

---

## Development of a calibration management and critical analysis software using NFC technology

### Desenvolvimento de um software de gestão de calibração e análise crítica utilizando tecnologia NFC

Received: 30-08-2024 | Accepted: 01-10-2024 | Published: 04-10-2024

---

#### **Dionni Fernando Rodrigues da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5433-0375>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
E-mail: [techdio.qualidade@email.com](mailto:techdio.qualidade@email.com)

#### **Roberto Ribeiro Neli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1453-6386>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - PPGIT, Brasil.  
E-mail: [neli@utfpr.edu.br](mailto:neli@utfpr.edu.br)

#### **Gilson Junior Schiavon**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5642-078X>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - PPGIT, Brasil.  
E-mail: [gilsonschiavon@utfpr.edu.br](mailto:gilsonschiavon@utfpr.edu.br)

#### **Eduardo Giometti Bertogna**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2271-814X>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.  
E-mail: [ebertogna@gmail.com](mailto:ebertogna@gmail.com)

---

### ABSTRACT

The ISO 17025 standard from 2017 aims to ensure the quality of services and results obtained through laboratory equipments. The standard guarantees that equipment testing, calibration, and maintenance are carried out according to internationally accepted quality standards, which ensures greater efficiency, lower costs, and conveys more trust to clients. In this work, it is presented the development of an application to manage the calibration of equipment in a company, along with a critical analysis of certificates. This application was developed for Android and iOS using the Flutterflow tool, and all the information regarding the equipment is securely and efficiently stored in a Firebase Firestore database. The application also supports the use of NFC tags integrated with the equipment to facilitate access to information in hard-to-reach environments. The solution is already in operation in two companies and has shown great potential for use in other companies for equipment calibration management.

**Keywords:** Calibration; Flutterflow; Technologies; NFC Tools.

---

## RESUMO

A norma ISO 17025 de 2017 visa garantir a qualidades dos serviços e resultados dos equipamentos de laboratório, a norma assegura que os testes dos equipamentos, calibração e manutenções sejam realizadas de acordo com padrões de qualidades internacionalmente aceitos, o que assegura maior eficiência, menores custos e transmite mais confiança nos clientes. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo que realiza o gerenciamento da calibração dos equipamentos de uma empresa, juntamente com sua análise crítica de certificados. Este aplicativo foi desenvolvido para Android e IOS com a ferramenta Flutterflow, e o armazenamento de todas essas informações dos equipamentos, realizada de maneira segura e eficiente em um banco de dados Firestore do Firebase. O aplicativo também suporta a utilização de etiquetas NFC integradas aos equipamentos para facilitar o acesso às informações em ambientes de difícil acesso. A solução já se encontra em operação em duas empresas e tem demonstrado grande potencial de uso em outras empresas para o gerenciamento de calibração de equipamentos.

**Palavras-chave:** Calibração; Flutterflow; Tecnologias; NFC Tools

---

## INTRODUÇÃO

Com o crescimento das indústrias e a competitividade entre elas, ficaram cada vez mais rígidos e exigentes os processos de obtenção de certificações de qualidade que atendam aos padrões nacionais e internacionais contidos na norma ISO/IEC17025 (ISO/IEC 17025, 2017), garantindo assim a satisfação dos clientes.

Uma vez que as manutenções e calibrações dos equipamentos de medição destas indústrias se tornaram obrigatórios e indispensáveis pelas normas vigentes, se torna necessário dar importância e a devida atenção para que estes equipamentos estejam em conformidade com estas normas. Sendo assim, um aplicativo para realizar a gestão das manutenções e calibrações desses equipamentos foi desenvolvido como uma ferramenta de grande valia para facilitar neste processo (Grochau, 2011).

Se todos os equipamentos de uma empresa forem cadastrados em um aplicativo de gestão, seja esta empresa um hospital ou uma indústria, os aplicativos farão o gerenciamento de maneira eficiente, estabelecendo prazos bem definidos e guardando todas as informações necessárias, juntamente com sua documentação digital, tudo isso de maneira fácil e objetiva.

