

## **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA BASEADO EM IOT NA CADEIA DE FRIO PARA ADMINISTRAÇÃO DE IMUNOBIOLOGICOS EM POSTOS DE SAÚDE**

Lucas Batista Santos<sup>1</sup>; Carlos Henrique Duarte Felisbino<sup>2</sup>

1. Estudante do Curso de Sistemas de Informação; e-mail: 4c75636173@gmail.com
2. Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: carlosfelisbino@umc.com

Área de conhecimento: **Internet das Coisas; Sistemas de Informação; Eletrônica; Redes; enfermagem**

**Palavras-chave:** IoT, Rede de Frio, Software Livre, Vacina, Sistemas de Informação.

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil possui um extenso sistema de vacinação, que nas últimas décadas erradicou algumas doenças, PNI (programa nacional de imunizações) é um dos mais complexos entre os países em desenvolvimento. Entretanto, estudos evidenciam problemas em salas de vacina, principalmente em questões de conservação dos imunobiológicos. Esses problemas podem provocar consideráveis aumentos nos custos do programa, em decorrência de perdas desnecessárias de vacinas por erros na cadeia de frio, comprometendo assim a efetividade do programa. Os prejuízos na qualidade da vacina por procedimento inadequados no armazenamento, transporte ou manipulação são considerados perdas que podem ser evitadas, em sua grande maioria (Guimarães TMR, et al., 2009, Melo GKM, et al., 2010, Oliveira VC, et al., 2012). A inativação dos imunobiológicos não é identificada por alterações nas características físicas, o que pode comprometer a proteção das doenças a qual se destina. A ausência do seu efeito, ou seja, a não proteção contra doença, poderá ser rotulada como falha primária ou secundária, e o papel da inadequada conservação da vacina não será identificada. (Aranda CMSS, et al., 2006). Em caso de alterações de temperatura nas vacinas, o PNI define algumas normas que devem ser seguidas para evitar perdas desnecessárias de vacinas e administração de vacinas inativadas, são elas: comunicar imediatamente à instância hierarquicamente superior; preencher o formulário de avaliação de imunobiológico sob suspeita e manter as vacinas sob suspeita em temperatura de +2°C a +8°C, até o pronunciamento da instância superior (Ministério da Saúde, 2014). A prevenção de alterações na temperatura de armazenamento das vacinas faz-se necessário tanto para diminuir gastos como para assegurar que estas estejam plenamente potentes e eficazes (Matthias DM, et al., 2007). Um conceito tecnológico emergente, com aplicação crescente na área da saúde, é a Internet das Coisas (IoT, do inglês "Internet of Things"), que se baseia em um conjunto multidisciplinar de áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação, sensoriamento e sistemas de informação. Trata-se de um aparato de tecnologias que utiliza redes de sensores distribuídos para "sensoriar" um ambiente qualquer, que pode ser desde uma geladeira até um corpo humano. Nesse conceito, os objetos do dia-a-dia tornam-se "responsivos" em uma rede de comunicação e atuação, podendo receber, processar e gerar dados. A questão que esse trabalho suscita é a verificação do uso do conceito de Internet das Coisas no armazenamento, controle e dispensação de vacinas, seja em postos de saúde ou em outros ambientes em que elas sejam utilizadas. Criar novas realidades no ambiente do PNI como um todo, possivelmente transformando a rotina dos profissionais de saúde e pacientes para melhor, além de padronizar, agilizar, e universalizar a aquisição de dados por meios pervasivos e ubíquos.

## OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é desenvolver e implementar um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) para aprimoramento dos processos de controle, aquisição e manipulação de dados de imunobiológicos na cadeia de frio em postos de saúde. Objetivos específicos são: A) Pesquisa sobre o funcionamento da rede de frio em postos de saúde e identificação de possíveis problemas; B) Proposta de sistema IoT para resolução de problemas encontrados; C) Desenvolvimento de sistema/dispositivo e testes comparando os sistemas e/ou processos atuais.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho teve por princípio o levantamento bibliográfico de trabalhos científicos acerca da manipulação e armazenamento de imunobiológicos. Inicialmente realizou-se pesquisa sobre o PNI, seus subsistemas, os problemas que se propõem a solucionar, os já resolvidos, os relacionados e derivados. Os identificados foram provenientes de estudos científicos, nacionais e internacionais relevantes para o PNI, seus processos e programas semelhantes, a construção do entendimento teve um embasamento teórico de pesquisa e compreensão do domínio da rede de frio e sua ligação com o PNI. Durante esse levantamento, foram identificados alguns problemas na rede de frio e procurou-se verificar se o conceito de Internet das Coisas poderia ser aplicado, considerando fatores como custos de implementação, distribuição, aceitação e viabilidade no cenário. Como resultado dessa verificação, foi proposta a análise, modelagem e projeto de um sistema que contribua para a redução dos problemas identificados. Foi realizada entrevista com profissional da área com conhecimento prático, teórico e acadêmico. Desenvolveu-se um sistema e dispositivo capaz de alimentar esse sistema. Foram feitos testes afim de comparar a qualidade dos dados obtidos por esse e gerado um gráfico a respeito desse estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O entendimento sobre como deveria funcionar um ambiente de vacinação, a conservação das vacinas e as principais características de uma situação de vacina, o levantamento sobre os produtos disponíveis no mercado e análise dos processos utilizados hoje em entrevista profissional da área foi essencial para elaborar um processo de análise e definição das principais funcionalidades do sistema. Isso acelerou o processo de desenvolvimento do sistema devido a facilidade de analisar e definir as principais funcionalidades do sistema. O sistema pode ser usado de duas formas, na primeira disponível diretamente no local e apenas para um dispositivo/geladeira e outro para ser uma central de dispositivos, aplicando os conceitos de IoT (Internet of things) onde cada objeto, no caso geladeiras, se tornam um nó único no sistema, enviando e recebendo dados. Formando um central de controle e monitoramento da rede de frio dos imunobiológicos. Foi feito um teste no dia 14 de agosto de 2018, no laboratório de enfermagem da universidade de Mogi das Cruzes, onde por duas horas, três termômetros ficaram dentro da geladeira para fins de comparação, o primeiro é o que já é utilizado no local, o segundo termômetro é o elaborado para essa pesquisa, e um terceiro termômetro de mercúrio.

No sistema web, após o *login* uma *dashboard* é apresentada, podemos gerenciar objetos, gerenciar e-mail e gerenciar regras. De acordo com as definições de regras, é possível enviar um e-mail com a temperatura no corpo do mesmo e/ou uma imagem e/ou um arquivo PDF e/ou um arquivo de texto com o histórico do dia. Ao clicar nos itens ou cabeçalhos o usuário é redirecionado para uma página CRUD (*Create, Recovery, Update e Delete*) que permite o gerenciamento dessas entradas no banco de dados.

## CONCLUSÕES

O sistema denominado CoolVac e o dispositivo de coleta são os produtos desenvolvidos nessa pesquisa, e se mostram capazes de contribuir para o sistema de vacinação em postos de saúde, monitorando a temperatura de conservação e emitindo alertas aos responsáveis, quando a temperatura não estiver na faixa pré-determinada. Essas funcionalidades, são especialmente importantes em situações de campanhas e/ou fora do expediente dos profissionais de saúde, onde através da constante monitoração da temperatura e emissão de alertas/notificações, é possível melhor controle dos insumos, evitando perdas. O sistema referido está disponível no link "<https://github.com/4c75636173/CoolVac>". O resultado dessa pesquisa evidencia a importância da tecnologia da informação aplicada na saúde, bem como os conceitos de IoT. O sistema favorece a coleta, armazenamento, controle e visualização dos dados referentes a temperatura das geladeiras em postos de saúde e fora deles. Percebe-se também, que grandes variedades de funcionalidades poderão ser adicionadas ao projeto em trabalhos futuros, como por exemplo, acoplamento de controles de baterias para geladeiras, para o caso de quedas de energia, controle da abertura das portas para gerar dados acerca da utilização e conservação das vacinas, ampliar e melhorar o sistema de notificações e regras.

## REFERÊNCIAS

- Aranda CMSS, Moraes JC. Rede de frio para a conservação de vacinas em unidades públicas do município de São Paulo: conhecimento e prática. *Rev Bras Epidemiol* 2006; 9(2):172-185.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de manutenção de equipamentos da rede de frio. Brasília: MS; 2007.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação. Brasília: MS; 2014.
- Cunha J, Krebs LS. Medicina ambulatorial: condutas clínicas em Atenção Primária. 3ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 2006. p. 1295-1307.
- Guimarães TMR, Alves JGB, Tavares MMF. Impacto das ações de imunização pelo Programa Saúde da Família na mortalidade infantil por doenças evitáveis em Olinda, Pernambuco, Brasil. *Cad Saúde Publica* 2009; 25(4):868-87
- Matthias DM, Robertson J, Garrison MM, Newland S, Nelson C. Freezing temperatures in the vaccine cold chain: a systematic literature review. *Vaccine* 2007; 25(20):3980-3986.