

Resumo

[CopyAndPaste] O armazenamento é um dos componentes mais importantes da cadeia de distribuição de vacinas, principalmente pela sensibilidade delas a variações de temperatura, que podem ocasionar diminuição da sua eficácia. Considerando isso, existe uma necessidade de manter constante monitoramento dessa variável, afim de garantir que o produto final venha a manter suas característica originais e a eficiência esperada. Esse trabalho apresenta uma solução baseada em Internet das Coisas, usando comunicação sem fio de baixa potência, para monitorar a qualidade de vacinas, por meio das medidas de temperatura e umidade nos locais de armazenamento. Os dados coletados são organizados em um banco de dados, podendo ser acessados por sistemas decisórios afim de avaliar a qualidade da vacina antes de sua aplicação, evitando problemas em decorrência de problemas de armazenamento.

Palavras-chaves: Monitoramento. Vacinas. IoT. LoRa.

Abstract

[CopyAndPaste] Storage is one of the most important components of the vaccine distribution chain, mainly due to its sensitivity to temperature variations, which can cause a decrease in its effectiveness. Considering this, there is a need to keep constant monitoring of this variable, to guarantee that the final product will maintain its original characteristics and the expected efficiency. This work presents a solution based on the Internet of Things, using low power wireless communication, to monitor the quality of vaccines, by measuring temperature and humidity in storage locations. The collected data are organized in a database, which can be accessed by decision systems to assess the quality of the vaccine before its application, avoiding problems due to storage problems.

Key-words: Monitoring. Vacaciones. IoT. LoRa.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	O Programa Nacional de Imunizações	4
1.2	Rede de frio	5
1.3	Justificativa e Relevância do Trabalho	6
1.4	Objetivos	6
1.4.1	Objetivo Geral	6
1.4.2	Objetivos Específicos	7
1.5	Metodologia	7
1.6	Estrutura do Documento	7
	 REFERÊNCIAS	 8

1 Introdução

A saúde é um fator de suma importância para todos os seres vivos, ele é um problema científico, tecnológico, político, prático e filosófico que refere-se a um estado completo de bem estar físico, emocional, social, intelectual e espiritual [1].

Segundo o artigo 196 [2] da Constituição Federal Brasileira a saúde é um direito de todos e dever do Estado garantir medidas políticas sociais e econômicas que visam à diminuição do risco de doenças e de outros agravamentos e ao acesso universal e imparcial às ações e serviços para a sua promoção, proteção e recuperação.

Para garantirmos nossa saúde, precisamos cuidar do nosso corpo e mente, para isto, uma ferramenta que podemos contar são os imunobiológicos, como as vacinas e os soros, diferente de remédios que ajudam no tratamento de pessoas doentes, as imunobiológicos são uma preparação biológica que fornece imunidade total ou parcial de uma determinada doença autoimune para um indivíduo saudável. As vacinas e os soros se diferem pela sua forma de imunização, as vacinas fornece uma imunização ativa, estimulando o nosso organismo na produção de anticorpos, os soros fornecem uma imunização passiva, provendo os anticorpos para o nosso organismo que foram produzidos em outros organismo [3].

Contudo, os imunobiológicos requerem um cuidado elevado para manter a qualidade e sua eficiência, um dos fatores é que são produtos termolábeis, ou seja, se deterioram após determinado tempo expostos a variações de temperaturas e umidade, portanto, é imprescindível assegurar que seu ambiente de armazenagem mantenha uma temperatura e umidade constante [4] para garantir uma longevidade maior para o produto. Para este propósito, existem a Rede de Frio, um processo desenvolvido pelo Programa Nacional de Imunizações, PNI, de conversação, armazenamento e transporte dos medicamentos, objetivando as condições adequadas dos mesmos, mantendo suas características iniciais [4].

No ano de 2014, foi relatado no estudo [5] que a qualidade de conservação das vacinas não eram adequadas em boa parte dos municípios da macrorregião Oeste de Minas Gerais, alguns dos motivos citados foram a má gestão dos refrigeradores, falhas no monitoramento da temperatura e insuficiência de recursos humanos.