O propósito deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um App para auxiliar na gestão de manutenção/calibração e análise crítica de certificados de calibração, que seja fácil de utilizar, seguro e eficiente. Esse App também conta com uma extensão para utilizar tags NFC (Near Field Communication), uma tecnologia que tem crescido muito no mercado nos últimos anos, uma vez que as atuais etiquetas adesivas são vulneráveis a temperaturas extremas, descolamentos, desvanecimento da tinta com as informações escritas, dentre outros, enquanto as tags NFC, por outro lado,

além de suportar temperaturas extremas, não descolam do equipamento, já que podem ficar na parte interior dos equipamentos. As tags NFC podem guardar as informações e o histórico do equipamento através da interação com o App, o que traz inúmeras vantagens para o usuário e tem um bom custo-benefício para a sua aplicação prática.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### NORMA NBR 17025

A norma ISO/IEC 17025 estabelece os requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, sendo aplicável a todos os laboratórios, independentemente do tamanho ou escopo. Ela abrange dois tipos principais de requisitos: (i) requisitos de gestão, e (ii) requisitos técnicos. Os requisitos de gestão exigem a implementação de um sistema de gestão da qualidade, incluindo controle de documentos, auditorias internas, gestão de não conformidades e ações corretivas. Já os requisitos técnicos focam na competência do pessoal, métodos de ensaio e calibração, controle de equipamentos, rastreabilidade das medições e condições ambientais. A norma também destaca a importância da validação de métodos, gestão de incertezas e participação em programas de ensaios de proficiência para garantir a qualidade dos resultados. A certificação ISO/IEC 17025 é essencial para laboratórios que desejam demonstrar competência técnica e garantir a confiabilidade de seus resultados (ISO/IEC 17025, 2017).

### NORMA NBR 10012

A norma ISO 10012 orienta a implementação de um sistema de gestão da medição, garantindo a confiabilidade e rastreabilidade dos processos de medição nas organizações. Ela foca na gestão adequada dos instrumentos e processos de medição, incluindo: (i) calibração, (ii) verificação, e (iii) controle de incertezas. A norma é aplicável a qualquer organização que utilize medições, ajudando a melhorar a qualidade dos produtos e serviços e a cumprir requisitos regulatórios. A ISO 10012 complementa outras normas de gestão da qualidade, como a ISO 9001, promovendo maior confiança nos resultados obtidos (ABNT, 2014).

### FLUTTERFLOW

A plataforma de desenvolvimento de Apps FlutterFlow é caracterizada por ser uma ferramenta tipo low-code, com desenvolvimento na forma gráfica e visual, o que facilita a criação de aplicativos móveis e web por meio de uma interface intuitiva que

dispensa a necessidade de codificação manual. Baseado na linguagem Flutter do Google, o FlutterFlow permite a construção de Apps multiplataforma, com desenvolvimento das interfaces de usuário (UI), definição da lógica de aplicação e integração de serviços externos de forma gráfica e em um ambiente unificado. A plataforma gera automaticamente o código em Flutter durante o processo de desenvolvimento, possibilitando a customização e a exportação para refinamentos adicionais. Essa ferramenta é particularmente vantajosa para desenvolvedores de startups, uma vez que o ciclo de desenvolvimento de aplicativos se torna mais rápido, sem, no entanto, comprometer a qualidade ou a funcionalidade do produto final.

## **FIREBASE**

Firebase é uma plataforma também desenvolvida pelo Google, que facilita o desenvolvimento de aplicativos móveis e web, com suporte nativo para múltiplas plataformas, incluindo Android, iOS e web. O Firebase oferece um conjunto abrangente de ferramentas e serviços, tais como: Firebase Authentication, destinado à interação dinâmica e autenticação de usuários; Cloud Messaging, destinado ao envio de notificações aos usuários; e os serviços mais destacados, que são aqueles para hospedagem de arquivos, ou bancos de dados: o Realtime Database, e o Firestore, ambos proporcionando armazenamento e sincronização de dados em tempo real, permitindo a interação simultânea entre múltiplos usuários. Além disso, Firebase inclui, envio de notificações push, e o serviço Analytics, para monitoramento de desempenho, integrando esses componentes de maneira coesa. Essa integração permite que os desenvolvedores se concentrem no desenvolvimento de funcionalidades centrais, minimizando a necessidade de gerenciamento de infraestrutura. Firebase é amplamente adotado para o desenvolvimento de aplicativos escaláveis e de alto desempenho.

