

Received:  
March 26, 2022

Accepted:  
April 29, 2022

Published:  
April 30, 2022

## Prototype using the Arduino to monitoring the conservation temperature of Astrazeneca and Coronavac vaccines for public agencies

Danielly Arlete Oliveira Campos<sup>1</sup> , Daniel Moraes Santos<sup>1</sup> , Joyce Ferreira da Silva<sup>1</sup> , Lucianne Magalhães de Oliveira<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Teófilo Otoni, Brazil.

### Email address

danielly.arlete@ufvjm.edu.br (Danielly A.O. Campos)

daniel.moraes@ufvjm.edu.br (Daniel M. Santos)

joyce.ferreira@ufvjm.edu.br (Joyce F. da Silva) – Corresponding author.

lucianne.magalhaes@ufvjm.edu.br (Lucianne M. de Oliveira)

### Abstract

Against the current epidemiological situation caused by the new coronavirus (SARS-CoV-2), the world faces one of the biggest pandemics in the history of humanity, with that, vaccines have become something of great social interest. The storage of these immunobiologicals has become something of paramount importance to ensure their quality and effectiveness. The heat or temperature change accelerates the inactivation of immunogenic components, that way, it is possible to cause adverse events in breach of quality standards. Therefore, it is necessary to keep vaccines refrigerated at the recommended temperature, using instruments that ensure the quality of medicines from production to the vaccination room. The main objective of the present work is to use the Arduino platform as a practical and low cost sensor for monitoring and controlling the temperature of conservation and storage of Oxford/Astrazeneca and Coronavac vaccines, used in the fight against COVID-19, in order to accurately meet the temperature range of conservation between 2°C and 8°C seen as ideal by health agencies.

**Keywords:** Vaccines, Coronavirus, Temperature, Conservation, Arduino.

## 1. Introdução

A vacinação vem ocupando um lugar de destaque entre os instrumentos de saúde pública utilizada pelos governos e autoridades sanitárias. Visto como responsável pelo declínio acelerado da morbimortalidade por doenças imunopreveníveis nas últimas décadas em nosso país, a vacina tem a finalidade de assegurar uma proteção específica ao indivíduo imunizado, sendo considerada, por muitos, responsável por salvar inúmeras vidas e evitar a propagação de uma série de doenças. O uso crescente da utilização de imunobiológicos, no entanto, traz consigo a necessidade de se garantir a qualidade desses produtos (Melo, Oliveira e Andrade, 2010).

A vacinação constitui uma ação prioritária de Atenção Primária à saúde (APS) e de grande impacto nas condições gerais de saúde da população. Representa um dos grandes avanços da

tecnologia médica nas últimas décadas constituindo-se no procedimento de melhor relação custo e efetividade no setor da saúde (Oliveira et al., 2014).

O Ministério de Saúde instituiu o Programa Nacional de Imunização (PNI), com a função primordial de manter sob controle doenças imunopreveníveis no Brasil, este se consolidou como uma importante e necessária interferência na saúde pública, cooperando com a diminuição da morbidade e mortalidade por enfermidades transmissíveis a âmbito nacional (Yuzawa, Ferreira e Oliveira, 2019).

Atualmente, o PNI é um sucesso no Brasil e reconhecido no mundo todo. São mais de 300 milhões de doses anuais distribuídas em vacinas, soros e imunoglobulinas. O órgão é responsável por definir os calendários de vacinação considerando a situação epidemiológica, o risco, a vulnerabilidade e as especificidades sociais, com

orientações específicas para crianças, adolescentes, adultos, gestantes, idosos e povos indígenas. Torna-se notável que para que o programa continue a representar um sucesso na saúde pública, cada vez mais esforços devem ser despendidos pela administração pública (Souza, 2015).

O PNI do Brasil é considerado um dos mais completos dentre os países em desenvolvimento, tendo sido pioneiro na introdução de algumas vacinas e demonstrado uma alta capacidade técnica nas questões de logística para imunização. Porém, apesar dos bons resultados apresentados pelo PNI, alguns estudos apontam deficiências nas salas de vacina, em nosso país, principalmente relacionadas à conservação dos imunobiológicos. Essas deficiências podem acarretar um aumento considerável nos custos do PNI devido a grandes perdas desnecessárias de vacinas por erros de manutenção da cadeia de frio, além de comprometer a efetividade do programa (Oliveira et al., 2014).

