Nível

ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Caixas d'Água do Condomínio

Protótipo IoT de monitoramento

Versão 1.4 | 28/11/2026 | ESP32 · Firebase · Dashboard web

100
75
50
25
0

Nenhum condomínio pego de surpresa sem água.

PROGRAMA
Mestrado Profissional em Engenharia de Software
CESAR School · Recife

DISCIPLINA
Interoperabilidade básico
Prof. Fernando Ferreira de Carvalho

Sumário

01 Descrição 3

02 Ideação 3

03 O que a solução faz 4

04 O que a solução não faz 4

05 Funcionalidades 5

06 Interfaces 6

- 6.1 Interface local 6
- 6.2 Interface remota 6

07 Arquitetura e dados 7

- 7.1 Processos e frequência 7
- 7.2 Estrutura do banco 8
- 7.3 Regras de acesso 8

08 Riscos e plano B 9

09 Aprimoramentos futuros 9

DOCUMENTO

Tipo	Especificação do protótipo	Disciplina	Interoperabilidade básico
Projeto	Caixas d'Água do Condomínio	Professor	Fernando Ferreira de Carvalho
Versão	1.4 · 28/11/2026	Programa	MPES · CESAR School · 2026.2

EQUIPE

JB José Carlos Barbosa

LC Luis Felippe Costa

LV Lamartine Veras

PI Patrick Iarrocheski

LF Lucas Falcão

MS Marilia Santos

01 Descrição

O projeto demonstra como síndicos e equipes de manutenção podem acompanhar as caixas d'água de um condomínio em um único painel. A conferência apenas por vistoria pode atrasar a identificação de níveis baixos. O dashboard reúne o nível, as condições do ambiente, a conexão e o histórico de cada caixa.

Na bancada, o potenciômetro é a única entrada que simula o nível da água. O ESP32 converte sua posição em um percentual e mostra o nível na barra física de LEDs. Sensores medem temperatura, umidade e luminosidade do ambiente da caixa. Um LED RGB indica se a bomba simulada está ligada ou desligada. O ESP32 envia os dados diretamente ao Firebase Realtime Database via Wi-Fi e HTTPS.

A tela de referência apresenta a torre-a com 72% e condição normal e a torre-b com 29% e condição de alerta.



Tela de referência. A linha tracejada marca a fronteira de 50% entre normal e alerta.

02 Ideação

A matriz avalia como apresentar a leitura do potenciômetro. As notas vão de 1 a 5 e a pontuação final é a média ponderada.

Critério	Peso	Local	Dashboard	Local + dashboard ESCOLHIDA
Acompanhar várias caixas remotamente	35%	1	5	5
Conferir o nível durante queda de internet	25%	5	1	5
Consultar histórico e exportar dados	25%	1	5	5
Facilidade de implementação	15%	5	4	3
Pontuação final	**100%**	**2,60**	**3,85**	**4,70**

A indicação combinada foi escolhida porque a barra permite conferir o nível junto ao dispositivo e o dashboard reúne as torres, os alertas e o histórico.

03 O que a solução faz

- Simula o nível de 0% a 100% e o exibe na barra de LEDs e no reservatório gráfico.
- Exibe temperatura em °C, umidade relativa em % e luminosidade relativa em %, com o rótulo Luz na caixa.
- Classifica o nível como Normal acima de 50% e Alerta até 50%. A marca de 25% é uma referência visual.
- Mostra o total de caixas, quantas estão online, quantas estão em alerta e a idade da última leitura.
- Permite habilitar o som do alerta, consultar o histórico e baixar o CSV do período selecionado.
- Indica o estado da bomba simulada pelo LED RGB e mantém a sinalização local durante interrupções de rede.

04 O que a solução não faz

- Medir diretamente o nível de um reservatório real ou calcular seu volume em litros.
- Acionar bomba física, relé ou válvula, ou alterar a posição do potenciômetro quando a bomba simulada muda de estado.
- Medir luminosidade em lux, avaliar a potabilidade da água ou diagnosticar vazamentos.

05 Funcionalidades

Os prazos remotos são metas de teste com o ESP32 conectado, o Firebase disponível e o dashboard aberto.

