

Desenvolvimento de sistema de controle e monitoramento remoto via internet

Eduardo Watanabe de Oliveira
TINFEM, Instituto Federal do Paraná,
Londrina, PR, Brasil
eduardowatanabe1227@gmail.com

João Gabriel Franchini Câmara
Arbo Imóveis,
Londrina, PR, Brasil
franchini211@gmail.com

Janksyn Bertozzi
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campus Londrina, PR, Brasil
janksynbertozzi@utfpr.edu.br

Giovani Pereira Sella
TINFEM Instituto Federal do Paraná,
Londrina, PR, Brasil
gipereirasella@gmail.com

Romualdo Rubens de Freitas
Instituto Federal do Paraná, Londrina,
PR, Brasil
romualdo.freitas@ifpr.edu.br

Lyssa Setsuko Sakanaka
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campus Londrina, PR, Brasil
lyssa@utfpr.edu.br

Henrique Santana Haura
TINFEM Instituto Federal do Paraná,
Londrina, PR, Brasil
henrique.haura.tinfem2021@gmail.com

Claudio Takeo Ueno
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campus Londrina, PR, Brasil
takeo@utfpr.edu.br

Abstract — The connection of objects to the Internet of things brings comfort and makes everyday activities easier. Connecting these objects to the IoT is not straightforward and presents many possibilities. The present work shows the development of the connection of a controller of a double jacket fermenter to the internet. The connection of the fermenter controller utilizes the microcontroller ESP32, which has an onboard Wi-Fi module. The choice of interface of the whole system was a mobile App, builded with Flutter. The system utilizes Google's Realtime database and the Firestore database. Tests confirm the viability of the use of this procedure of automatization of systems. The real time control was successfully applied connecting the App, the database and microcontroller. Some additional features still need to be developed to make the whole system usable.

Keywords — IoT; automation; Flutter; remote control; realtime database

Resumo — A conexão de objetos à internet das coisas (IoT) traz comodidade e facilita as atividades do dia a dia. O procedimento da conexão desses objetos a IoT não é predeterminado e apresenta diversas possibilidades. O presente trabalho relata o desenvolvimento da conexão de um controlador de temperatura de um fermentador de dupla camisa à internet. A conexão do protótipo do controlador à internet utiliza um microcontrolador ESP32, que tem um módulo de Wi-Fi embutido. A escolha da interface do sistema foi um aplicativo mobile, desenvolvido em Flutter. O sistema utiliza o banco de dados em tempo real Realtime Database e o Firestore database, ambos do Google. Testes preliminares confirmaram a viabilidade do uso desse procedimento para automatizar sistemas. O controle em tempo real do controlador de temperatura foi bem sucedido ao utilizar o aplicativo, o banco de dados e o microcontrolador. Funcionalidades complementares para possibilitar o uso do sistema ainda devem ser desenvolvidas.

Palavras-chave — Internet das coisas; automação, Flutter, controle remoto; realtime database.

I. INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem baseado em solução de problemas e desenvolvimento de produtos é uma metodologia que demonstra ao aluno a necessidade do conhecimento para desenvolver soluções ou produtos. A internet e a comunicação global impõem novos desafios, onde novos produtos são lançados e a automação, via controle e monitoramento remoto na palma da mão, está se tornando uma realidade, facilitando as atividades dos mais diversos setores. Porém, para que isso seja possível, máquinas devem se “comunicar” com o seu “responsável”, enviando dados de seu funcionamento em tempo real e permitir que, mesmo distante, seja possível alterar algum parâmetro necessário. De acordo com Vermesan [1] a IoT (em português: Internet das Coisas) consiste em uma infraestrutura de rede global dinâmica, baseada em protocolos de comunicação onde “coisas” físicas e virtuais usam interfaces inteligentes, conectando-se perfeitamente à uma rede de informações. Essa conexão traz diversas vantagens, dentre as quais, a comodidade do controle desses objetos remotamente. Santos [2] afirma que, para possibilitar essa conexão à internet, os objetos devem ter “capacidade computacional e de comunicação”. A conexão entre os mais diversos objetos via internet necessita do desenvolvimento de softwares embarcados para que a comunicação seja possível. A possibilidade de monitorar, e controlar equipamentos remotamente, é uma solução muito prática pois permite essa ação sem a necessidade de deslocamento do usuário ao local do equipamento. Para exemplificar uma dessas aplicações, pode-se citar o caso do controle de temperatura de um fermentador durante os processos fermentativos, situação bastante comum em laboratórios de universidades e instituições. Em face a este problema, e aplicando-se a metodologia de ensino

aprendizagem do IFPR – Londrina, onde os cursos técnicos utilizam-se da ferramenta de desenvolvimento de projetos com aplicações práticas para solucionar problemas, deu-se o desenvolvimento e construção de um dispositivo de controle de temperatura para o fermentador com a capacidade computacional e de comunicação para a conexão via internet das coisas. A interface de comunicação do dispositivo em questão é um aplicativo *mobile*.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de um sistema de conexão e comunicação entre o celular e o dispositivo de controle do fermentador, por meio de um aplicativo *mobile* via internet, onde alunos do curso técnico de informática analisaram o problema e aplicaram seus conhecimentos e habilidades para desenvolvê-lo, e assim aprimorar seu próprio processo de ensino e aprendizagem.