Apesar dos grandes resultados alcançados pelo PNI, é preciso destacar que não basta atingir altas taxas de coberturas, deve-se também garantir que as vacinas aplicadas estejam com suas propriedades imunizantes preservadas. Para isso, é necessária uma série de cuidados com a conservação das mesmas. Um estudo realizado sobre esse tema na cidade de Recife verificou, por exemplo, que não havia na maioria dos casos o monitoramento da temperatura após o preparo da caixa térmica, “especialmente pela falta de equipamento destinado a esta finalidade” (Melo, Oliveira e Andrade, 2010). De fato, algumas composições são sensíveis a alterações de temperatura, podendo ocasionar adversos problemas à saúde dos pacientes. Logo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2010) determina que “fármacos como vacinas necessitam de uma caixa de transporte específica para manter a temperatura na faixa de 2° C a 8° C”.

As políticas públicas, por definição, são conjuntos de programas, ações e decisões tomadas pelos governos nacional, estadual ou municipal que afetam a todos os cidadãos, de todas as escolaridades, independente de sexo, cor, religião ou classe social. A política pública deve ser construída a partir da participação direta ou indireta da sociedade civil, visando assegurar um direito a determinado serviço, ação ou programa. No Brasil, o direito à saúde é viabilizado por meio

do Sistema Único de Saúde (SUS) que deverá ser universal, integral e gratuito. Os modelos de atenção e gestão à saúde representam a forma de organização do sistema de saúde e suas práticas em resposta às necessidades da população. Os modelos são expressos em políticas, programas e serviços de saúde que estejam em harmonia com os princípios e diretrizes que estruturam o SUS.

O uso das vacinas é um exemplo particular de ações públicas em saúde, a vacinação tem como medida o caráter individual para alcançar a coletividade, sendo o efeito da vacinação individual, o bem comum da sociedade. Apesar de oposições sofridas durante sua história a vacina ocupa lugar de inegável destaque entre os instrumentos de saúde pública, sendo colocada à disposição pelo governo e autoridades sanitárias, ela é considerada responsável por salvar inúmeras vidas, e evitar a propagação de doenças que provocariam inúmeras mortes (Souza, 2015).

O uso crescente desses imunobiológicos, no entanto, acarreta uma grande necessidade de profissionais realmente capacitados, qualificados e comprometidos com as atividades de imunização, para garantir a eficácia desta ferramenta na saúde pública (Yiuzawa, Ferreira e Oliveira, 2019).

Atualmente, o mundo enfrenta uma das maiores pandemias da história da humanidade, a COVID-19, que é causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). A doença refere-se a uma infecção respiratória aguda iminentemente grave e que vem causando uma destruição global. Ela possui uma elevada transmissibilidade e pode se propagar entre as pessoas por meio de pequenas gotículas do nariz ou da boca que se espalham ao tossir ou espirrar, ou através do contato com objetos e superfícies contaminadas. Frente a esse grande cenário epidemiológico e o início da campanha de vacinação contra a COVID-19, surge uma grande preocupação no que diz respeito à conservação das vacinas, com finalidade de garantir a potência e a eficácia das mesmas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 80% das pessoas com COVID-19 se recuperam da doença sem precisar de tratamento hospitalar. Entretanto, uma em cada seis pessoas infectadas pelo SARS-CoV-2 desenvolvem formas graves da doença. Pessoas idosas e/ou com comorbidades, a exemplo de pessoas com problemas cardíacos e pulmonares, diabetes ou câncer, dentre outros, têm maior risco de evoluírem para formas graves da doença. Dessa

forma, o principal objetivo da vacinação é reduzir a morbimortalidade causada pelo novo coronavírus, bem como a manutenção do funcionamento da força de trabalho dos serviços de saúde e a manutenção do funcionamento dos serviços essenciais.

No atual cenário de grande dificuldade sanitária mundial, uma solução em potencial para se alcançar o controle da pandemia é uma vacina segura e eficaz, aliada as medidas de prevenção já estabelecidas como o uso de máscara, álcool em gel e o isolamento social.

