

**Autores : Adriele Silva Guimarães, Líbiny Ferreira Procópio e Lucas César Oliveira Feitosa**  
**Orientador : Rodrigo Marendaz Silva Pimenta**  
**Co-orientadora : Claudia Barucke Marcondes**  
**Escola : Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)**  
**Cidade : Rio de Janeiro**

## INTRODUÇÃO

O projeto tem o propósito de desenvolver um protótipo como solução que venha a facilitar o trabalho dos profissionais que realizam a determinação de acidez Dornic em Bancos de Leite Humano (BLHs). Por conta das atividades repetitivas manuais, profissionais acabam por sofrer com Lesões por Esforço Repetitivo (LER). O protótipo visa substituir a necessidade de um profissional humano atuando em atividades repetitivas, mas mantém um cuidado especial para que o protótipo IoT automatizado mantenha pontos de checagem e validação das etapas do processo, permitindo ao profissional que ele decida pelo aceite do resultado, ou substituição dos dados a serem arquivados como resultado. Outro ponto a ser observado é a precisão das medidas. A possibilidade de trabalhar com técnicas de processamento digital podem colaborar com a exatidão do resultado apurado, viabilizando ao profissional um apoio no processo de decisão do resultado a ser registrado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a estrutura do protótipo, ainda está sendo utilizado madeira, cola e parafuso. Na versão final, após validação, será utilizada modelagem para estruturas plásticas impressas em impressoras 3D, assim como materiais que sejam mais propícios para ambientes laboratoriais. Os componentes que integram a solução são bem variados: câmeras digitais, microcontroladores, motores de passo, buretas graduadas, tubos de ensaio, display digital, botoeiras, fios, conectores e resistores. Os materiais ainda estão em fase de testes e podem sofrer modificações até a versão final. Toda inovação tecnológica está sendo desenvolvida pelos alunos e professores do CEFET/RJ, enquanto as validações de cada etapa pela adequação às necessidades do BLH serão feitas pelos profissionais do BLH.

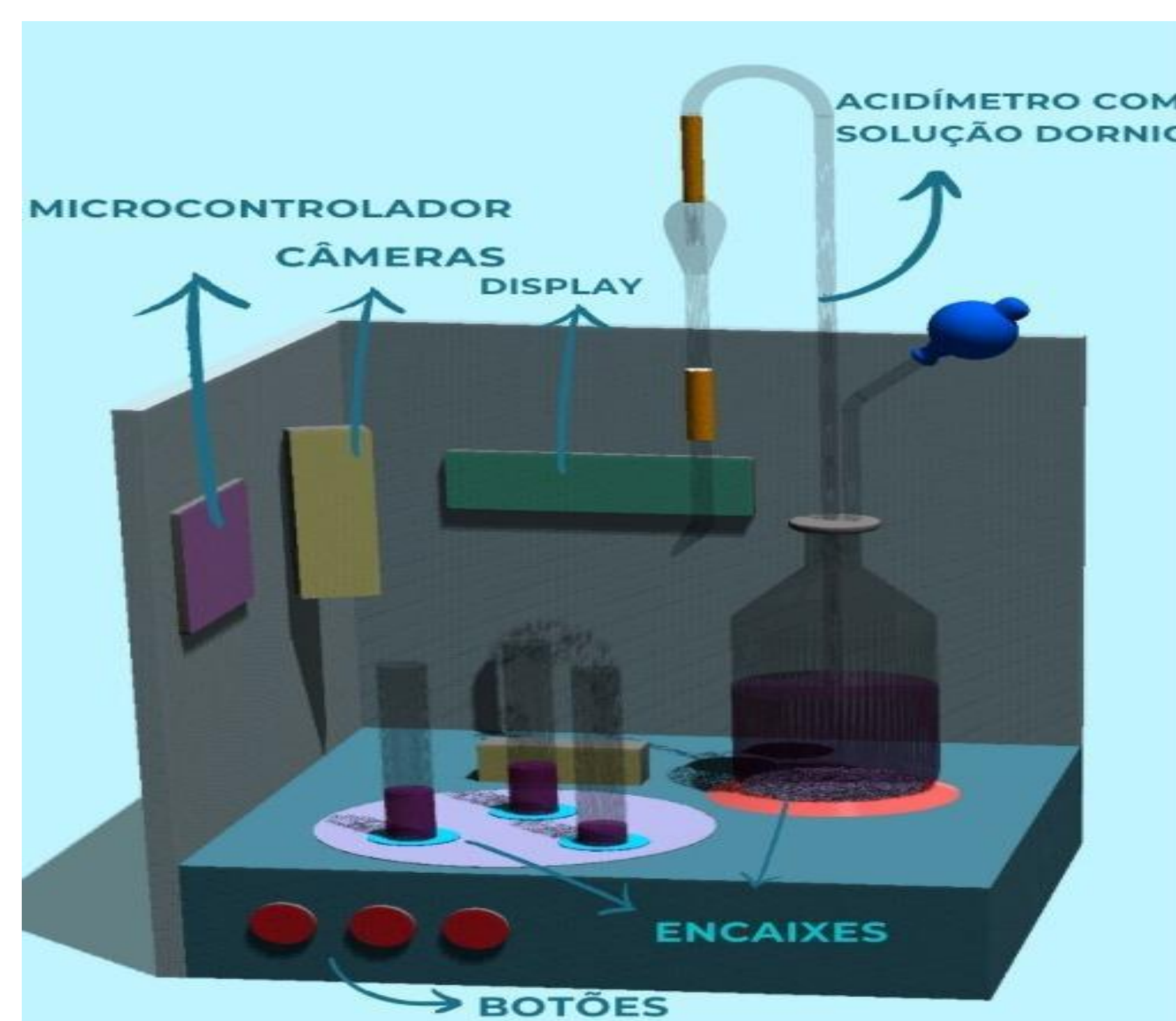
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à pandemia do coronavírus, as visitas em ambas as instituições (CEFET/RJ e BLH) não puderam ser realizadas no ano de 2021. Com isso, o protótipo físico sofreu um atraso e sua montagem foi iniciada em 2022 levando-se em conta todas as propostas de projeto do modelo virtual 3D do protótipo (Figura 1), desenhado por meio da ferramenta de software Adobe Photoshop, e que serviu de base para a produção do protótipo IoT físico (Figura 2).