II. METODOLOGIA

1. *Estudo do problema:* O fermentador de bancada analisado não possui controle de temperatura; é preciso um sistema de aquecimento/refrigeração com circulação de água; modelos disponíveis no mercado utilizam resistência elétrica e compressor de geladeira, acarretando custo e peso, não possui um monitoramento/controle à distância dos parâmetros do equipamento. Solução proposta: desenvolver uma unidade geradora de água quente/fria, portátil, utilizando células de Peltier como fonte de frio e sistema remoto de controle/monitoramento via App, viabilizando a portabilidade, intercambiável em diferentes equipamentos.

2. *Material:* A base deste projeto foi um protótipo de controle de temperatura para um fermentador de dupla camisa, desenvolvido por Câmara [3]. Este protótipo possui atuadores e sensores, além de um microcontrolador com conexão à internet, que formam um instrumento de implementação do sistema de controle remoto. É composto por dois reservatórios (Figura 1): o primeiro contém quatro sensores de temperatura e duas resistências de 500W, denominado de reservatório de água quente; o segundo, contém quatro sensores de temperatura e seis células de Peltier, denominado de reservatório de água fria. Duas bombas de água em cada um garantem uma boa circulação de água.

Kerschbaumer [4] define microcontrolador como computador de um único chip por ser um circuito integrado que engloba em seu interior todos os componentes necessários ao seu funcionamento (com exceção da fonte de alimentação, que é externa). Neste trabalho, o modelo ESP32 irá viabilizar o controle dos componentes do fermentador, atendendo a necessidade do projeto por ter um custo baixo e conexão à internet via Wi-Fi. A aplicação *mobile*, que possibilita a comunicação do pesquisador com o equipamento, utiliza o Flutter, *toolkit* do Google, com a linguagem de programação Dart. Essa foi a escolha da

tecnologia do App, pois essa ferramenta apresenta fácil compreensão e conta com diversos tutoriais.

O Flutter facilita o uso do estilo *Material Design*, criado pelo Google, que apresenta alta capacidade de visualização de dados e navegabilidade pelo App. Para que seja possível a comunicação remota via internet, foi necessário o uso de um banco de dados (BD) em tempo real. Para garantir o sucesso dos processos fermentativos, é necessário o acompanhamento constante dos parâmetros de processo. A escolha de um banco de dados em tempo real permite tomadas de decisão imediatas pelo pesquisador para correção de qualquer desvio de processo, onde quer que esteja.

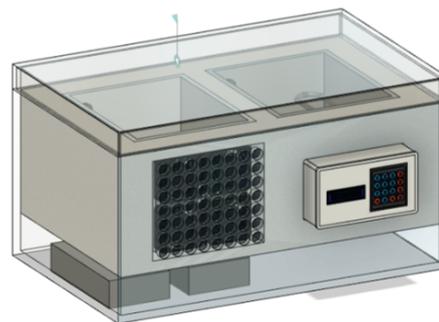


Fig. 1. Design do protótipo de controlador do fermentador.
Fonte: Câmara [3].

Dentre os disponíveis, optou-se pelo *Realtime Database* do Google. Além do Flutter ter uma interação fácil com esse BD por ser do ecossistema Google, é gratuito e relativamente simples de usar, com muitos materiais de referência. Seu papel é o de armazenar os dados do protótipo em tempo real. Juntamente com o *Realtime Database*, o uso do *Firestore Database*, também do ecossistema Google, se mostrou importante para o armazenamento de dados que não necessitam ser utilizados em tempo real, como o histórico das leituras de temperatura do fermentador. O *Firebase Realtime Database* contém ferramentas para gerenciar a segurança do App, por exemplo, a necessidade de autenticação dos usuários, bem como liberação de permissões e validação dos mesmos [5].

3. *Comunicação:* O papel do BD no projeto é receber as informações vindas do microcontrolador, como a medição de temperatura, atividade dos atuadores e dados do produto fermentado. Uma vez com esses dados, o BD permite que a aplicação *mobile* obtenha essas informações e as disponibilize para o usuário. De maneira inversa, a aplicação *mobile* envia as instruções para o BD e permite que o microcontrolador leia e execute sua função de acordo com os parâmetros do usuário. Para isso é necessário a criação de variáveis no *Realtime database* que possuem um endereço para que outros dispositivos conectados à internet possam interagir sistematicamente com os dados.



