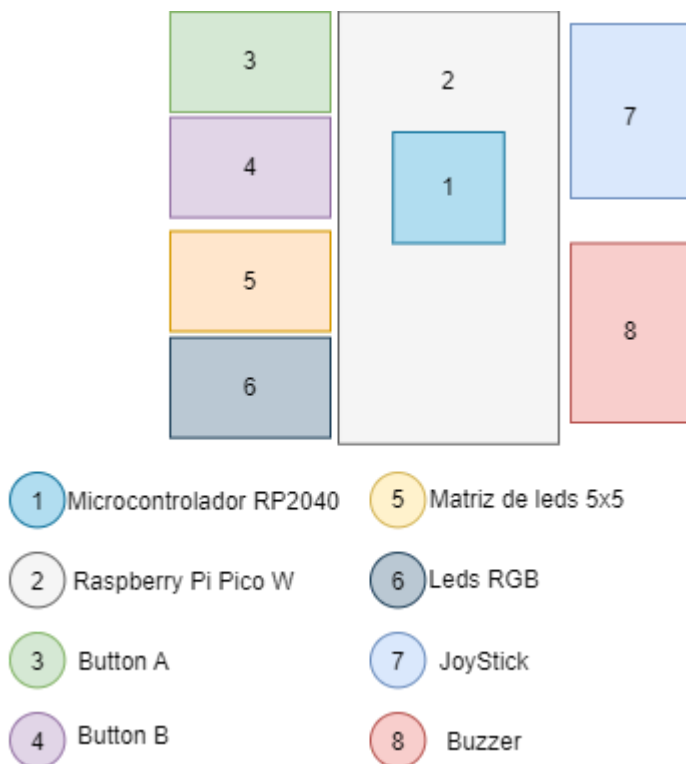
1.3 ORIGINALIDADE

Atualmente, no Brasil, a principal marca que propõe a utilização de coleiras inteligentes integra apenas partes dessas funcionalidades, são essas: o QR code para validação junto com aplicativo e função de GPS para rastreamento, proposta pela empresa Simparic. As funcionalidades descritas neste projeto são, até então, inéditas no nosso país. Uma proposta similar da empresa Invoxia ainda se encontra em período de teste interno na Alemanha, sem previsões para expandir o mercado brasileiro. Nesse cenário, a criação de uma versão nacional se mostra tanto possível, como viável para nosso mercado.

2 ESPECIFICAÇÃO DO HARDWARE

Para a implementação básica desse projeto foi utilizada a placa BitDogLab. Esse recurso nos permite simular o funcionamento das principais funções: monitoramento da frequência cardíaca e temperatura, além do alerta de risco baseado nesses sinais. Dos periféricos disponíveis foram utilizados a matriz de leds 5x5, os leds RGB, o joystick, o buzzer e os botões da placa.

2.1 DIAGRAMA EM BLOCO E FUNÇÕES



2.1.1 MICROCONTROLADOR RP2040

O RP2040 é um microcontrolador projetado pela Raspberry Pi, oferecendo um equilíbrio entre desempenho, baixo consumo de energia e flexibilidade para aplicações diversas, como automação, IoT, robótica e dispositivos portáteis. Aqui estão suas principais características:

1. Processamento e Memória

Duas CPUs ARM Cortex-M0+ operando a até 133 MHz, permitindo processamento paralelo eficiente.

264 KB de RAM SRAM interna, dividida em vários bancos para otimizar o desempenho.

Memória Flash externa (até 16 MB) conectada via interface QSPI, permitindo armazenamento expansível de firmware e dados.

2. Periféricos e Interfaces

Interface PIO (Programmable I/O) com dois blocos de 8 máquinas de estado, permitindo a criação de protocolos personalizados e comunicação de alta velocidade. Comunicação serial: SPI, I2C e UART.

3. Eficiência Energética e Operação: Baixo consumo de energia, ideal para aplicações portáteis e de longa duração com bateria. Modo de operação dinâmico,

ajustando a frequência do clock conforme a necessidade para economia de energia. Ampla faixa de tensão de operação: 1,8V a 3,3V para compatibilidade com diferentes circuitos.

4. Programação e Desenvolvimento: Suporte a MicroPython e C/C++, facilitando o desenvolvimento de aplicações. Raspberry Pi Pico como principal placa de desenvolvimento baseada no RP2040.

