

Sistema de monitoramento de monóxido de carbono e cálculo de créditos verdes

Luís Felipe de Macedo e Castro – 251542
Lucas Massami Kuratani – 250800
Vinicius de Castro Onofre – 250805

Diego Sone Borges Januario – 251628
Lucca Navarro Furlan – 250680
Gustavo Torres Grana – 250963

Rodrigo Henrique Geraldo

INTRODUÇÃO

O Monóxido de Carbono (CO), um poluente industrial crítico, exige monitoramento rigoroso devido aos seus riscos à saúde e à contribuição para o efeito estufa. Este projeto desenvolve um sistema IoT de baixo custo (sensor MQ-7 + ESP32) para monitorar as emissões de CO em tempo real. Seu principal diferencial é o dashboard integrado que converte as medições em valores de créditos verdes (créditos de carbono). O objetivo é fornecer uma ferramenta acessível para que as indústrias promovam e gerenciem a compensação de sua pegada de carbono de forma eficiente e estratégica.

Figura 1. Montagem do protótipo no escapamento do carro.



Fonte: Luís Castro, 2025.

JUSTIFICATIVA

O projeto aborda a falta de soluções acessíveis para monitorar o CO industrial, um gás prejudicial para o efeito estufa e para a saúde humana.

OBJETIVOS e ODS

O projeto visa estudar um sistema IoT de baixo custo (MQ-7 (Sensor) /ESP32 (Controlador)) para monitorar as emissões de CO em indústrias e efetuar a conversão automática para créditos verdes, promovendo a compensação de carbono. Contribui para os ODS 13 (Clima), ODS 9 (Inovação Industrial) e ODS 3 (Saúde).

ORÇAMENTO

Tabela 1 - Orçamento

Item	Quantidade	Preço	Preço Final	Fonte 1	Preço 1	Fonte 2	Preço 2	Fonte 3	Preço 3
ESP32	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00	Mercado Livre	R\$ 43,00	WJ Componentes Eletrônicos	R\$ 51,58	A2 Robotics	R\$ 35,00
Fio em Metros	1	R\$ 0,66	R\$ 0,66	Mercado Livre	R\$ 3,00	Aliexpress	R\$ 4,58	Amazon	R\$ 0,66
Jumper Macho	4	R\$ 0,19	R\$ 0,76	WJ Componentes Eletrônicos	R\$ 0,30	A2 Robotics	R\$ 0,19	Eletrogate	R\$ 0,25
Cabo micro USB	1	R\$ 9,56	R\$ 9,56	Mercado Livre	R\$ 19,00	Aliexpress	R\$ 18,44	Eletrogate	R\$ 9,56
Sensor	1	R\$ 14,90	R\$ 14,90	Mercado Livre	R\$ 24,90	Robocore	R\$ 14,90	A2 Robotics	R\$ 15,90
Filamento em Gramas	51	R\$ 0,08	R\$ 4,08	Mercado Livre	R\$ 0,10	3D Fila	R\$ 0,08	Creativity Store	R\$ 0,13
Hora Máquina Impressora 3D	3	R\$ 15,00	R\$ 45,00	Amazon	R\$ 556,33	Fab Lab	R\$ 15,00	Aliexpress	R\$ 61,52
Hora de Mão de obra	50	R\$ 6,90	R\$ 345,00	Governo Federal	R\$ 6,90				
Parafuso M3	2	R\$ 0,25	R\$ 0,50	Robocore	R\$ 0,25	IFM electronic	R\$ 13,00	Eletrodex eletrônica	R\$ 0,45
Porca M3	2	R\$ 0,19	R\$ 0,38	Robocore	R\$ 0,22	IFM electronic	R\$ 9,00	Mercado Livre	R\$ 0,19
Preço total		R\$	455,46						

RESULTADOS E VALIDAÇÃO

A validação seguiu o procedimento recomendado pelo fabricante, focando em comprovar a capacidade do dispositivo de detectar variações de CO e enviar os dados corretamente para o dashboard. O processo incluiu o **aquecimento (24h)**: Para o sensor entrar na faixa ideal de operação, **calibração Manual**: Ajuste com potenciômetro para leitura zero em ar limpo e a **confirmação**: Uso de uma fonte fraca de CO (isqueiro a gás).

Os testes demonstraram que o sistema atingiu os objetivos propostos, comprovando sua funcionalidade e escalabilidade:

Detecção Funcional: O sensor detectou variações perceptíveis de CO de forma coerente.

Monitoramento em Tempo Real: O dashboard apresentou atualizações imediatas, com um tempo médio de resposta satisfatório de 15 segundos.

Teste Prático: Foi possível fixar o case no escapamento de um carro, obtendo dados reais de emissão e provando a funcionalidade em campo.

Conversão Estratégica: O dashboard calculou e exibiu corretamente a conversão das emissões acumuladas em créditos verdes e o valor correspondente de investimento.

CONCLUSÃO

O protótipo é um MVP funcional que demonstra eficiência na mensuração de CO e na conversão para créditos verdes. Para futura continuação, é sugerido o desenvolvimento de um invólucro mais robusto e a implementação de um módulo de energia autônomo (bateria recarregável ou painel solar).

PERSPECTIVAS

Apesar do sucesso geral, foram identificadas limitações técnicas:

•**Calibração Sensível**: A calibração do sensor mostrou-se suscetível a variações de temperatura e umidade.

•**Acomodação de Componentes**: O case protetor não foi amplo o suficiente para acomodar o microcontrolador, apenas o sensor e a fiação.

•**Energia Externa**: O sistema ainda depende de alimentação externa.

AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. Rodrigo Henrique Geraldo (professor orientador)

Prof. Me. Marcelo Mendes de Aguiar (professor mentor)