Objetivando minimizar os movimentos contínuos que causam LER nos profissionais e possibilitar a aceleração do processo de homogeneização da amostra de leite, está sendo implementada a

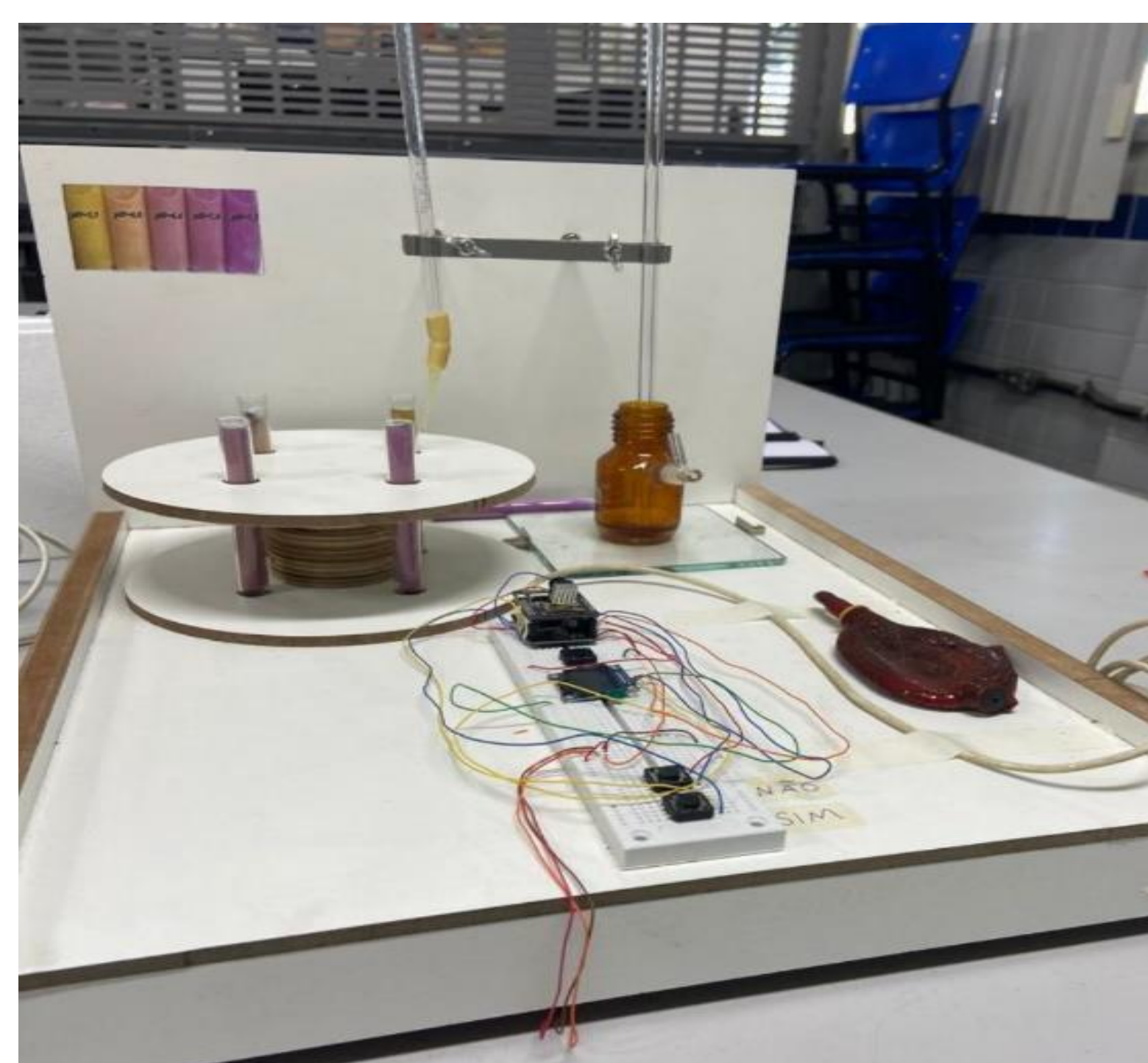
proposta de automatização desse processo adicionando-se uma espécie de carrossel, com vibração, e com encaixes para os tubos de ensaio. Esse carrossel permite posicionar o tubo de ensaio com amostra do leite humano embaixo da bureta, para que receba a solução titulante.

A Figura 1 também exhibe outros encaixes, como o do acidímetro, do microcontrolador ESP32, do display que informa as etapas em operação e os resultados obtidos, assim como os processos decisórios que são escolhidos através da interface de botões localizada no protótipo. Alguns processos são trabalhados através do processamento digital das imagens, sendo necessária também a alocação de câmera digital. A maioria desses itens pode ser visualizada na Figura 2.