Das vacinas contra a COVID-19 que estão disponíveis e já em uso hoje no Brasil, podemos citar a vacina adsorvida covid-19 (inativada) mais conhecida como Coronavac, desenvolvida pelo Instituto Butantan em parceria com o laboratório Sinovac, e a vacina COVID-19 (recombinante) mais conhecida como vacina de Oxford/Astrazeneca, que foi desenvolvida pelo laboratório Astrazeneca/Universidade de Oxford em parceria com a Fiocruz. Ambas possuem uma excelente eficácia no controle de casos graves da doença. Quando tomadas as duas doses, de acordo com os intervalos estabelecidos pela ANVISA, estas apresentaram altas taxas de eficiência comprovadas através dos testes clínicos.

Em um estudo exploratório retrospectivo, realizado por Pereira et al. (2013) em um município de médio porte na região metropolitana de Curitiba, temos uma relação do uso e perda de vacinas de rotina e campanhas no período entre 2007 a 2010, perdas essas que podem ser físicas ou técnicas. As perdas ditas técnicas ocorrem devido à abertura de um frasco multidoses onde acontece o vencimento do prazo de validade da vacina ou pelo não alcance do número de doses previsto por frasco. Já as perdas físicas ocorrem por problemas devido a falta de treinamento dos profissionais, erros de manipulação, falha do equipamento de refrigeração e problemas com a conservação e monitoramento das temperaturas das vacinas.

De acordo com o estudo de Pereira et al. (2013), foi possível observar que dentro de um período de 3 anos, de um total de 2.101.103 doses de vacinas, temos que 62.221 sofreram perda física, ocasionando um grande prejuízo de aproximadamente R\$141.910,00.

Segundo Oliveira et al. (2009), alguns fatores podem interferir na estabilidade das vacinas, como a umidade e a luz, porém é ressaltado que o principal fator de conservação da capacidade

imunológica dessas vacinas, está no controle da temperatura, sendo a maioria dos imunobiológicos conservados entre 2°C a 8°C. Este processo de conservação das vacinas nesta faixa de temperatura recebe o nome de “Cadeia de Frio” ou “Rede de Frio”. Martins et al. (2008), esclarece que a rede de frio compreende ao processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos imunobiológicos nas condições adequadas de temperatura desde o laboratório, até a sua aplicação nos Postos de vacinação.

Para garantir a potência e a eficácia das vacinas contra a COVID-19 é necessário mantê-las em condições adequadas de conservação, com temperatura controlada e em conformidade com as orientações do fabricante e aprovação pela ANVISA. A exposição acumulada dessas vacinas a temperaturas fora das recomendadas, ou expostas à luz, em qualquer etapa da cadeia, ocasionará uma perda da potência que não será recuperada.

Tanto a vacina Coronavac quanto a de Oxford/Astrazeneca devem ser acondicionadas em temperaturas de 2°C a 8°C nas câmaras frias/refrigeradas. No que diz respeito à preparação da caixa térmica, essa deverá obedecer às recomendações já definidas no Manual de Normas e Procedimentos para vacinação. Uma observação importante para se levar em consideração é que a vacina Coronavac contém adjuvante de alumínio, quando expostas a temperatura inferior a 0°C poderá apresentar perda de potência em caráter permanente. Com isso, necessita-se extremo rigor de monitoramento de temperatura.

É incontestável a importância de um monitoramento eficiente dos refrigeradores onde se localizam as vacinas, garantindo a eficiência das mesmas através de temperaturas adequadas, e, dessa forma, quando houver oscilações ocorra imediatamente uma emissão de alerta aos profissionais responsáveis.

O Arduino é uma ferramenta microcontroladora muito eficiente nesse contexto. A utilização da plataforma de prototipagem eletrônica consegue realizar ações de controle, automação e interação. O microcontrolador do Arduino é caracterizado por um pequeno processador de computador montado em uma placa com diversos outros componentes que servem para manipular sua entrada e saída, e o propósito para isso é tornar mais fácil para você conectar o mundo físico ao seu redor com o mundo digital.

A utilização da plataforma possui diversas vantagens, além de se tratar de um microcontrolador de baixo custo, não é necessário experiência ou grandes conhecimentos prévios em eletrônica, sendo caracterizado principalmente pela facilidade de programação. Além disso, é possível encontrar nas redes uma grande quantidade de tutorias e também artigos que auxiliam na utilização.

