

3º Seminário Latino-Americano de Engenharia Clínica 20 e 21 de maio de 2025

Monitoramento Inteligente de Equipamentos e Facilities Hospitalares Utilizando IoT e IA: Uma Solução da MedGrid

Azeredo Thayse, Nader Tuffy
MedGrid Hospitais Inteligentes, Vitória/Brasil

Desafio

A gestão de ativos hospitalares enfrenta desafios críticos relacionados à manutenção inadequada de equipamentos, falhas inesperadas, desperdício de energia e riscos à segurança dos pacientes, além tarefas e dados realizados, em sua maioria, de forma manual e não auditável. A falta de monitoramento em tempo real e a ausência de dados confiáveis sobre o funcionamento das máquinas podem comprometer o atendimento, aumentar os custos operacionais e gerar perdas irreparáveis. Adicionalmente, a ausência de sistemas inteligentes de gestão de ativos e geolocalização dificulta a localização e o gerenciamento dos equipamentos, elevando o tempo de resposta para manutenções e substituições. Este cenário, vivenciado por instituições de saúde de diversos portes, evidenciou a necessidade de uma solução tecnológica robusta, capaz de antecipar falhas, otimizar recursos e garantir a operação segura e eficiente de equipamentos essenciais como geladeiras de medicamentos oncológicos, câmaras de vacina, geradores de energia, caixas d'água, condicionadores de ar, equipamentos de imagem e equipamentos médicos de suporte à vida. Além disso, há a necessidade de desenvolvimento de uma solução localização em tempo real (RTLS) de equipamentos médicos dentro de hospitais e clínicas com custo acessível a realidade brasileira.

Resumo da solução adotada

Para enfrentar este desafio, a MedGrid desenvolveu e implementou um sistema de monitoramento inteligente de ativos hospitalares, fundamentado nas tecnologias de IoT (Internet das Coisas) e IA (Inteligência Artificial). Este sistema foi concebido para transformar a maneira como hospitais e clínicas gerenciam seus equipamentos críticos, garantindo maior segurança operacional, eficiência energética e disponibilidade dos recursos.

Cada equipamento monitorado recebeu um módulo inteligente, capaz de realizar a leitura contínua de diversos parâmetros vitais para a operação segura dos ativos. Entre os dados coletados estão: tensão, corrente, energia ativa, energia reativa, nível de líquidos, pressão de gases, temperatura, umidade, luminosidade, detecção de presença, abertura de portas, entre outros. Esses sensores formam uma rede integrada, permitindo a coleta, transmissão e análise dos dados em tempo real. Adicionalmente, está em desenvolvimento a funcionalidade de RTLS – Real Time Location System, com o objetivo de fornecer uma solução de geolocalização precisa e acessível, capaz de localizar rapidamente equipamentos médicos dentro das unidades hospitalares. Esta funcionalidade é uma resposta direta a um dos maiores desafios enfrentados pela engenharia

clínica, que é a dificuldade de localizar dispositivos essenciais em grandes estruturas hospitalares. A solução MedGrid opera através de uma plataforma digital no modelo SaaS, que centraliza os dados coletados pelos sensores e disponibiliza dashboards inteligentes, acessíveis via dispositivos móveis ou computadores. Esses dashboards apresentam informações estratégicas para os gestores, incluindo alertas automáticos sobre desvios de operação, indicadores de desempenho dos ativos, consumo energético, padrões de funcionamento e sinais de falhas iminentes, permitindo ações corretivas e preventivas de maneira ágil.

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram exemplos práticos dos benefícios do sistema. A Figura 1 apresenta a comparação entre o desempenho de um sistema de ar-condicionado monitorado com MedGrid e outro sem monitoramento, evidenciando a redução de consumo e a estabilidade operacional. A Figura 2 demonstra como o sistema identifica se um ventilador pulmonar está ou não em uso, oferecendo dados críticos sobre sua operação em tempo real. Já a Figura 3 exibe um relatório detalhado de utilização do ventilador pulmonar, discriminando o tempo em operação, tempo em stand-by e o consumo energético associado.

Ao citar essas figuras, destaca-se como a integração da análise de dados operacionais com o monitoramento inteligente permite não apenas a detecção de falhas, mas também uma gestão mais eficiente dos equipamentos, prolongando sua vida útil e otimizando os custos operacionais. Essa solução representa um avanço disruptivo na gestão de ativos hospitalares, oferecendo não apenas um sistema de monitoramento, mas uma plataforma de gestão inteligente, auditável, escalável e alinhada às melhores práticas internacionais de engenharia clínica.

