

ANA KAROLINA DISIGANT REIS

APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS E SISTEMAS EMBARCADOS
Unidade VI | Capítulo I

Vitória da Conquista – BA
202

SUMÁRIO

1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA PRÁTICO.....	3
2. SOLUÇÃO IoT CENTRADA EM MICROCONTROLADORES.....	4
3. FLUXOGRAMA DO SOFTWARE	6

1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA PRÁTICO

A IIoT (Internet Industrial das Coisas) pode revolucionar o monitoramento térmico no ambiente de trabalho, oferecendo soluções avançadas para a gestão de saúde e segurança ocupacional conforme recomendado pela Norma de Higiene Ocupacional NHO 06. Dentre essas inovações, o uso de dispositivos vestíveis integrados a sensores ambientais, como o termômetro de globo, surge como uma abordagem proativa para proteger trabalhadores expostos ao calor.

O calor excessivo representa sérios riscos, incluindo desidratação e golpes de calor. Em tempos de recordes de temperatura globais, o monitoramento contínuo e preciso de variáveis ambientais e sinais vitais é essencial. Métodos manuais, baseados em medições intermitentes com termômetros de globo e cálculos manuais do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo), são lentos e propensos a erros. Embora existam dispositivos automáticos para medir o IBUTG, eles não consideram a resposta fisiológica individual dos trabalhadores ao calor.

A combinação de sensores tradicionais de temperatura de globo com dispositivos vestíveis, como faixas de pulso ou roupas inteligentes, permite uma solução integrada. Enquanto o termômetro de globo mede temperatura radiante, sensores vestíveis monitoram continuamente frequência cardíaca, temperatura corporal e níveis de sudorese. Esses dados são transmitidos para uma plataforma IoT por meio de comunicação sem fio que calcula automaticamente o IBUTG e gera alertas em tempo real.

O diferencial dessa abordagem é a personalização das ações preventivas. Dispositivos vestíveis fornecem feedback imediato aos trabalhadores, com vibrações ou notificações sonoras quando limites de exposição são ultrapassados. Supervisores também recebem informações centralizadas, possibilitando pausas personalizadas e ações corretivas antes que condições perigosas comprometam a saúde.

Ao integrar a precisão dos termômetros de globo com a adaptabilidade dos dispositivos vestíveis, a IIoT redefine o monitoramento térmico no trabalho, alinhando conformidade normativa com segurança proativa e maior produtividade.



2. SOLUÇÃO IoT CENTRADA EM MICROCONTROLADORES

O monitoramento contínuo das condições do ambiente e dos sinais vitais dos trabalhadores é essencial para garantir segurança e saúde ocupacional. A automação do cálculo do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) e a prevenção de riscos associados ao calor excessivo requerem a seguinte estrutura tecnológica:

Microcontrolador

ESP32: capacidade de conectividade Wi-Fi e Bluetooth, além de suporte a múltiplos sensores. Ele atuará como o núcleo do sistema, integrando dados de sensores ambientais e dispositivos vestíveis.

Sensores Ambientais

Termômetro de globo: mede a temperatura radiante do ambiente.

Sensor de umidade: capta a umidade relativa do ar.

Sensor de temperatura do ar: mede a temperatura do ambiente.

Dispositivos Vestíveis

Pulseiras inteligentes equipadas com sensores de frequência cardíaca (monitoramento dos sinais vitais do trabalhador), temperatura corporal (identificação de elevações anormais) e sensor de sudorese (estimativa dos níveis de hidratação).

Protocolo de Comunicação

Wi-Fi: utilizado para transmissão de dados em tempo real em áreas com cobertura.