## 2. A plataforma Arduino

De acordo com Martinazzo et al. (2014), o Arduino é uma peça que pode auxiliar o estudo em escolas e universidades, devido à capacidade de coleta de dados e sua possibilidade de inclusão com sensores, dado que essa plataforma possibilita análises de fenômenos diversos, tais como resistência, corrente elétrica e capacitância, além do conhecimento sobre microcontroladores e processadores.

Em definições práticas, um Arduino é um microcomputador que você pode programar para organizar entradas e saídas entre a ferramenta e os itens que estejam ligados a ele externamente (McRoberts, 2011).

A placa mais básica utilizada é o Arduino UNO, que é a primeira placa de Arduino com USB e também uma referência quando se fala nessa plataforma. Ele possui uma série de conectores que são utilizados para conexão com o mundo externo.

O Arduino UNO subdivide-se em pinos de entrada e saída digitais, pinos de entrada e saída analógicas, o plug USB, o conversor serial/USB, os pinos de alimentação, as fontes de alimentação e, por fim, a CPU (Cunha e Rocha, 2015).

## 3. Metodologia

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi utilizado o software Fritzing, que é amplamente utilizado para a criação de esquemáticos e diagramas coloridos para documentação. Ele se trata de um software de código aberto, sob licença GPLv3, para o desenvolvimento de protótipos de circuitos eletrônicos.

Para a esquematização do nosso protótipo, foram utilizadas as ferramentas de acordo com a Tabela (1).

Tabela 1 – Ferramentas utilizadas.

Ferramentas
Protoboard
Placa Arduino Uno R3
Sensor de temperatura LM35
LEDs vermelho e verde
Fios jumper
Display
Buzzer
Resistores

A partir do uso de um computador para criação do código de programação na linguagem C e o software escolhido, foi empregada a placa Arduino atada a protoboard. Com isso, todos os demais componentes foram conectados. Optou-se pela utilização de um resistor com a finalidade de evitar que qualquer tipo de dano ocorresse aos LEDs. Estes, juntamente com o Buzzer serão utilizados como o alerta para identificar quando a temperatura estiver fora da faixa estipulada.

O Arduino receberá os comandos via conexão USB. Na Figura (1) podemos verificar o esquema de funcionamento do sistema de alerta que fará o controle da temperatura e exibirá o retorno através dos LEDs.

No que diz respeito às etapas de montagem do protótipo, na parte inicial do projeto é realizada a ligação de todos os componentes e fios na placa de ensaio (protoboard). Durante a inserção dos LEDs deve-se levar em consideração que ele apresenta polaridade, onde o lado chanfro apresenta polaridade negativa (catodo) e o lado com terminal maior apresenta polaridade positiva (anodo). Nesse contexto, foi definido o uso dos resistores, visto que estes são limitadores de corrente elétrica e impedirá que possíveis danos ocorram aos LEDs.

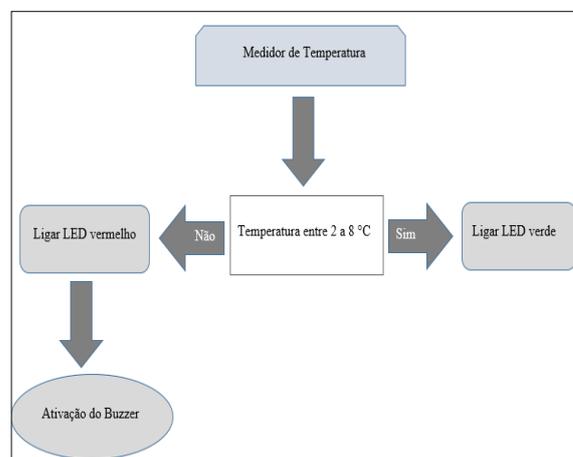


Figura 1 – Esquema de funcionamento do alerta de temperatura.

A próxima etapa do processo de montagem, logo após a instalação do resistor e dos LEDs, equivale à instalação do sensor de temperatura, preferencialmente com a face arredondada voltada para trás e a face reta para frente, pois assim o lado positivo se posicionará a esquerda do sensor e o lado negativo à direita. Por fim, adicionamos os últimos componentes à placa de ensaio, o Buzzer e o display. O Buzzer também possui polaridade, assim como o LED, e neste o pino positivo apresenta um sinal “+”, para indicar que é o ponto positivo do componente. O Buzzer se baseia no efeito piezoelétrico para emitir sons a partir de uma tensão elétrica em seus terminais e é o responsável pelo alerta sonoro do nosso projeto. Por fim, adicionamos um display para a visualização da temperatura e também para a saída de dados.