## **APLICATIVO NFC TOOLS**

O NFC Tools é um aplicativo móvel projetado para dispositivos Android, focado na gestão avançada de tags NFC. Esta ferramenta oferece funcionalidades robustas que permitem aos usuários interagirem de maneira eficiente e personalizada com tags NFC. Entre as principais possibilidades oferecidas pelo NFC Tools estão: a leitura e escrita de uma variedade de dados em tags NFC, como URLs, textos e comandos específicos. Além disso, este aplicativo possibilita a criação de tarefas automatizadas, onde ações configuráveis são desencadeadas ao toque em tags NFC

específicas, contribuindo para automação personalizada de dispositivos (Gutiérrez, 2015).

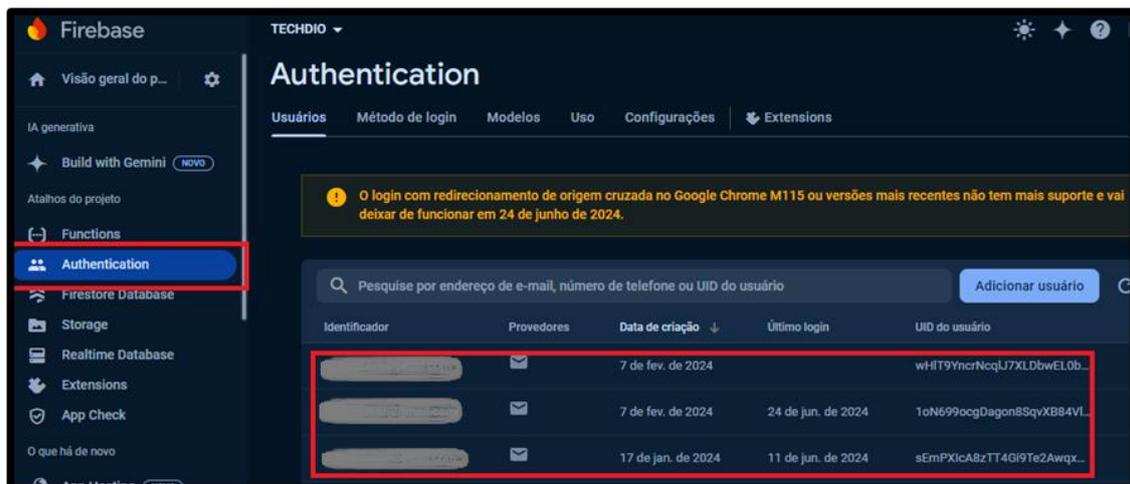
## METODOLOGIA

### AUTENTICAÇÃO DE USUÁRIO

No processo de cadastros dos clientes através do App, é necessário assegurar que as informações fornecidas do cliente sejam armazenadas de forma segura e eficiente pelo App. O Firebase, através do seu banco de dados Firestore, oferece integração nativa no FlutterFlow, funcionando no armazenamento destas informações de cadastro de usuários e de equipamentos, facilitando muito o desenvolvimento do App.

Na Figura 1 é possível observar a janela do ambiente Firebase, onde alguns clientes já foram cadastrados no banco de dados Firestore, clientes estes, que serão abordados mais adiante como exemplos de aplicação do sistema desenvolvido.

**Figura 1:** Autenticação de usuários no banco de dados Firestore do Firebase.



Fonte: Autoria própria (2024).

Nesta opção “Authentication”, do Firestore, é possível verificar que existem 3 usuários já criados (borrados na figura por questões de segurança), os dois primeiros sendo clientes que já estão fazendo uso do App desenvolvido, e o terceiro sendo o domínio principal, utilizado para o desenvolvimento da ferramenta.

