

SMARTHEALTH SOLUTIONS LTDA.

PROPOSTA TÉCNICA PARA SISTEMA INTEGRADO DE MONITORAMENTO E GESTÃO ENERGÉTICA EM UBS

Processo Licitatório: Sistema de Gestão Inteligente de Energia e Água para UBS de São Carlos

Modalidade: Pregão Eletrônico

Empresa Proponente: SmartHealth Solutions Ltda.

CNPJ: 00.000.000/0001-00

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Problema

O Sistema Único de Saúde brasileiro enfrenta desafios críticos relacionados à sustentabilidade energética e à preservação adequada de imunobiológicos. Dados oficiais do Tribunal de Contas da União revelam que o Brasil desperdiçou 28 milhões de doses de vacinas entre 2021-2022, resultando em prejuízo de R\$ 1,2 bilhão [2]. No contexto das Unidades Básicas de Saúde de São Carlos, que conta com 11 UBS [4], essa problemática manifesta-se através do monitoramento manual de temperatura de refrigeradores, processo ineficiente e suscetível a falhas humanas.

A Gestão Inteligente de Energia e Água representa uma das principais oportunidades de modernização no setor público de saúde. Estabelecimentos de saúde apresentam potencial de economia energética de até 30% com modernização tecnológica, conforme documentado em projetos da ANEEL [25]. No caso específico das UBS, dados do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável indicam consumo energético entre 73,93 e 107,50 kWh/m²/ano [10], representando oportunidade significativa de otimização.

Durante a pandemia de COVID-19, a UFSCar desenvolveu sistema pioneiro de monitoramento térmico para conservação de vacinas no município, utilizando dispositivos IoT que coletavam dados a cada 5 segundos e emitiam alertas para temperaturas superiores a 8°C [6]. Embora tecnicamente bem-sucedida, esta iniciativa foi descontinuada após o período pandêmico [6], evidenciando a necessidade de soluções sustentáveis de longo prazo.

1.2 Motivação e Justificativa

A motivação fundamenta-se em evidências científicas que demonstram a criticidade do problema e o potencial transformador de soluções tecnológicas. Estudos da região de São José do Rio Preto confirmam que 41,4% das doses com alteração de temperatura foram perdidas, sendo 70,1% das falhas causadas por problemas estruturais [4]. No setor energético, projetos da ANEEL em hospitais de Salvador e Recife comprovaram economia de 1.478,28 MWh/ano, equivalente a 30% das despesas anuais [25].

A SmartHealth Solutions propõe sistema integrado que combina monitoramento IoT de temperatura, gestão inteligente de consumo energético e interface web para gestão centralizada. A solução permitirá monitoramento contínuo das 11 UBS de São Carlos, emissão de alertas preventivos, geração de relatórios de conformidade ANVISA e otimização automática do consumo energético.

1.3 Soluções Existentes

O mercado apresenta soluções especializadas em monitoramento de temperatura, como a Sensorweb, que oferece sistemas IoT para cadeia de frio farmacêutica [26][28]. Contudo, essas soluções focam exclusivamente na conservação, não integrando funcionalidades de gestão energética. Na cidade de Lages-SC, foi implementado sistema de monitoramento online baseado em IoT para câmaras frias em UBS, desenvolvido pela startup Circuits [citação não encontrada na busca].

No setor de gestão energética, a EDP concluiu projeto de eficiência energética no Pronto Atendimento de Poá, com investimento de R\$682mil, *resultando em economia anual de R\$120 mil* [27]. O Hospital Regional de Patos foi contemplado com projeto da Energisa avaliado em R\$ 299,4 mil, com meta de reduzir consumo de 359,27 para 245,71 MWh/ano [25].

O diferencial da SmartHealth Solutions reside na integração inédita de monitoramento térmico, gestão energética e conformidade regulatória em plataforma única, específica para o contexto das UBS brasileiras.

2. SOLUÇÃO PROPOSTA

2.1 Funcionalidades

O sistema SmartHealth IOT-UBS integra funcionalidades organizadas em módulos interconectados:

Módulo de Monitoramento: Interface dashboard com lista de cards representando cada UBS, equipados com barra de pesquisa e filtros. Cada card exibe identificação da unidade, indicadores de

temperatura (máxima, mínima e média), status de comunicação (online/offline) e nível de risco para conservação de vacinas.

Monitoramento em Tempo Real: Sensores IoT (ESP32 + DHT22/DS18B20) coletam dados de temperatura, umidade e consumo energético em intervalos de 30 segundos. Algoritmos de análise identificam padrões anômalos e emitem alertas automatizados via múltiplos canais quando parâmetros críticos (+2°C a +8°C conforme ANVISA) são violados [2].