A Figura (2) apresenta o esquema de montagem do protótipo, realizado a partir do simulador Fritzing.

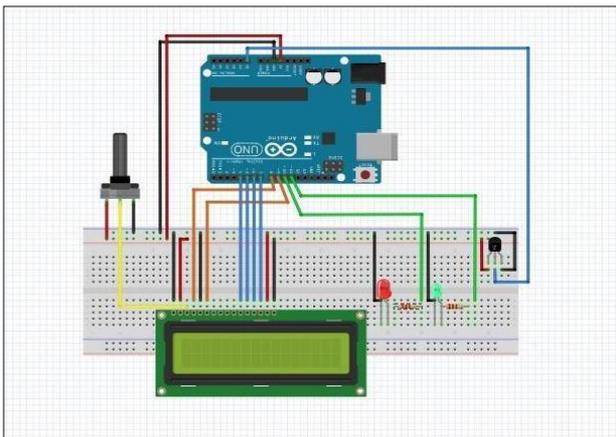


Figura 2 – Esquema de montagem do protótipo.

O intuito e finalidade principais do desenvolvimento do projeto são o monitoramento e controle de temperatura das vacinas, dessa maneira, por fim, é desenvolvido um código/programação destinado ao funcionamento do projeto, que funcionará de modo que a medição da temperatura do ambiente em que o sensor está inserido, nesse caso nas câmaras frias ou até mesmo refrigeradores domésticos que estão presentes nas diversas salas de vacinação e armazenam as vacinas contra o coronavírus abordadas, seja feita a cada segundo. É importante ressaltar que a temperatura ideal no nosso caso está entre 2°C e 8°C, e não deve sofrer variações. Quando o sensor apresentar um valor medido de temperatura fora do aceitável, o LED vermelho será aceso indicando uma possível queda ou

aumento na temperatura e o Buzzer é acionado, emitindo o alerta sonoro. Por conseguinte, quando a temperatura retornar a sua faixa ideal, o Buzzer e o LED vermelho serão desligados e, automaticamente, o LED verde voltará a ser acionado.

#### 4. Resultados e discussões

Para uma melhor compreensão e entendimento dos resultados obtidos no presente trabalho, foi feito um levantamento dos custos relacionados aos equipamentos que serão utilizados para a montagem e execução do protótipo. Utilizaram-se os valores de referência obtidos através da loja online FILIPEFLOP, concluindo então que o custo total dos equipamentos corresponde a uma média de R\$165,00. Podemos verificar os equipamentos necessários e seus respectivos valores apresentados na Tabela (2). Nesse contexto, é importante ressaltar que seriam economicamente viáveis os dispêndios financeiros para a montagem e desenvolvimento desse protótipo com o Arduino, visando o monitoramento adequado das temperaturas de conservação das vacinas em questão. Além disso, é necessário que os profissionais envolvidos tenham um conhecimento adequado sobre esse processo de monitoramento.

Tabela 2 – Valores dos equipamentos.

Equipamentos	Valores
Protoboard	R\$18,90
Placa Arduino Uno R3	R\$87,90
Sensor de temperatura LM35	R\$11,90
LEDs vermelho e verde	R\$4,80
Fios jumper	R\$13,90
Display	R\$20,90
Buzzer	R\$3,90
Resistores	R\$2,90

É possível verificar que os resultados apresentados demonstram um sistema simples que funciona com o princípio chamado de *poka-yoke*. Esse sistema foi projetado para salvar vidas, evitar o grande desperdício de vacinas estragadas por descuido e/ou falha humana e não ocorrer perda de dinheiro e prejuízos econômicos. Dessa maneira, evitar a necessidade de compra de novos lotes de vacinas.

Os dispositivos a prova de erro (*poka-yoke*) são designados a impossibilitar a ocorrência de falhas na produção. O *poka-yoke* pode ser usado para reparar erros em dois modos: quando ativado na produção, de forma em que o problema pode ser reparado no momento; e o método de advertência, quando é ativado, um alarme toca ou uma luz sinaliza, atentando o trabalhador (Shingo, 1996).