### DESENVOLVIMENTO DO APP NO FLUTTERFLOW

Uma vez criado o banco de dados e sua autenticação, foi desenvolvido o App no FlutterFlow, e depois de finalizado, disponibilizado para os usuários em um arquivo

no formato apk, para Android, junto com o um e-mail que será o Login do usuário, e uma senha de acesso para o aplicativo.

Este App, após ter sido instalado num dispositivo Android, aparecerá na tela do celular do cliente o ícone de acesso a ele, com o nome TECHDIO, como mostra a Figura 2, no caso aparecendo no canto superior esquerdo da tela de um celular.

**Figura 2:** APK do aplicativo.

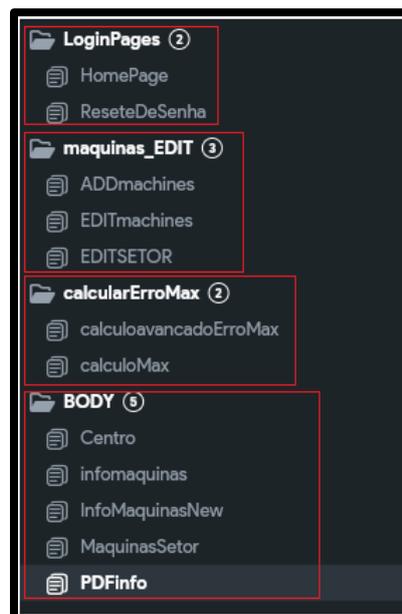


Fonte: Autoria própria (2024).

## ESTRUTURA DO APLICATIVO

Esse aplicativo foi desenvolvido e estruturado como mostra a Figura 3, na qual se observam 4 pastas, sendo a primeira: **LoginPages**, contendo 2 telas, a segunda: **maquinas\_EDIT**, contendo 3 telas, a terceira: **calcularErroMax**, contendo 2 telas, e por último: **BODY** contendo 5 telas, totalizando 10 telas.

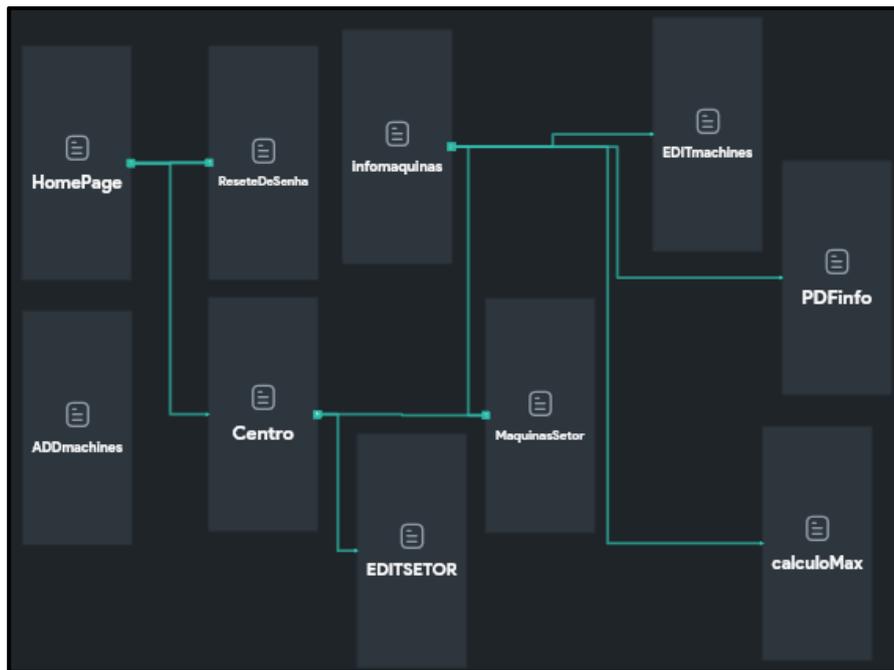
**Figura 3:** Estrutura do aplicativo.



Fonte: Autoria própria (2024).

As 10 telas apresentadas na Figura 3, ao final do desenvolvimento e dos testes práticos do App, se consolidaram como mostrado no Storyboard da Figura 4. Na Figura 4, pode-se visualizar o design geral e a navegação do usuário através do App, permitindo verificar todas as interações entre as telas, e como elas interagem entre si dentro do aplicativo, representadas pelas linhas em cor ciano que as interconectam.