2.1.2 RASPBERRY PI PICO W

A Raspberry Pi Pico W adiciona ao microcontrolador a funcionalidade Wi-fi além de uma memória Flash adicional, mas o principal são as GPIOs e integração dos periféricos que serão descritos mais à frente.

2.1.3 BUTTON A E B

No projeto o botão A e B da placa BitDogLab foram utilizados para implementar a funcionalidade liga/desliga, que para de exibir os resultados captados pelos leitores adc. Esse periférico foi utilizado por meio da GPIO 5 e 6, referente aos pinos 7 e 9 da Raspberry Pi Pico W, para os botões A e B, respectivamente. Configuração a partir de interrupções conforme o código abaixo:

```
// Configura Botões como entrada com pull-up interno
gpio_init(BOTAO_A);
gpio_set_dir(BOTAO_A, GPIO_IN);
gpio_pull_up(BOTAO_A);

// Configura interrupção única para ambos os botões
gpio_set_irq_enabled_with_callback(BOTAO_A, GPIO_IRQ_EDGE_FALL, true, &irq_callback);
```

2.1.4 MATRIZ DE LEDS 5X5

No projeto a matriz de leds 5x5 disponível na placa BitDogLab foi utilizada para criar um alarme visual, quando as condições dos sinais vitais lidas pelas entradas adc são considerados críticos para a saúde do animal. Esse periférico é usado pela GPIO 7, referente ao pino 10 da Raspberry Pi Pico W. A configuração foi feita de acordo com o código abaixo:

```
void npInit(uint pin) {

    //programa pio
    uint offset = pio_add_program(pio0, &ws2818b_program);
    np_pio = pio0;

    //encontra pio
    sm = pio_claim_unused_sm(np_pio, false);
    if (sm < 0) {
        np_pio = pio1;
        sm = pio_claim_unused_sm(np_pio, true);
    }

    ws2818b_program_init(np_pio, sm, offset, pin, 800000.f);

    for (uint i = 0; i < LED_COUNT; ++i) {
        leds[i].R = 0;
        leds[i].G = 0;
        leds[i].B = 0;
    }
}
```

2.1.5 LEDS RGB

No projeto os leds RGB da placa BitDogLab foram utilizados para nos retornar um feedback visual via pwm da leitura dos sinais do JoyStick. Com o vermelho referente a temperatura do eixo Y e o azul para frequência cardíaca no eixo X. Os leds verde, azul e vermelho utilizam as GPIOs 11, 12 e 13, referentes aos pinos 15, 16 e 17 da Raspberry Pi Pico W, respectivamente. Estes foram configurados conforme o trecho abaixo:

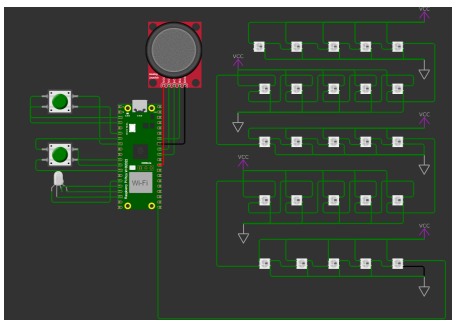
```
// Configura PWM para um pino específico
void setup_pwm(uint gpio) {
    gpio_set_function(gpio, GPIO_FUNC_PWM);
    uint slice = pwm_gpio_to_slice_num(gpio);
    pwm_set_wrap(slice, 4095); // PWM de 12 bits (0-4095)
    pwm_set_enabled(slice, true);
}
```

2.1.6 JOYSTICK

Nesse projeto o Joystick foi utilizado para simular as leituras da temperatura e frequência cardíaca, referentes aos eixos Y e X respectivamente. Esses eixos utilizam as GPIOs 26 e 27, na placa Raspberry Pi Pico W os pinos 31 e 32. Os eixos foram configurados da seguinte forma:

```
// Configura o ADC
adc_init();
adc_gpio_init(joyX);
adc_gpio_init(joyY);
```

2.2 CIRCUITO COMPLETO DO HARDWARE



3 ESPECIFICAÇÃO DO FIRMWARE

O firmware foi desenvolvido na linguagem C utilizando a Pico SDK, que nos permite acessar e manipular os componentes de hardware de forma simples e prática. Mais adiante no diagrama de blocos consta suas especificações e funcionalidades.