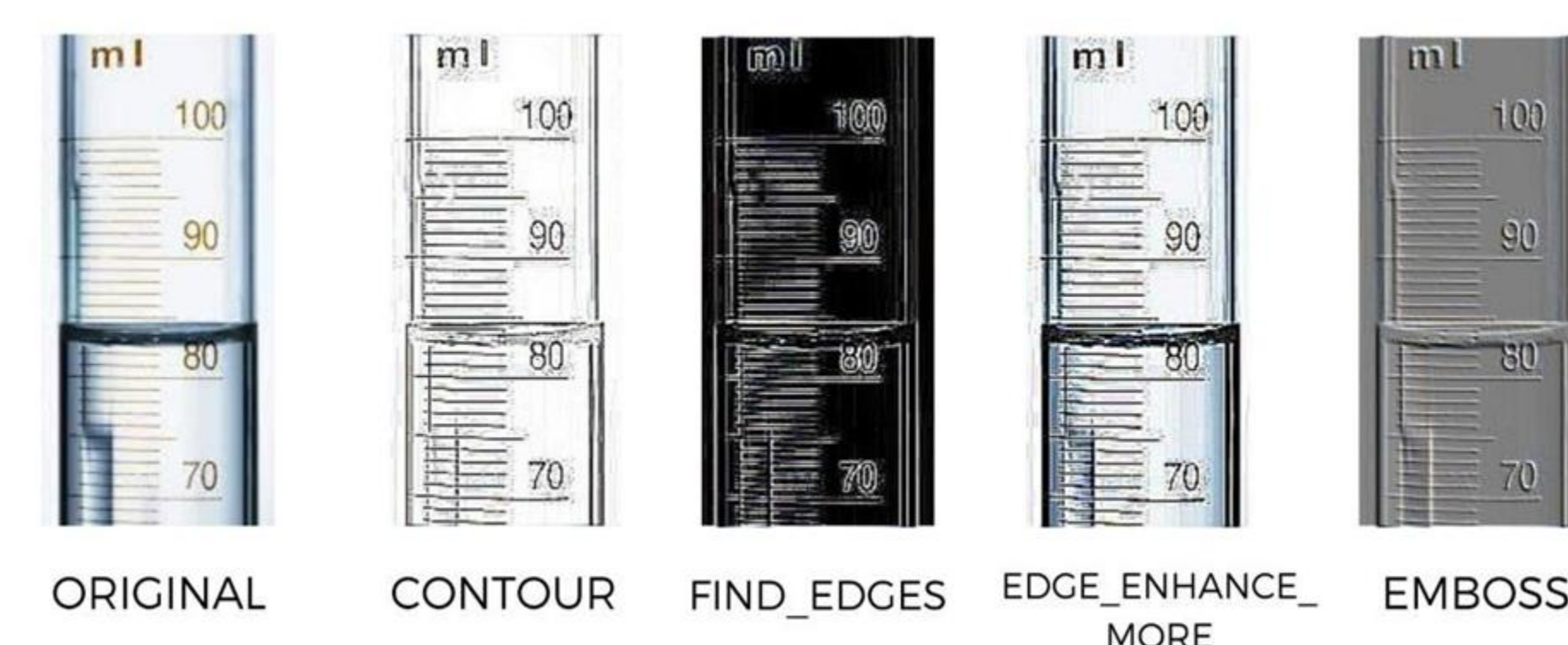
**Figura 1** – Modelo 3D do protótipo com legenda. Elaboração própria.

A câmera digital deve ser capaz de identificar o grau de Acidez Dornic através da identificação do volume de titulante utilizado, através da identificação da graduação da bureta no começo e no final do processo de titulação, utilizando filtragem digital, através de filtros cujos algoritmos permitem a detecção de bordas e arestas de uma determinada imagem (Figura 3). Os melhores filtros estão sendo estudados e suas aplicações validadas antes que seja definido o filtro da versão final do protótipo.



**Figura 2** – Primeira versão física do protótipo IoT concebido para ser utilizado no processo de medição de Acidez Dornic. Elaboração própria.

A câmera também será responsável por identificar o momento exato em que as amostras de leite humano nos tubos de ensaio apresentarão a coloração rosada, conforme figura no canto superior esquerdo do protótipo da Figura 2.



**Figura 3** – Imagens filtradas da bureta.

Todas as interfaces são controladas por um microcontrolador ESP32, capaz de registrar em memória interna parte dos resultados, mas também de exportar esses dados para mídias físicas (cartão SD), ou até mesmo para bancos de dados na nuvem, interligados no ambiente IoT do Banco de Leite Humano.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ano de 2022 o projeto avançou bastante com a montagem física do protótipo e início dos testes de operação em bancada de laboratório, simulando o processo de medição de Acidez Dornic, através do uso de água no lugar da substância titulante, e de uma paleta impressa em papel com tons de rosa no lugar do leite humano. Tão logo o protótipo esteja finalizado e testado em bancada, os resultados serão apresentados aos profissionais do BLH para que sejam aprovados e, então, sejam agendados testes in loco, para validação final do protótipo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, ao Programa PIBIC-EM CEFET/RJ, ao Programa PBEXT CEFET/RJ e à Coordenação de Telecomunicações do CEFET/RJ, pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Banco de leite humano :Funcionamento, prevenção e controle de riscos. 2008.
- CAVALCANTE, Jorge Luís Pereira et al. Uso da acidez titulável no controle de qualidade do leite humano ordenhado. Food Science and Technology, v. 25, n. 1,p. 103-108, 2005.
- IRMAK, Emrah ; BOZDAL, Mehmet. Internet of Things (IoT) : The MostUp-To-Date Challenges, Architectures, Emerging Trends and PotentialOpportunities. International Journal of Computer Applications, v. 975, p. 8887,2017.