**Figura 4:** Storyboard do App no FlutterFlow.



Fonte: Autoria própria (2024).

## INTERFACE COM TAGS NFC

Para implementar a tecnologia NFC no App, primeiramente foi necessário a aquisição das tags, como apresentada na Figura 5.

Estas tags NFC, do tipo 3, são coladas embaixo da etiqueta de calibração, que consta o número de certificado e a data de calibração, podendo também funcionar de maneira isolada. Uma vez colada no equipamento, a tag pode ser acessada pelo smartphone, com a interface disponível.

**Figura 5:** Tag utilizada na aplicação.



Fonte: Autoria própria (2024).

Através da tag NFC é possível vincular um endereço do equipamento via App, e para isto é utilizado o aplicativo NFC Tools. Esse aplicativo é encontrado na loja Google Play Store, além disto, o smartphone que será utilizado deve conter a tecnologia NFC incorporada.

Após ter o NFC Tools baixado e instalado no celular alvo, para se vincular um equipamento com NFC deve-se acessar a máquina cadastrada no sistema, e clicar no ícone do canto superior direito, como na mostrado Figura 6.

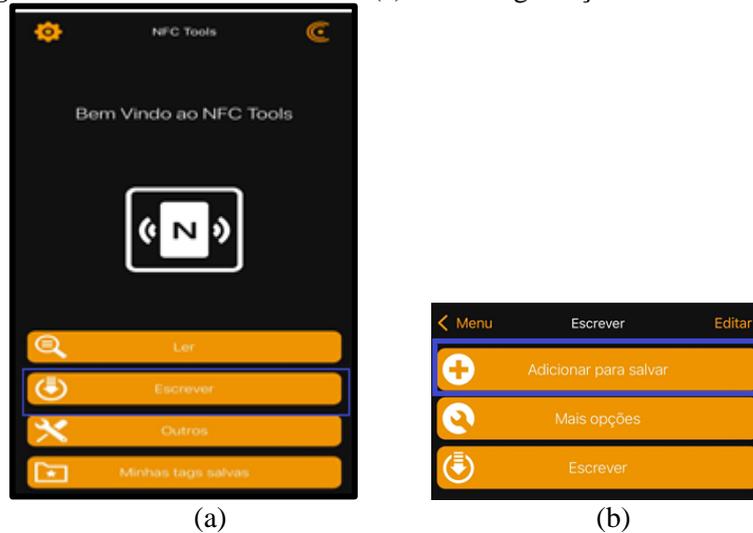
**Figura 6:** Link da máquina para o NFC



Fonte: Autoria própria (2024).

Na operação evocada pelo ícone mencionado, é gerado um link de acesso ao dispositivo, e uma vez copiado este link, deve-se abrir o NFC Tools e o vincular a uma tag, ou seja, esse link vai ser gravado na tag da máquina para que toda vez que for acessada, o App abrir diretamente nesta máquina.

Abrindo-se o aplicativo NFC Tools, sua tela inicial se mostra como na Figura 7(a). Uma vez tendo-se o link copiado, e com o dispositivo móvel em mãos, deve-se abrir o aplicativo e clicar na segunda opção mostrada: Escrever, que abrirá outra página como mostrado na Figura 7(b).

**Figura 7:** Tela inicial NFC Tools (a). Tela de gravação NFC Tools (b).

Fonte: Autoria própria (2024).

Nessa etapa, para realizar a gravação do link na tag deve-se clicar na primeira opção: “Adicionar para salvar”, que uma vez executada, abrirá a próxima página mostrada na Figura 8.

**Figura 8:** Tela de arquivos NFC Tools

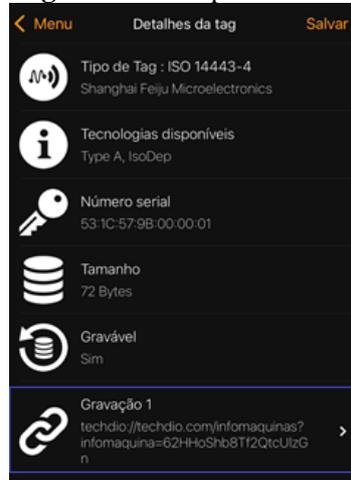
Fonte: Autoria própria (2024).