- [TO-DO] Falar mais sobre dificuldade no controle de qualidade

1.1 O Programa Nacional de Imunizações

Com o sucesso da Campanha de Erradicação da Varíola, CEV, iniciada em 1965, tendo seu fim em 1973 [6], ampliou dentro do Ministério da Saúde maiores investimento

no controle de doenças autoimune, dando um impulso na criação do PNI [7]. O PNI foi fundado com objetivo de controlar e erradicar as doenças imunopreveníveis, através de ações metalizadas de vacinação da população. Em 1980 foi realizada a primeira campanha de vacinação da poliomielite e desde então foram realizadas diversas campanhas, tais como a da rubéola, sarampo, tuberculose febre amarela [7, 4] e atualmente contra a COVID-19.

De acordo com a Lei n.º 6.259 de 30 de outubro de 1975, regularizada pelo Decreto nº 78.231 em 1976, certificar o PNI, sobre a responsabilidade do Ministerio da Saúde e define as seguintes competências [4]:

- implantar e implementar as ações do Programa, relacionadas com as vacinações de caráter obrigatório;
- estabelecer critérios e prestar apoio técnico e financeiro à elaboração, implantação e implementação dos programas de vacinação a cargo das secretarias de saúde das unidades federadas;
- estabelecer normas básicas para a execução das vacinações;
- supervisionar, controlar e avaliar a execução das vacinações no território nacional, principalmente o desempenho dos órgãos das Secretarias de Saúde, encarregados dos programas de vacinação.

1.2 Rede de frio

A Rede de Frio, também chamado de Cadeia de Frio é um processo definido pelo PNI designado a auxiliar os profissionais da área da saúde, responsáveis pela imunização no Brasil para que possa assim, garantir a efetividade e durabilidade dos imunobiológicos e medicamentos termolábeis.

No Manual de Rede de Frio [4] é definido os requisitos dos ambientes de armazenagem para garantir a efetividade dos produtos, desde os laboratórios produtor as instâncias locais, passando pela instância nacional, estadual, e no transporte entre eles. Para as Câmaras frigoríficas, a temperatura de operação é entre -20°C a $+2^{\circ}\text{C}$, variando conforme o material armazenado, para a maioria dos imunobiológicos o recomendado é de $+2^{\circ}\text{C}$ e $+8^{\circ}\text{C}$ para ter um melhor controle da sua validade, havendo algumas exceções, como por exemplo, as vacinas Pfizer-BioNTech e Moderna, produzidas para combater o COVID-19, que precisam ser armazenadas entre -80°C a -60°C e -25°C e -15°C , respectivamente [8].

1.3 Justificativa e Relevância do Trabalho

Atualmente, com o início da distribuição das vacinas contra o COVID-19 em todo o mundo, uma das dificuldades enfrentadas é o controle de qualidade no armazenamento tanto em transporte [9], quanto no local da aplicação justamente por serem produtos sensíveis a temperatura e necessitarem de muita cautela, em contrapartida, por ser um produto com uma demanda elevada, a sua oferta deve ser rápida para que haja imunização em massa da população, encaminhando-se para o fim da pandemia.

Esses desafios enfrentados na distribuição das vacinas do COVID-19 não são exclusivamente deles, enfermeiras de Minas Gerais, com o objetivo de inteirar-se acerca do sistema de manutenção dos produtos, realizaram um estudo sobre a conservação de vacinas em unidades básicas de saúde, UBSs. Nessa pesquisa foi relatado diversas irregularidades no armazenamento dos materiais termolábeis sem o comprimento das normais da PNI, como por exemplo, a presença de vacinas que deveriam ter sido descartadas por terem atingido seu tempo máximo de diluição, ainda presentes nos refrigeradores, cerca de 52% dos imunobiológicos armazenados nos refrigeradores eram estabelecidos erroneamente e 36% dos refrigeradores observados contavam com objetos portas como fracos vazios.