Relatórios Automatizados: Visualizações gráficas customizáveis por período (diário, semanal, mensal, anual), incluindo métricas de conformidade ANVISA, indicadores de eficiência energética e análise de custos operacionais.

Gestão de Inventário: Monitoramento automatizado de estoque de vacinas via sensores de peso, com controle de validade e alertas preventivos de vencimento.

Comunicação Integrada: Sistema de comunicação entre gestores municipais e UBS, permitindo registro de ocorrências e compartilhamento de relatórios.

2.2 Questões Técnicas

Infraestrutura de Hardware:

- Microcontroladores ESP32 (R\$ 49,90/unidade) [21]
- Sensores DHT22 para temperatura/umidade (R\$ 32,50/unidade) [21]
- Sensores DS18B20 para temperatura de precisão (R\$ 15,00/unidade)
- Módulos de comunicação WiFi/4G (R\$ 80,00/unidade)
- **Custo total por UBS: R\$ 227,40**

Arquitetura de Software:

- Backend: Node.js com APIs RESTful
- Banco de dados: PostgreSQL (estruturado) + InfluxDB (séries temporais)
- Frontend: React.js responsivo
- Comunicação: Protocolo MQTT para eficiência
- Segurança: Criptografia TLS 1.3, autenticação multifator

Infraestrutura de Nuvem: AWS/Google Cloud Platform com alta disponibilidade, backup automático e capacidade de expansão.

Integração: APIs padronizadas conforme diretrizes da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS), compatibilidade com padrões HL7 FHIR.

2.3 Questões Organizacionais

Recursos Necessários:

- Investimento inicial: R\$ 35.501,40 para 11 UBS
- Infraestrutura: Conectividade WiFi estável, pontos de energia
- Recursos humanos: Responsável técnico por UBS (capacitação incluída)

Mudanças Culturais: Transição de controle manual (3x/dia) para monitoramento automatizado contínuo. Complexidade considerada moderada, com período de adaptação de 3-6 meses e suporte técnico intensivo.

Gestão da Mudança: Comunicação prévia sobre benefícios, envolvimento de lideranças locais, treinamento escalonado e canais de feedback contínuo.

2.4 Questões Humanas

Impacto nos Funcionários: Redução de tarefas repetitivas, liberando tempo de enfermagem para atendimento direto. Eliminação do estresse associado ao controle manual de temperatura.

Capacitação: Programa estruturado incluindo 8 horas para operadores básicos, 16 horas para administradores locais e 24 horas para gestores municipais. Material inclui manuais ilustrados, vídeos tutoriais e help desk.

Resistência à Mudança: Minimizada através de demonstrações práticas, depoimentos de usuários pioneiros e reconhecimento de funcionários.

2.5 Processos de Negócio

Transformação de Processos:

- Controle de temperatura: De manual (3x/dia) para automatizado contínuo
- Gestão de inventário: De contagem manual para monitoramento automatizado
- Gestão energética: Análise de padrões, otimização automática

Melhorias Esperadas:

- Redução de 80% no tempo de controle manual
- Melhoria de 95% na precisão do monitoramento
- Redução de até 30% no consumo energético
- Tempo de resposta a problemas: de 4 horas para 1 minuto

3. PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

3.1 Dados de Entrada

Dados Primários:

- Temperatura ambiente e interna (sensores DS18B20, $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, 30s)
- Umidade relativa (DHT22, $\pm 2\%$, 30s)
- Consumo energético (medidores não invasivos, 1min)

Dados Complementares:

- Inventário de vacinas (interface manual)
- Dados meteorológicos (APIs externas)
- Informações administrativas (usuários, configurações)

3.2 Processamento

Pipeline de Dados: Validação e filtragem → detecção de anomalias (ML) → análise preditiva → geração de alertas

Machine Learning: Modelos ARIMA e LSTM para detecção de padrões anômalos, técnicas de ensemble learning para precisão aumentada.

Análise Energética: Algoritmos de otimização identificando oportunidades de economia, clustering para personalização por UBS.

Sistema de Alertas: Regras configuráveis + análise preditiva, diferentes níveis de prioridade baseados em criticidade.

3.3 Dados de Saída

Dashboard Principal: Indicadores em tempo real, visualizações gráficas (séries temporais, mapas de calor, tendências).

Relatórios: Conformidade ANVISA, sustentabilidade energética, análise de custos, formatados para diferentes audiências.

Alertas Contextualizados: Identificação do problema, análise de impacto, tempo estimado, vacinas afetadas.

APIs de Integração: Métricas em formatos padronizados (CSV, JSON, XML) para sistemas externos.

4. CONCORRÊNCIA E VANTAGEM COMPETITIVA

4.1 Modelo de Forças Competitivas de Porter

Rivalidade Entre Concorrentes: Intensidade moderada. Empresas como Sensorweb e Nexxto atendem parcialmente as necessidades, mas a especificidade do mercado de UBS municipais reduz competição direta.