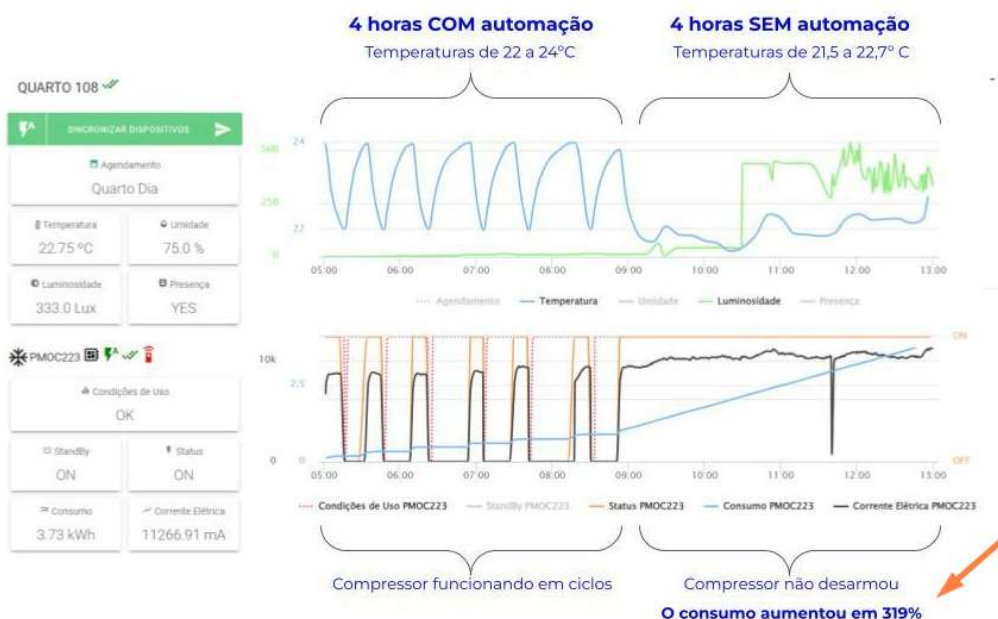


Figura 1 – Comparação de Equipamento de Ar-Condicionado com automação e sem automação do dispositivo MedGrid.

A Figura 1 ilustra a comparação de desempenho de um sistema de ar condicionado monitorado pela solução MedGrid em contraste com um sistema sem automação. Observa-se uma diferença significativa no controle operacional, permitindo intervenções preditivas e redução no consumo de energia.

Dessa forma, promove-se a manutenção preditiva ao invés da corretiva, aumentando a vida útil dos equipamentos, reduzindo o consumo de energia, reduzindo o lucro cessante e a parada de leitos ou atraso de procedimentos por falhas inesperadas em equipamentos médicos e sistemas essenciais para o funcionamento de hospitais e clínicas, garantindo a disponibilidade dos recursos para os pacientes.

Além do monitoramento, a Medgrid oferece dashboards personalizados, onde gestores de engenharia clínica e infraestrutura podem acompanhar indicadores-chave de desempenho, alarmes críticos e relatórios de operação, diretamente de dispositivos móveis ou computadores. Este modelo favorece decisões rápidas e assertivas, impactando positivamente nos custos operacionais e na segurança assistencial.

Foram monitorados equipamentos críticos em diversas instituições parceiras, incluindo hospitais de médio e grande porte e centros de distribuição de medicamentos. A metodologia foi validada em ambientes de alta complexidade, onde a precisão dos dados e a confiabilidade da informação são fatores primordiais.

Para a obtenção dos dados que basearam este artigo foram selecionados os equipamentos abaixo:

- 127 condicionadores de ar de diversas marcas e modelos simultaneamente, inclusive o modelo VRF (Variable Refrigerator Flow) em um hospital da Grande Vitória.
- 02 Ressonâncias e 02 Chillers de diferentes marcas e modelos em clínicas de Goiânia e Caldas Novas.
- 09 geladeiras de medicamentos de diferentes marcas e modelos em diferentes localidades em Redes de Serviço de Oncologia da Grande Vitória.
- 08 câmaras frigoríficas de Distribuidoras de Medicamentos e Hospitais da Grande Vitória.
- 01 sala de exames e 01 sala de comando de um PET CT alocado em um serviço de Medicina Nuclear.
- 06 equipamentos de suporte a vida, sendo 02 monitores e 04 ventiladores pulmonares em um Hospital de Cachoeiro de Itapemirim.