3.1 DIAGRAMA DE BLOCO



3.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

A definição dos pinos e variáveis foi feita conforme os trechos abaixo:

```
#define LED_B 12
#define LED_G 11
#define LED_R 13
#define BOTAO_JOYSTICK 22
#define BOTAO_A 5
#define joyX 26
#define joyY 27
#define LED_COUNT 25
#define LED_PIN 7
#define DEBOUNCE_TIME 200000 // 200 ms em microssegundos
```

```
// Variavel controladora para ligar e desligar leds e leituras
static bool liga_desliga = false;

// Variavel controladora para debounce do botao A
static uint32_t last_interrupt_time_A = 0;

// Variavel controladora da matriz de leds 5x5
int contador_5x5 = 1;

//definicao dos pixels
struct pixel_t{
    uint8_t G, R, B;
};

typedef struct pixel_t pixel_t;
typedef pixel_t npLED_t;

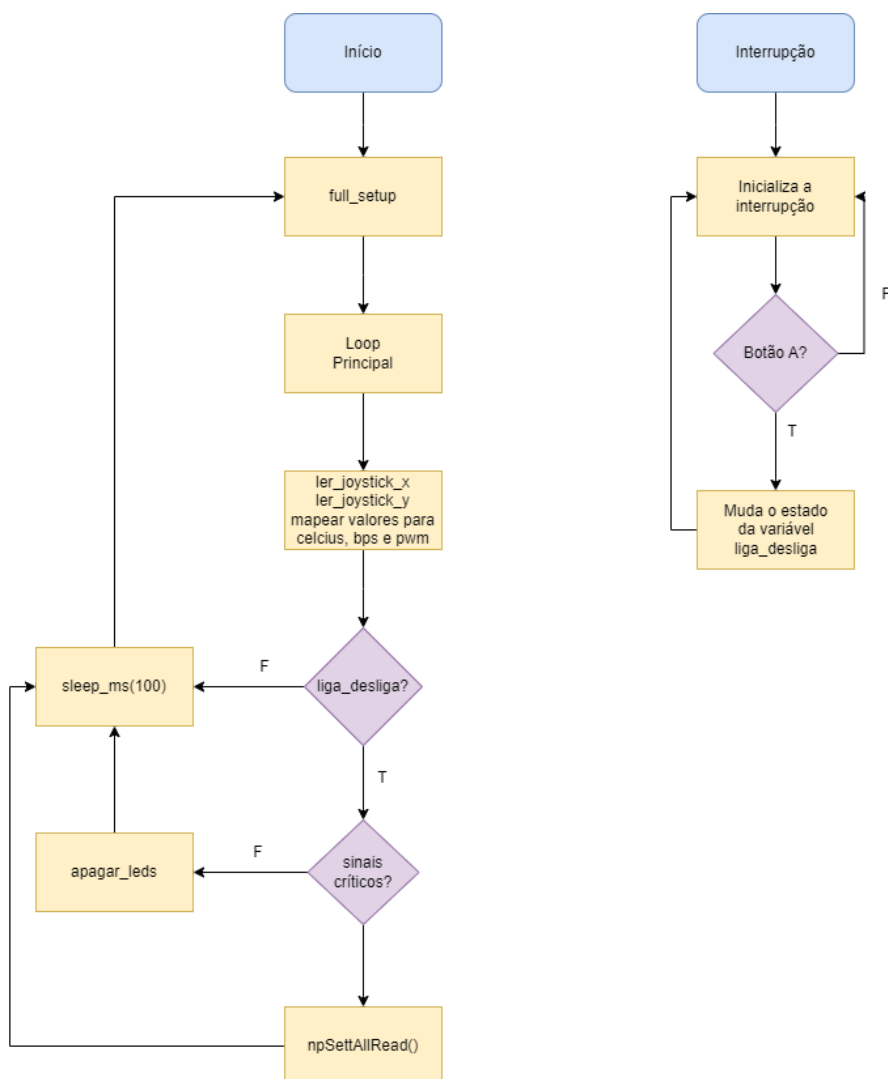
//definicao do buffer de pixels
npLED_t leds[LED_COUNT];

PIO np_pio;
uint sm;
```