No que diz respeito aos custos, no site de compras Americanas encontramos um termômetro digital de máxima/mínima, com sensor instalado que apresenta funções semelhantes as do protótipo desenvolvido neste artigo, no valor de R\$288,94. Dessa forma, ao realizarmos um comparativo entre ambos os instrumentos, temos uma diferença de preço de R\$123,84. Considerando que em cada ambiente selecionado para o armazenamento de vacinas faz-se necessário à utilização de um mecanismo de monitoramento, ao se optar pela utilização do protótipo é possível se obter uma economia significativa.

Diante do atual cenário epidemiológico, onde o mundo enfrenta uma das maiores pandemias da história, torna-se notável o aumento da aquisição de vacinas contra a COVID-19 e, conseqüentemente, das suas perdas, ocasionando assim um número grande de prejuízos. Dessa forma, podemos observar que com o aumento na aquisição de vacinas, mais esforços financeiros devem ser despendidos pelo governo. Por conseguinte, é notório que sem um monitoramento correto, de nada seria válido os investimentos realizados e gastos ainda maiores poderiam ser gerados.

## 5. Conclusão

Após a conclusão deste projeto, é possível constatar que o controle de temperatura é de extrema importância para evitar a perda de diversos materiais e, possivelmente, de dinheiro, além de colocar a vida das pessoas em risco. O processo de conservação das vacinas Oxford/Astrazeneca e Coronavac desde a sua fabricação, transporte, armazenamento, até a utilização nos serviços de saúde requer uma diversidade de cuidados. Dessa forma, o processo exige grandes investimentos financeiros, que não seriam convenientes e proveitosos se não houvesse um monitoramento adequado que garanta a preservação e eficácia desses imunobiológicos.

Nesse contexto, o presente trabalho apresentou a implementação da plataforma Arduino como uma ferramenta eficaz para realização do monitoramento de temperatura nas câmaras frias ou refrigeradores domésticos presentes nas salas de vacinação. Visto que é possível realizar esse controle utilizando equipamentos que são economicamente viáveis se comparados a outros métodos. De modo econômico e prático, esse projeto viabiliza a diminuição das perdas dessas vacinas ocasionadas pela principal condição que afeta diretamente a sua estabilidade, a temperatura.

O protótipo desenvolvido apresenta um custo médio com equipamentos de R\$165, 00. Se comparado a termômetros digitais constantemente utilizados, nota-se que o sistema de alerta proposto apresenta uma diferença de custo relativamente considerável, visto que o termômetro tem um custo em torno de R\$300,00. O art. 70 da Constituição Federal de 1988 diz que o governo é responsável pela obtenção do resultado esperado com o menor custo possível, mantendo a qualidade na prestação do serviço ou no trato com os bens públicos. Assim sendo, através da utilização do projeto proposto é possível obter uma economia extremamente significativa e demonstrar o funcionamento de um sistema que é muito eficaz no monitoramento e conservação de vacinas.

Outra maneira existente de realizar o monitoramento, que também consiste em uma ferramenta muito eficaz no desempenho dessa função é a utilização do chip (microcontrolador) ESP8266, que possui um baixo custo (cerca de R\$30,00) e rápida disseminação. Ele chama muita atenção por possuir conexão WI-FI, conseqüentemente, possibilita a conexão de uma variedade de dispositivos a internet ou rede local, como sensores por exemplo. A principal vantagem em relação ao Arduino se deve ao fato de que o chip já possui WI-FI embutido e apresenta um poder de processamento maior. Ele é amplamente utilizado em projetos que utilizariam o Arduino, mas precisam de conectividade com a internet. Um ponto muito importante e que vale ressaltar é que o alcance do WI-FI deste módulo pode chegar a centenas de metros de distância, o que torna ele muito poderoso e útil em muitas aplicações, possibilitando o desenvolvimento de inúmeros projetos. Por conseguinte, o ESP8266 pode substituir o Arduino Uno R3 dado que sua utilização é extremamente vantajosa. Ela permite

desenvolver as funções necessárias para o monitoramento das temperaturas de conservação das vacinas e o acesso à conexão possibilita monitorar de forma online até mesmo via smartphone.