A programação do microcontrolador foi construída na linguagem de programação C. O papel deste código, além de controlar os atuadores e sensores, é o de, com a ajuda de bibliotecas, enviar as medições para o BD. A leitura de dados do BD também é feita pelo código do ESP32, as informações coletadas são armazenadas e utilizadas no funcionamento do protótipo de controle de temperatura. Para a programação, foi utilizado o *Integrated Development Environment* (IDE) Arduino, disponível gratuitamente em endereço eletrônico (<https://www.arduino.cc/en/software>).

A aplicação *mobile*, que poderá ser executada pelo smartphone pessoal de cada pesquisador, é a interface de comunicação do usuário com o aparelho de pesquisa. O App possibilita a visualização e modificação das variáveis do BD em tempo real. Para a programação, foi utilizado um simulador de dispositivos Android integrado ao IDE *Android Studio* (<https://developer.android.com/studio>).

4. *Manejaemento de Dados*: A maneira em que as informações devem ser direcionadas, entre a aplicação *mobile*, os BD e o microcontrolador é muito importante, pois é provável que aconteçam falhas no sinal de internet. É necessário que o protótipo, caso não consiga se conectar ao BD, continue sua tarefa para não comprometer o processo em andamento. Para minimizar esses problemas, para cada início de um processo fermentativo, o usuário deve fornecer todos os parâmetros do processo a ser seguido. O papel da aplicação *mobile*, além de fornecer essas instruções e dar início ao processo, é de visualizar e alterar quaisquer instruções durante o processo. Caso haja perda na conexão, o microcontrolador seguirá as últimas instruções recebidas e armazenará temporariamente os dados em sua memória até que a conexão seja restabelecida. A coleta de dados é realizada por meio do *Firestore Database*. O usuário informa no início do processo quantas medições serão realizadas e o intervalo entre elas. Esses dados são enviados pelo microcontrolador ao BD.

5. *Design do Aplicativo*: A construção do design foi feita utilizando o programa Adobe XD, e foi estruturado visando uma futura integração de outros dispositivos disponíveis em um laboratório de pesquisa, como uma câmara climatizada, possibilitando uma conexão de vários equipamentos de um laboratório de pesquisa ao mesmo aplicativo.

Para tanto, três telas foram criadas com propósitos diferentes, conforme indicado na Tabela 1.

TABELA 1
TELAS DO APLICATIVO E SEUS ITENS

Tela 1 - Home	Tela 2 - Processo	Tela 3 - Novo processo
Visualização de todos os dispositivos conectados;	Visualização de todas as informações do processo	Inserção de dados para novos processos
Botão de criação de novo processo;	Alteração de instruções e parâmetros	
Pré visualização das informações do processo	Armazenamento de dados coletados no dispositivo	

Fonte: Autoria própria.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi necessário a determinação de algumas variáveis no *Realtime Database* do Google para cada reservatório e para o fermentador (Tabela 2). Nesta tabela estão definidas as variáveis e a funcionalidade da escolha de cada uma no campo “Função”. Uma vez definidas as variáveis, devem ser definidos o tipo desta variável, que pode ser do tipo “Boolean” ou “Float”.

TABELA 2
VARIÁVEIS DO BANCO DE DADOS

Variável/Tipo	Função
Turn/ Boolean (verdadeiro ou falso)	Representa a disponibilidade dos reservatórios e do fermentador, caso haja algum problema nos reservatórios, aqui será indicado seu mau funcionamento.
Temperatura atual/ Float (números racionais)	Indica a leitura sendo feita pelo microcontrolador.
Temperatura máxima e mínima/ Float (números racionais)	Indicam o intervalo de temperatura que os reservatórios e fermentador devem manter, determinada pelo usuário.

Fonte: Autoria própria.

A escolha de cada uma delas foi feita com base nas informações que iriam armazenar; por exemplo, as variáveis “turn” só poderão armazenar dois valores, disponível (verdadeiro) ou não (falso), e por isso foram definidas como



“Boolean”. As variáveis de temperatura são do tipo “Float”, pois representam valores em graus Celsius, e estes podem ser diversos e constituírem números não inteiros. O Design do App (Figura 2) foi realizado no programa Adobe XD e conta com recursos de navegação entre telas. Sua elaboração foi utilizada para guiar o desenvolvimento do App em Flutter, assim como averiguar com os pesquisadores se o App contém todas as ferramentas necessárias. A partir das telas planejadas, iniciou-se o desenvolvimento do App (Figura 3). Alguns recursos como o uso do *Firestore Database*, armazenamento dos dados no dispositivo, visualização do gráfico, login com conta do Google e envio dos dados iniciais para início da fermentação não puderam ser concluídos, pois dependem da finalização do protótipo.