3.3 INICIALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO

Para iniciar o projeto primeiro se deve colocar a placa no modo BOOTSEL, então rodá-lo pelo terminal do vscode. Assim que o programa estiver em funcionamento é necessário pressionar o botão A para que as leituras sejam repassadas aos leds, note que ao mexer o joystick na vertical o led rgb terá maior intensidade no vermelho e na horizontal a mudança estará no led azul. O intervalo definido para temperatura (36C a 40C) referente ao eixo Y possui menos valores do que o eixo X, referente a frequência cardíaca (50bpm a 110bpm), por isso o joystick horizontal possui maior sensibilidade para disparar o alarme (padrão vermelho na matriz 5x5). Além disso, conforme as mudanças dos níveis nas leituras pelo adc mudam, os leds rgb variam e suas cores se misturam, indicando alterações nos sinais vitais simulados pelo joystick. Para mais detalhes sobre o código e o funcionamento acesse os links para o vídeo de demonstração e o repositório github.

3.4 FLUXOGRAMA



4.4 TESTES DE VALIDAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a validação dos resultados captados pelo programa, foi utilizado a comunicação serial pelo terminal do vscode, mas principalmente pelo retorno nos leds de alerta e pwm. Com estes resultados notamos que é possível criar um projeto embarcado

utilizando um microcontrolador para coleta desses dados e processamento, bem como, com o suporte Wi-fi, a criação de um aplicativo voltado a armazenar esses dados e retornar um feedback concreto e real para o dono. Essas funcionalidades permitirão cuidar de nossos pets com maior proximidade, precisão e zelo.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Sistema de Monitoramento para Pets demonstrou a viabilidade e a relevância da integração de tecnologias embarcadas na monitoria da saúde e bem-estar de animais domésticos. A coleira inteligente proposta se destaca por sua capacidade de coletar dados essenciais, como batimentos cardíacos, temperatura corporal e localização, fornecendo aos donos informações valiosas sobre seus pets em tempo real.

A utilização do microcontrolador RP2040 e da Raspberry Pi Pico W permitiu a implementação de um sistema eficiente e energeticamente viável, garantindo a comunicação entre a coleira e o aplicativo via Wi-Fi e Bluetooth. Além disso, o uso de interfaces visuais, como a matriz de LEDs 5x5 e os LEDs RGB, proporcionou uma resposta rápida e intuitiva para alertas de alterações nos sinais vitais.

A originalidade do projeto é um de seus principais diferenciais, visto que, atualmente, não há soluções nacionais que integrem todas essas funcionalidades em um único dispositivo. Dessa forma, a proposta apresenta um grande potencial para evolução e comercialização, podendo contribuir significativamente para a melhoria do cuidado com os animais de estimação.

Durante os testes e validação, foi possível comprovar a funcionalidade dos sensores e do firmware desenvolvido, reforçando a viabilidade da solução. A coleta de dados, sua interpretação e a transmissão ao usuário demonstraram o potencial do sistema em fornecer informações relevantes e acessíveis sobre a saúde do animal.

Em resumo, este projeto representa um passo significativo na direção de um monitoramento mais preciso e acessível da saúde dos pets, oferecendo aos donos uma ferramenta eficaz para acompanhar e garantir o bem-estar de seus animais. Com futuras otimizações, como integração com inteligência artificial e expansão das funcionalidades do aplicativo, o sistema tem potencial para se tornar uma solução inovadora e de grande impacto no mercado pet brasileiro.

LINK PARA O REPOSITÓRIO:

<https://github.com/breno-couto/SISTEMA-DE-MONITORAMENTO-PARA-PETS>

LINK PARA O VÍDEO DE DEMONSTRAÇÃO:

<https://drive.google.com/file/d/114b-NNnWGNTqNdTi0kTmsEcSGJ5H910r/view?usp=drivesdk>

REFERÊNCIAS

<https://www.techtudo.com.br/noticias/2024/01/conheca-a-coleira-smart-que-monitora-a-saude-do-seu-cao-ou-gato-edinfoeletro-ces2024.ghtml>

<https://www.startse.com/artigos/coleira-gps-para-cachorro/>

<https://vetgirlontherun.com/pt/veterinary-continuing-education-pulse-oximetry-veterinary-medicine-vetgirl-blog/>

https://www.mountpleasant-com-sg.translate.goog/education/normal-vital-signs-in-dogs-and-cats/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pto=tc&_x_tr_hist=true

<https://www.uniara.com.br/arquivos/file/noticias/manual-ilustrado-semiologia-basica-pequenos-animais.pdf>

<https://www.revistaveterinaria.com.br/como-fazer-a-avaliacao-de-parametros-vitais-em-animais/>