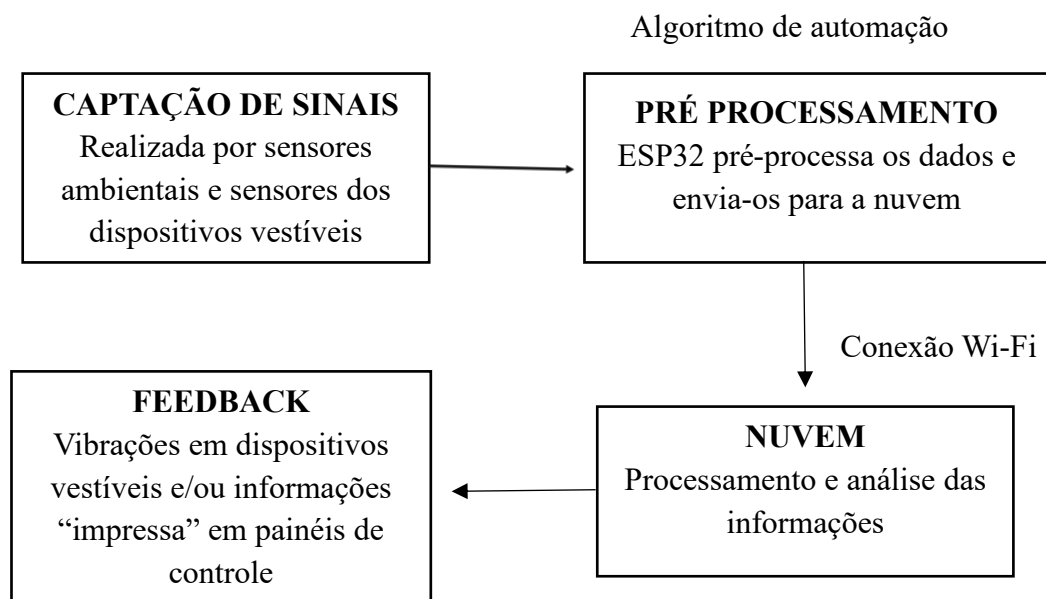
LoRa: utilizado para ambientes industriais amplos com pouca infraestrutura de rede, oferecendo maior alcance com baixo consumo de energia.

Funcionamento do Sistema

1. Os sensores ambientais capturam os dados sobre o ambiente de trabalho, enquanto os dispositivos vestíveis monitoram os sinais vitais dos trabalhadores;
2. Os dados são transmitidos ao ESP32, que realiza um pré-processamento e envia as informações para uma plataforma central;
3. A plataforma IoT calcula automaticamente o IBUTG e analisa os sinais vitais, gerando alertas em tempo real caso os limites de segurança sejam ultrapassados;

4. Os trabalhadores recebem feedback imediato através de vibrações ou alertas sonoros em seus dispositivos vestíveis, enquanto supervisores têm acesso a um painel centralizado para tomada de decisões.

A aplicação desta solução gera conformidade com a NHO 06, promovendo um ambiente mais seguro e produtivo. Cada trabalhador pode atuar com a certeza de que o setor de Saúde e Segurança do Trabalho está monitorando, em tempo real, os riscos de exposição ao calor. Além disso, é possível personalizar medidas preventivas com base nos sinais vitais emitidos, reduzindo os riscos de acidentes e aumentando a eficiência operacional.



3. FLUXOGRAMA DO SOFTWARE EMBARCADO

A princípio o software precisará recolher os dados de temperatura do globo, temperatura do ar e umidade relativa para uni-los na realização do cálculo do IBUTG sob a fórmula $IBUTG = 0,7 * (temp_globo) + 0,2 * (temp_ar) + 0,1 * (umidade)$. Com o resultado do cálculo ele realiza a análise das condições e deve retornar as seguintes informações aos usuários: “Alerta: condições perigosas de calor” caso o $IBUTG \geq 28$, “Atenção: condições quentes” caso o $25 \leq IBUTG < 28$ e/ou “Condições normais” caso contrário. Após a exibição do resultado há uma pausa de 10 segundos e o processo retorna para a coleta de dados feita pelos sensores.