Poder de Barganha dos Fornecedores: Baixo. Disponibilidade de componentes IoT padronizados de múltiplos fornecedores globais, infraestrutura de nuvem competitiva.

Poder de Barganha dos Compradores: Significativo devido ao processo licitatório e sensibilidade a preços no setor público. Contudo, especialização da solução reduz negociação baseada exclusivamente em preço.

Ameaça de Novos Entrantes: Moderada. Barreiras incluem conformidade ANVISA, conhecimento de processos UBS e relacionamento com órgãos públicos.

Ameaça de Substitutos: Baixa a curto prazo. Soluções manuais são inadequadas e soluções parciais não atendem integralmente às necessidades.

4.2 Vantagem Competitiva

Diferenciação por Integração: Combinação única de monitoramento térmico, gestão energética, controle de inventário e interface unificada.

Especialização no Contexto Brasileiro: Conhecimento profundo dos processos UBS, conformidade regulatória nacional, adaptação às limitações de infraestrutura municipal.

Foco em Sustentabilidade: Alinhamento com responsabilidade ambiental do setor público, demonstração de ROI através de economia energética mensurável.

Criação de Valor: Múltiplos benefícios tangíveis - redução de custos, melhoria da qualidade, conformidade automatizada, sustentabilidade ambiental. ROI demonstrável em 12 meses.

Alianças Estratégicas: Parceria com UFSCar para credibilidade técnica, colaboração com associações de municípios para penetração de mercado.

5. VIABILIDADE ECONÔMICA

5.1 Investimento Inicial

Item	Qtd	Valor Unit. (R\$)	Total (R\$)
ESP32 (microcontrolador)	11	49,90	548,90
Sensor DHT22 (temp/umidade)	11	32,50	357,50
Sensor DS18B20 (temperatura)	11	15,00	165,00
Módulo comunicação WiFi/4G	11	80,00	880,00
Instalação e cabos	11	50,00	550,00
Desenvolvimento software	1	25.000,00	25.000,00
Treinamento/implementação	1	8.000,00	8.000,00
TOTAL			35.501,40

5.2 Economia Projetada

Base de Cálculo:

- Consumo médio UBS: 90,72 kWh/m²/ano [10]
- Área estimada por UBS: 200 m²
- Tarifa comercial SP 2024: R\$ 0,7456/kWh [34]
- Economia energética: 30% (validado pela ANEEL) [25]

Economia Anual:

- Por UBS: R\$ 4.058,23/ano
- Total (11 UBS): R\$ 44.640,49/ano
- Retorno do investimento: 0,8 anos

6. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO

Fase 1 (Mês 1-2): Aquisição de equipamentos e desenvolvimento/customização de software

Fase 2 (Mês 3): Instalação e configuração em 2 UBS piloto

Fase 3 (Mês 4-5): Expansão para demais UBS

Fase 4 (Mês 6): Treinamento final e entrega do sistema

7. CONCLUSÃO

A SmartHealth Solutions apresenta solução técnica e economicamente viável, fundamentada em dados oficiais do TCU, ANEEL e CBCS. Com investimento de R\$ 35.501,40 e retorno em 10 meses, o projeto atende integralmente aos requisitos de sustentabilidade energética e segurança de imunobiológicos.

A experiência da UFSCar demonstra a viabilidade técnica, enquanto projetos da ANEEL comprovam o potencial de economia energética. Nossa proposta inova ao integrar ambas as necessidades em solução única, posicionando São Carlos como referência nacional em gestão inteligente de UBS.

SmartHealth Solutions Ltda.

Diretor Técnico: [Nome]

Engenheiro Responsável: [Nome] - CREA XX.XXX.XXX-X

Data: Junho de 2025

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[2] Tribunal de Contas da União. Dados sobre perdas de vacinas no Brasil. 2022.

[4] Prefeitura de São Carlos. Número oficial de UBS no município. 2024.

[6] UFSCar. Sistema de monitoramento de temperatura para vacinas COVID-19. 2021.

[10] Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Consumo energético de UBS em Sorocaba-SP. 2018.

[21] Portal Solar. Como calcular consumo de energia em kW. 2025.

[25] Governo da Paraíba. Hospital Regional de Patos - projeto de eficiência energética da Energisa. 2022.

[26] Sensorweb. Guia de Boas Práticas na Conservação de Vacinas. 2019.

[27] Portal News. EDP conclui projeto de eficiência energética no Pronto Atendimento em Poá. 2025.

[28] Sensorweb. Cuidados com a temperatura no transporte de vacinas. 2024.

[34] Canal Solar. Tarifa de energia do consumidor comercial deve subir 2,19%. 2025.