FUNCIONALIDADE · PRIORIDADE · SENSORES / ATUADORES · VERSÃO	CRITÉRIO DE ACEITE
F01 Simular nível Alta · Potenciômetro · Versão 1.3	Mínimo, meio elétrico e máximo indicam 0%, 50% e 100%, com tolerância de ±5 pontos percentuais.
F02 Indicar nível local Alta · Barra de LEDs · Versão 1.3	Em até 1 s, 0% apaga todos os segmentos e 100% acende todos. Ao elevar o nível, a quantidade acesa nunca diminui.
F03 Mostrar nível e alerta Alta · Potenciômetro · Versão 1.3	Com as torres online em 72% e 29%, o painel mostra, em até 10 s, 2 caixas, 2 online e 1 em alerta. A primeira aparece azul e a segunda amarela. Em teste de fronteira, 50% gera alerta e 51% gera normal.
F04 Mostrar ambiente Alta · Sensores ambientais · Versão 1.3	Uma amostra de 27,4 °C, 48% de umidade e 81% de luminosidade aparece no cartão correto em até 35 s após ser disponibilizada ao firmware.
F05 Indicar bomba simulada Alta · LED RGB · Versão 1.3	Com nível estável em 29%, o LED fica verde. Ao elevar para 72%, fica vermelho. Cada transição ocorre em até 1 s.
F06 Emitir alerta sonoro Média · Áudio do navegador · Versão 1.3	Com som habilitado, baixar de 72% para 29% produz áudio em até 2 s após o alerta visual. Com som desativado, permanece apenas o aviso visual.
F07 Filtrar e exportar Alta · Potenciômetro e sensores ambientais · Versão 1.3	Com amostras de 5 min, 30 min, 2 h e 25 h atrás, as janelas de 15 min, 1 h e 24 h retornam 1, 2 e 3 registros por série. O CSV contém os registros da janela e identifica a torre.
F08 Recuperar conexão e histórico Alta · ESP32 e memória local · Versão 1.3	Após desligar o Wi-Fi da torre-b, o total continua em 2 e o contador online cai para 1 em até 100 s da última presença. A barra segue operando. Após 10 min offline, o histórico reaparece em até 2 min da reconexão, sem duplicatas.
F09 Restringir acesso Alta · — · Versão 1.3	Uma conta de manutenção lê seu condomínio. Recebe negativa ao consultar outro condomínio ou gravar telemetria. O ESP32 recebe negativa ao tentar gravar em outra torre.

06 Interfaces

6.1 Interface local

Interface local	Função
Potenciômetro	Girar para elevar ou reduzir o nível simulado. Extremos calibrados em 0% e 100%.
Barra física de LEDs	Acender mais segmentos à medida que o nível sobe. A escala usa a quantidade de segmentos do módulo.
LED RGB	Verde para bomba ligada e vermelho para desligada.
Botões, gestos e slider separado	A interação local desta versão é feita pelo potenciômetro.

> **Regra proposta para a demonstração.** O ESP32 liga a bomba simulada até 50% e a desliga acima de 50%. A lógica funciona durante a perda de Wi-Fi. O controle remoto da bomba fica fora do escopo.

6.2 Interface remota



Figura 1. Dashboard de referência, com a identificação da conta ocultada.

Área	Elementos
Cabeçalho	Contadores de caixas, online e em alerta, botão Som do alarme e ação Sair.
Cartões por torre	Nome, estado, idade da última leitura, temperatura, umidade e Luz na caixa.
Reservatório gráfico	Percentual em destaque e escala 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Azul em condição normal e amarelo em alerta.
Histórico	Gráficos de nível, temperatura e umidade, com séries por torre e filtros de 15 min, 1 h e 24 h.
Ações	Som do alarme alterna o áudio. Os filtros alteram o período. Baixar CSV exporta a janela selecionada. Sair encerra a sessão.

07 Arquitetura e dados

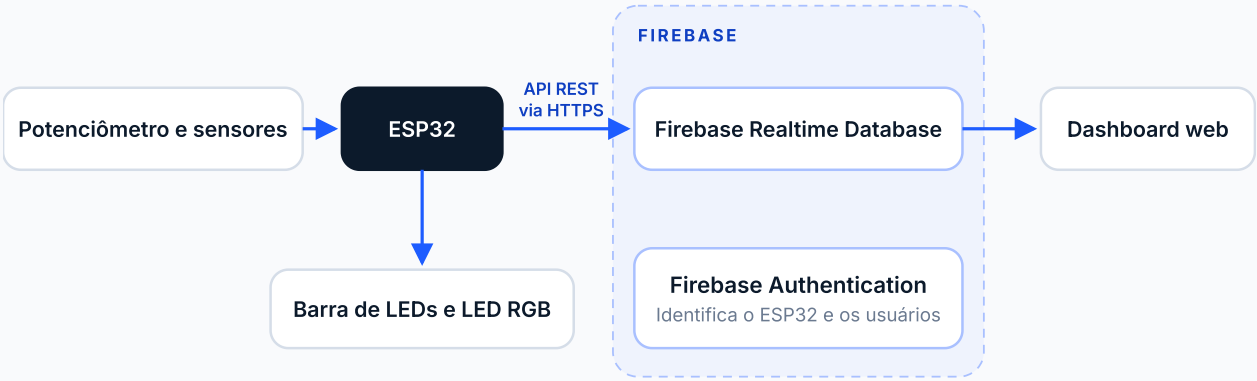


Figura 2. Fluxo dos dados do potenciômetro e dos sensores até o dashboard web.