Telemetria do equipamento

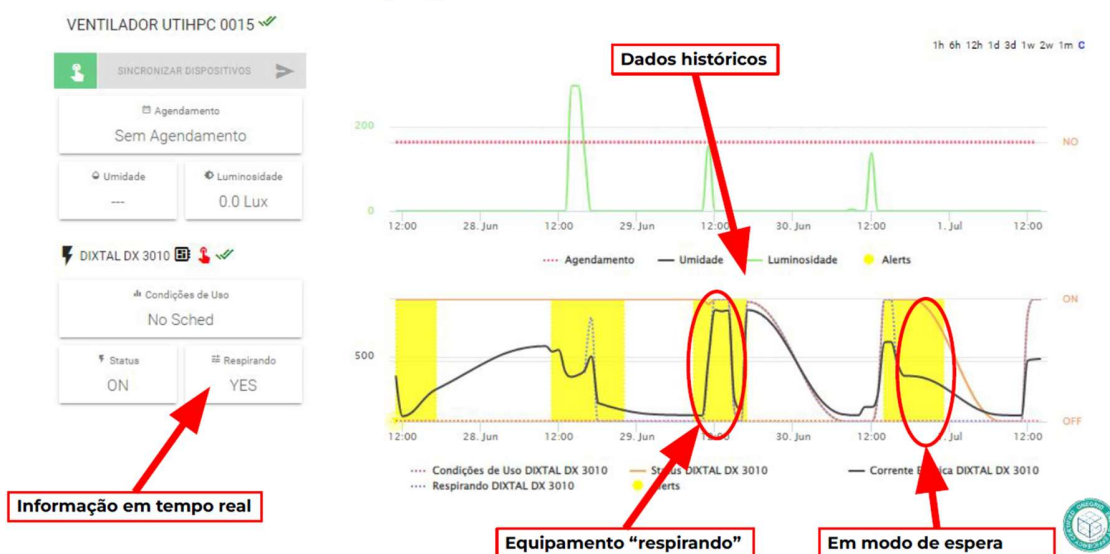


Figura 2 – Exemplo de um ventilador sendo monitorado demonstrando se o mesmo está ou não “respirando” (em uso em paciente).

A Figura 2 apresenta um ventilador pulmonar em uso, demonstrando como o monitoramento em tempo real identifica se o equipamento está operando (em uso com paciente) ou em stand-by, além de fornecer informações críticas para gestão clínica.

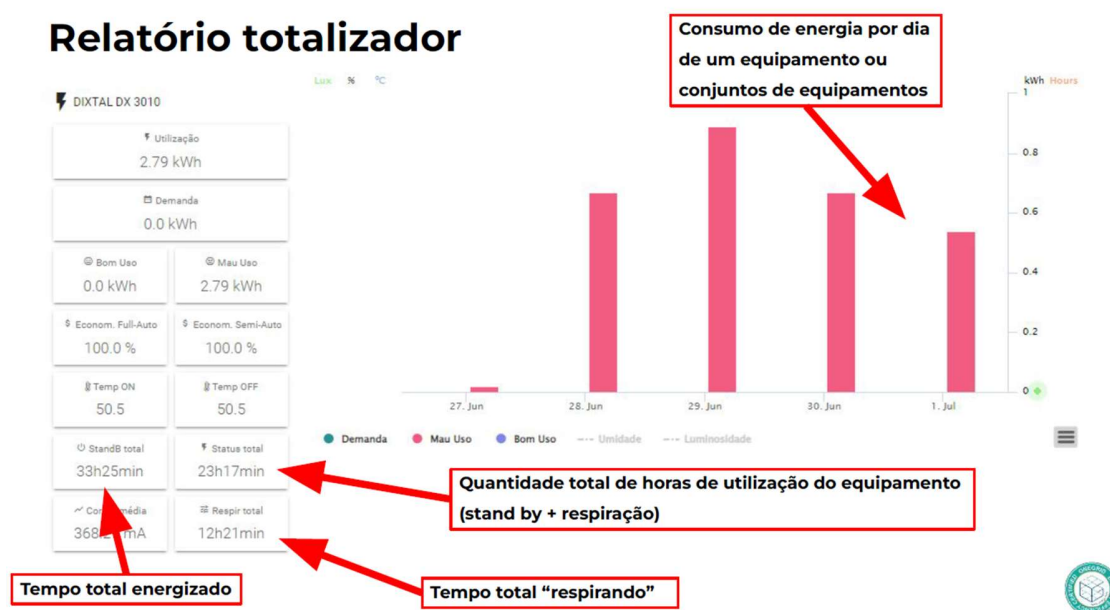


Figura 3 – Relatório de uso do ventilador pulmonar, tempo em uso “respirando”, tempo em stand-by e consumo de energia.

Na Figura 3, observa-se o relatório gerado pela plataforma MedGrid, que detalha o tempo de utilização dos ventiladores, tempo em stand-by e o consumo de energia. Este tipo de informação permite uma gestão eficiente dos ativos, contribuindo para a redução de custos e aumento da disponibilidade.

Foram levantados os dados dos últimos 6 meses de todos os equipamentos listados acima. Após a o levantamento dos dados foram feitas reuniões com os gestores das instituições para entender como a plataforma MedGrid pôde ajudá-los nos desafios encontrados neste período.