Analisando as temperaturas dos ambientes de armazenagem, foi observado que 4% das unidades não realizavam o registro da temperatura dos refrigeradores, 88% dos refrigeradores usavam termômetros analógicos de baixa confiabilidade e cerca de 12% foram analisados na hora da visita temperaturas abaixo da faixa recomendada ($+2^{\circ}\text{C}$ a $+8^{\circ}\text{C}$), chegando a 0°C , outros estudos realizado [5, 10, 11] também testemunharam essa irregularidade na temperatura em seus respectivos locais ao longo do mundo, valendo salientar o estudo realizado na Bolívia [10], que teve resultados ainda piores, sendo registrado um temperatura mínima de -7.2°C e uma máxima de 22.7°C .

Pensando nesse cenário, esse trabalho apresenta uma alternativa para melhorar a forma de monitoramento de temperatura e umidade realizadas de produtos imunobiológicos por laboratórios, unidades públicas de saúde e afins no intuito de auxiliá-los a manter os materiais em suas melhores condições.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Construir uma arquitetura baseada em conceitos de IoT visando o monitoramento de temperatura e umidade de imunobiológicos para auxiliar funcionários da saúde, garantindo melhores condições para a vacinação da população frente a incidência de doenças.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Construir um protótipo inicial para coleta da temperatura e umidade nos ambientes de armazenagens dos imunobiológicos.
- Implementar um servidor para a armazenagem dos dados coletados e posteriormente fornecer históricos das temperaturas e umidade ao aplicativo móvel.
- Desenvolver um aplicativo móvel para fornecer uma interface amigável para os usuários auxiliando no controle de qualidade dos produtos.
- Realizar testes e análises dos dados de transmissões a fim de garantir a confiabilidade das temperaturas e umidade coletadas.

1.5 Metodologia

No intuito de alcançar os objetivos pretendidos, a metodologia utilizada neste trabalho foi composta pelas seguintes etapas:

- [TO-DO] Adicionar os pontos.

1.6 Estrutura do Documento

Os capítulos subsequentes estão organizados da seguinte maneira:

[HM] A ser feito quando o documento tiver pronto

Referências

- 1 FILHO, N. d. A. *O que é saúde?* [S.l.]: Editora Fiocruz, 2011. Citado na página 4.
- 2 MOURA, E. S. D. O direito à saúde na constituição federal de 1988. *Âmbito Jurídico*, XVI, v. 114, 2013. Citado na página 4.
- 3 SOMA, C. *Como funciona o tratamento com imunobiológicos?* 2018. Disponível em: <<https://clnicasoma.com.br/como-funciona-o-tratamento-com-imunobiologicos>>. Citado na página 4.
- 4 SAÚDE, M. da. *Manual de Rede de Frio*. 2001. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rede_frio.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- 5 OLIVEIRA, V. C. d. et al. Avaliação da qualidade de conservação de vacinas na atenção primária à saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, SciELO Public Health, v. 19, p. 3889–3898, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 6.
- 6 MUNIZ, É. S. *Memórias da erradicação da varíola*. [S.l.]: SciELO Brasil, 2011. Citado na página 4.
- 7 TEMPORÃO, J. G. O programa nacional de imunizações (pni): origens e desenvolvimento. *História, ciências, saúde-manguinhos*, SciELO Brasil, v. 10, p. 601–617, 2003. Citado na página 5.
- 8 NIFORATOS, J. D. Common questions about the pfizer-biontech and moderna covid-19 vaccines. Citado na página 5.
- 9 BAE, J. et al. Challenges in equitable covid-19 vaccine distribution: A roadmap for digital technology solutions. Citado na página 6.
- 10 NELSON, C. et al. Monitoring temperatures in the vaccine cold chain in bolivia. *Vaccine*, Elsevier, v. 25, n. 3, p. 433–437, 2007. Citado na página 6.
- 11 FALCÓN, V. C. et al. A vaccine cold chain temperature monitoring study in the united mexican states. *Vaccine*, Elsevier, v. 38, n. 33, p. 5202–5211, 2020. Citado na página 6.