7.1 Processos e frequência

Processo	Frequência e regra propostas
Nível e LEDs	Ler o potenciômetro a cada 100 ms, filtrar oscilações e atualizar a barra e o RGB.
Sensores ambientais	Ler a cada 5 s, respeitando o intervalo mínimo dos sensores.
Estado e presença	Enviar a cada 5 s e ao confirmar mudança entre normal e alerta.
Histórico	Gravar a cada 30 s e ao mudar de estado. Cada amostra leva ID estável e horário de coleta.
Perda de comunicação	Marcar offline após 90 s sem presença. Uma torre online em alerta entra nos dois contadores. Exibir a idade da última leitura.
Reenvio	Gravar pendências pelos IDs originais. O histórico recuperado preserva o horário de coleta e o estado atual mantém a amostra mais recente.

7.2 Estrutura do banco

Os caminhos de estado, cadastro e leituras ficam sob `/condos/{condoId}/tanks/{tankId}`.

Caminho	Dados
`/memberships/{condoId}/{uid}`	Vínculo do usuário com o condomínio e perfil.
`/devices/{deviceUid}`	Identidade do ESP32 vinculada ao condomínio e à torre.
`/info`	Nome da torre e identificação da caixa.
`/state`	Nível, condições ambientais, bomba simulada, alerta, horário da amostra e presença.
`/readings/{eventId}`	Histórico por torre, com medições, estado da bomba e horário da coleta.

O CSV inclui torre, data e hora, nível, temperatura, umidade e luminosidade dentro do período selecionado.

7.3 Regras de acesso

ESP32

Cada unidade usa identidade individual no Firebase Authentication, valida o certificado HTTPS e renova o token. O dispositivo pode gravar o estado e o histórico da própria torre.

Dashboard

Cada usuário autenticado lê os dados do condomínio ao qual pertence. Som, filtros e exportação são ações da interface.

Banco

As regras verificam os campos e as faixas de nível, umidade e luminosidade. Cadastros de usuários, dispositivos e vínculos ficam sob acesso administrativo.

08 Riscos e plano B

Risco	Mitigação e plano B
Oscilação do potenciômetro perto de 50%	Filtrar a leitura e exigir estabilidade antes de publicar a mudança. Testar 50% e 51% separadamente.
Perda de Wi-Fi ou indisponibilidade do Firebase	Manter barra e RGB em operação. Guardar amostras localmente e reenviar após reconectar. Registrar a lacuna se a fila lotar.
Áudio bloqueado pelo navegador	Habilitar o áudio pelo botão Som do alarme. Manter o aviso visual disponível.
Leitura antiga parece atual	Mostrar a idade da última leitura e sinalizar a perda de comunicação após o prazo definido.
Reenvio duplica ou desordena dados	Reutilizar o ID de cada evento e organizar o histórico pelo horário de coleta.
Erro de vínculo entre dispositivo e torre	Vincular cada identidade a uma torre e testar uma escrita fora do vínculo.

09 Aprimoramentos futuros

- Notificar a manutenção quando uma caixa entrar em alerta ou ficar sem comunicação.
- Configurar limites de alerta por torre e registrar as alterações.
- Incluir gráficos de luminosidade e transições da bomba simulada no histórico visual.
- Ampliar o painel para mais blocos e condomínios.
- Avaliar em campo a medição do nível real e a integração com a infraestrutura do condomínio.

Condição de aprovação da bancada

Reproduzir a torre-a em 72% e a torre-b em 29%, confirmar contadores e alerta, testar o RGB e o som, exportar o histórico filtrado e demonstrar a recuperação dos dados após uma interrupção de Wi-Fi.

Nível

Nenhum condomínio pego de surpresa sem água.

Água que acaba sem aviso não é falta de água.
É falta de informação.

Cada caixa d'água ganha um sensor, e a administradora acompanha o nível de todas as torres num painel. Quando a água chega no limite, o aviso chega antes da reclamação.

01

Sensor na caixa

A placa mede o nível e o ambiente e sinaliza no local, mesmo sem internet.

02

Nuvem com acesso controlado

Só entra quem tem login, e cada placa só grava a própria torre.

03

Painel da administradora

Todas as torres em tempo real, com alerta e histórico.

PAINEL `caixa-dagua-54c28.web.app`

CÓDIGO `github.com/patrickdevv/MPES_interoperabilidade_ESP32_sensor_caixa_agua`

Nível é uma empresa fictícia de um projeto acadêmico do Mestrado Profissional em Engenharia de Software da CESAR School · Recife, 2026.