## Referências

- Almeida, L., 2020. *Monitoramento e armazenamento de vacinas: diretrizes e métodos adequados*. Disponível em: <<https://nexxto.com/monitoramento-e-armazenamento-de-vacinas-diretrizes-e-metodos-adequados/>>. [Acesso em 26 de julho de 2021].
- Athos Electronics. *ESP8266 – o que é e para que serve?* Disponível em: <<https://athoselectronics.com/esp8266-o-que-e/>> [Acesso em 24 de agosto de 2021].
- Brasil. Constituição (1988), 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico.
- Brasil. Ministério da Saúde, 2021. *Informe Técnico: Campanha Nacional de Vacinação contra a Covid-19*. Brasília.
- Cruz, R.F., Correa, C.S., Silva, C.T. e Silva, W.L., 2018. *Desenvolvimento de um sensor de temperatura de baixo custo aplicado ao controle da qualidade de vacinas*. Anais III CONAPESC. Campina Grande: Realize Editora.
- Cunha, K.C.B. e Rocha, R.V., 2015. *Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino*. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, 1(2), pp.62-74.
- FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Ministério da saúde, Brasil. *Políticas Públicas e Modelos de Atenção e Gestão à Saúde*. Disponível em: <[https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/referencias\\_bibliograficas\\_sobre\\_acesso\\_aberto.pdf](https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/referencias_bibliograficas_sobre_acesso_aberto.pdf)> [Acesso em 16 de agosto de 2021].
- G1, Jornal Nacional, 2021. *Na aplicação das vacinas contra Covid-19, profissionais da saúde cuidam para evitar o desperdício*. Disponível em <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/02/13/na-aplicacao-das-vacinas-contracovid-19-profissionais-da-saude-cuidam-para-evitar-o-desperdicio.ghtml>> [Acesso em 16 de agosto de 2021].
- Lousada, R., 2020. *O que é o Arduino? Pra que serve, vantagens e como utilizar*. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/o-que-e-arduino-para-que-serve-vantagens-e-como-utilizar/>> [Acesso em 26 de julho de 2021].
- Martinazzo, C.A., Trentin, D.S., Ferrari, D. e Piaia, M.M., 2014. *Arduino: Uma tecnologia no ensino de física*. PERSPECTIVA, Erechim. 38(143), pp.21-30.
- Martins, V.V., 2008. *Rede de frio: Análise do conteúdo de domínio dos profissionais de enfermagem em sala de vacinas*. Disponível em: <[https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/analises/arquivosINIC/INIC0696\\_03\\_O.pdf](https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/analises/arquivosINIC/INIC0696_03_O.pdf)>. [Acesso em 26 de julho de 2021].
- McRoberts, M., 2011. *Arduino Básico*. [tradução Rafael Zanolli]. São Paulo: Novatec Editora, p. 22-24.
- Melo, G.K.M., Oliveira, J.V. e Andrade, M.S., 2010. *Aspectos relacionados à conservação de vacinas nas unidades básicas de saúde da cidade do Recife – Pernambuco*. Brasília: Epidemiol. Serv. Saúde, p. 25-32.
- Shingo, S., 1996. *O sistema Toyota de produção*. Porto Alegre: Artes médicas.
- Oliveira, V.C., Guimarães, E.A.A., Guimarães, I.A., Januário, L.H. e Ponto, I.C., 2009. *Prática da enfermagem na conservação de vacinas*. Acta Paulista de Enfermagem, 22(6), pp.814-818. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002009000600014>
- Oliveira, V.C., Gallardo, M.D.P.S, Arcêncio, R.A., Gontijo, T.L. e Pinto, I.C., 2014. *Avaliação da qualidade de conservação de vacinas na Atenção Primária à Saúde*. Ciência & Saúde Coletiva, 19(9), pp.3889-3898. <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.12252013>
- Pereira, D.D.S., Neves, E.B., Gemili, M. e Ulbricht, L., 2013. *Análise da taxa de utilização e perda de vacinas no programa nacional de*

imunização. Cadernos Saúde Coletiva, 21(4), pp.420-424.

Souza, F.O., 2015. *Determinantes da vacinação entre trabalhadores do setor de saúde da Bahia*. Dissertação (Pós Graduação em Saúde Coletiva) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

Yuzawa, L.S., Ferreira, W.F.S e Oliveira, E.M., 2019. *Políticas Públicas Brasileiras de Imunização e Educação Permanente*. Um Recorte Temporal Bioético. Id on Line, 13(45), pp.1-16. <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i45.1681>