Principais resultados encontrados

Após a análise dos dados constatou-se que a tecnologia Medgrid trouxe resultados expressivos às instituições participantes deste projeto:

- Redução média de 18% no consumo de energia elétrica dos condicionadores de ar;
- Deteção imediata de falhas em *chillers* de Ressonância Magnética pertencentes a clínicas que não possuem pessoal de manutenção 24 horas, possibilitando o envio de equipes imediatamente após o alerta para manutenção e reestabelecimento do funcionamento do

- equipamento, evitando consideravelmente as chances de *quenches*, como também de paradas não previstas do equipamento;
- c) Detecção de alteração de corrente em compressores de geladeiras de medicamentos oncológicos, proporcionando a transferência do estoque de medicamentos para outras geladeiras antes da ocorrência da falha;
 - d) Melhoria de processos de uso das câmaras frigoríficas que apresentavam constantes problemas de temperatura e um elevado consumo de energia. Com o mapeamento do funcionamento destas câmaras verificou-se um tempo inadequado de abertura das portas. Este tempo então foi fracionado, os colaboradores foram orientados sobre o uso adequado do equipamento e com estas ações os problemas foram sanados.
 - e) Diagnóstico de temperatura e umidade irregulares em sala de exames de PET CT que já estava pronta para receber o equipamento para instalação, onde foi possível realizar a adequação do sistema de ar-condicionado.
 - f) Análise do comportamento elétrico dos equipamentos, seu uso, disponibilidade e histerese, onde verificou-se que equipamentos ligados indevidamente em stand-by, consumindo no caso dos ventiladores pulmonares, seus kits de manutenção, bem como contabilizando horas de uso.

Com estes resultados ficam evidenciados os inúmeros benefícios e o valor para a saúde que o MedGrid agrega a clínicas e edifícios hospitalares, com a redução de riscos, redução de custos, aumento da segurança, registro automático e em tempo real de dados, previsibilidade de falhas, tornando os processos auditáveis e a gestão de facilities e equipamentos médicos mais inteligente.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde.

Manual de gestão de tecnologias em saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

INTERNATIONAL FEDERATION OF CLINICAL ENGINEERING (IFMBE).

Healthcare technology management best practices. [S.l.]: IFMBE, 2022.

ALVES, Ricardo T.

Sistema IoT para monitoramento da localização e disponibilidade de equipamentos hospitalares. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) – Universidade Federal de Viçosa.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 430, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre as boas práticas de funcionamento para os serviços de engenharia clínica. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ed. 195, p. 101-104, 09 out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 653, de 28 de abril de 2022. Dispõe sobre os requisitos de boas práticas para o funcionamento de serviços de saúde. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ed. 81, p. 186-187, 02 maio 2022.

FERNANDES, Livia G.; SANTOS, Rafael M.

Controle de medicamentos em farmácias hospitalares com Internet das Coisas. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 36, n. 2, p. 155-168, 2020.

GONÇALVES, Juliana M. et al.

Internet das Coisas e Ambientes Inteligentes no contexto da Saúde. In: LIMA, M. R.; TORRES, R. A. (Orgs.). *IoT Aplicada à Saúde: Conceitos e Aplicações Práticas*. São Paulo: Editora HealthTech, 2022. p. 89-112.

INTERNATIONAL FEDERATION OF CLINICAL ENGINEERING (IFMBE).

Healthcare technology management best practices. [S.l.]: IFMBE, 2022.

KUMAR, Rajeev et al.

Enhancing Hospital Efficiency through IoT and AI: A Smart Healthcare System. *Journal of Healthcare Engineering*, v. 2021, Article ID 6698129, 10 p., 2021.

MEDGRID.

Plataforma de Monitoramento Inteligente. Documentação Técnica. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL).

Manual de gestão de tecnologias em saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

STUDY: RTLS technology can save hospitals time and money, boost care.

Disponível em: <https://www.healthcareitnews.com/news/study-rtls-technology-can-save-hospitals-time-and-money-boost-care>. Acesso em: abr. 2025.

TRANSFORMING RTLS Data into Hard-Dollar Savings for Your Hospital.

Disponível em: <https://cognosos.com/blog/transforming-rtls-data-hard-dollar-savings/>. Acesso em: abr. 2025.

Agradecimentos

A MedGrid agradece às instituições parceiras ONCOVIT, Hospital Santa Úrsula (Kora Saúde), Costa Camargo Distribuidora de Medicamentos, HIFA Cachoeiro, Santa Casa, BH Saúde, Tecbrasil, CDA, ELA, CDM e CMEN e ao Grupo Athena, que confiaram em nossa tecnologia e participaram ativamente na implementação e validação do projeto.