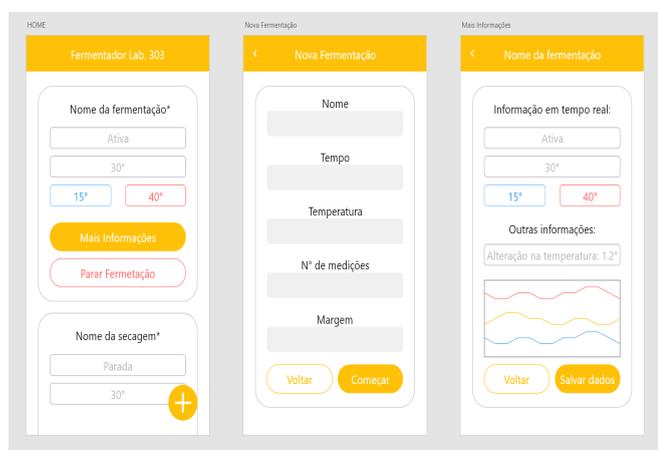


Fig. 2 – Design construído da aplicação mobile.

Fonte: Autoria própria.

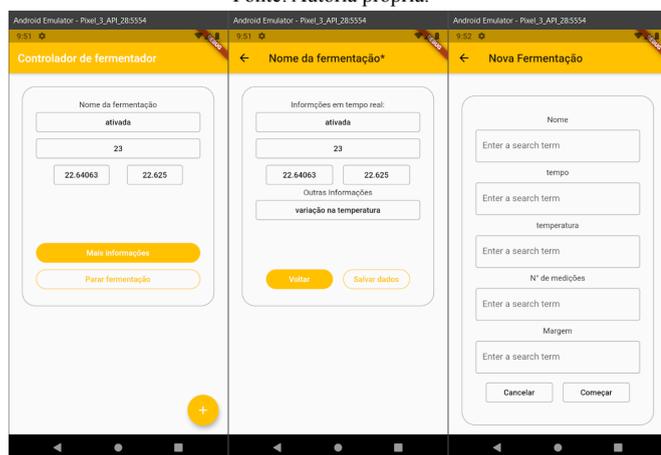


Fig. 3 – Simulador executando a aplicação mobile.

Fonte: Autoria própria.

Com o App desenvolvido até o momento, foi possível enviar e buscar as variáveis do BD sistematicamente. Após a programação do microcontrolador, os testes com o controle de todos os atuadores e sensores, assim como a conexão Wi-Fi, foi bem

sucedida. Com o auxílio de bibliotecas para o uso do Google *Firebase*, foi possível enviar e buscar as variáveis do BD sistematicamente. O código ainda está sendo ajustado, pois ainda há pendências nos componentes do protótipo (reservatórios de água quente e fria).

IV. CONCLUSÃO

O presente trabalho encontra-se em andamento e apresenta resultados promissores. Considerando o projeto em si, os principais elementos empregados, o microcontrolador do protótipo, o BD e o App, se comunicam e o sistema se mostrou uma solução viável e de baixo custo, para a implementação do controle via internet do fermentador de bancada. O desenvolvimento do trabalho foi possível tendo em vista o uso de artefatos de software disponibilizados gratuitamente e que são empregados por instituições de ensino no processo de ensino-aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida (PIBIC-EM para EWO, GPS e HSH), à UTFPR - Campus Londrina e ao Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Londrina pela parceria e financiamento. À empresa CINFEL-Comércio e Indústria de Ferragens pela doação da peça de alumínio para o reservatório de água fria.

REFERÊNCIAS

- [1] O. Vermesan et al. “*Internet of Things Strategic Research Roadmap*”. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267566519_Internet_of_Things_Strategic_Research_Roadmap. Acesso em: 09 out. 2021.
- [2] B.P. Santos et al. “*Internet das Coisas: da Teoria à Prática*.” Disponível em: <http://35.238.111.86:8080/jspui/handle/123456789/329>. Acesso em: 14 set. 2021.
- [3] J.G.F. Câmara et al. “*Desenvolvimento de unidade de controle de temperatura de baixo custo para fermentador de bancada*”. In: *XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR 2020*, Toledo, PR. Disponível em: <http://seisicite2020.td.utfpr.edu.br/trabalhos/>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- [4] R. Kerschbaumer. “*Engenharia de controle e Automação-Microcontroladores*”. Disponível em: <https://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/wp-content/uploads/sites/43/2018/02/Apostila-Microcontroladores.pdf>. Acesso em: 09 out. 2021.
- [5] Anônimo. “*Entender as regras do Firebase Realtime Database*”. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/database/security?hl=pt-br>. Acesso em: 08 out. 2021.