Nesta página e com o link copiado da máquina, deve-se agora, selecionar a segunda opção: URL/URI. O link da máquina deve ser colado nessa opção, uma vez que é por esse link que será acessado a máquina.

Feito isso e retornando para a tela anterior da Figura 8, e com o smartphone em mãos, direcionando-o na estrutura NFC da etiqueta, basta clicar na terceira opção “Escrever”, para salvar a informação na tag.

Voltando para a tela principal Figura 9 do aplicativo e clicando na opção “ler”, o dispositivo reconhece o link gravado na tag e o acesso ao aplicativo, o reconhecimento é demonstrado na Figura 9.

**Figura 9:** Teste prático NFC



Fonte: Autoria própria (2024)

Esse link de acesso escrito “Gravação 1” em destaque na Figura 9, faz com que o aplicativo permita o acesso direto a máquina vinculada a esse link, desde que tenha o APK aplicativo devidamente instalado, o procedimento funciona com êxito.

Apenas aproximando o NFC do smartphone na tag do equipamento, faz com que nele apareça uma confirmação e que ao clicar, abre a máquina no aplicativo na Tela “Infomaquinas”, podendo assim acessar todas as informações e baixar os documentos.

## RESULTADOS

O App desenvolvido se apresenta em funcionamento, de maneira eficiente, em 2 clientes onde foi disponibilizado, sem ocorrências de travamentos durante o seu uso, se mostrando seguro no armazenamento de dados, através de sua extensão para armazenamento de Certificados em PDF. O App tem sido uma ferramenta de grande valor para os clientes, facilitando muito o armazenamento de certificados com assinatura digital.

Com a possibilidade de utilização das tags NFC, estas etiquetas têm sido cada vez mais usadas na substituição de etiquetas adesivas. Atualmente elas têm sido utilizadas com sucesso em controladores de temperatura de câmaras de congelamento de um laticínio. O próximo passo a ser realizado dentro deste laticínio, é a implementação das tags NFC nos equipamentos do setor de pasteurização, como controladores, termômetros, manômetros e registradores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente momento, já existem dois clientes cadastrados e usando o sistema desenvolvido, em uma fábrica de ração e em um laboratório de análises de água. Pela sua eficiência a demanda tende a crescer nos próximos meses, já que tem se mostrado eficiente para os clientes em suas gestões de equipamentos.

Como a tecnologia NFC tem crescido muito nos últimos anos, e a sua implementação tem se tornando mais acessível, associada ao aplicativo desenvolvido, se torna uma ferramenta muito útil em aplicações onde etiquetas de papel e plástico não são viáveis.

A intenção é disponibilizar esse aplicativo para empresas para auxiliá-las em uma gestão de equipamentos eficiente de acordo com as normas vigentes, e implementá-lo de maneira que supra todas as necessidades.

## REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 10012-1:2004**: sistema de gestão de medição: Rio de Janeiro, 2014, 20p.

ALBERTO, M. **Flutter o que é e tudo sobre o framework**. Alura, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/Flutter>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CASTELO, M. Flutterflow – a revolução na criação de apps nocode. No code start up, 2023. Disponível em: <https://nocodestartup.io/Flutterflow/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

NGETELES. Manutenção corretiva, 2020. Disponível em: <https://engeteles.com.br/manutencao-corretiva>. Acesso em: 1 jun. 2024.

FIREBASE DEVELOPERS. Introduction to Firebase for developers. **YouTube**, 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Firebase-intro>. Acesso em: 27 mai. 2024.

FLUTTER. Desenvolva apps bonitos e nativos para Android e iOS. Disponível em: <https://Flutter.dev>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FLUTTERFLOW. **Flutterflow documentation**. Disponível em: <https://docs.Flutterflow.io/>. Acesso em: 27 mai. 2024

GROCHAU, I. H. **Implementação de sistema de gestão de qualidade em laboratório de ensaio de instituição de ensino e pesquisa**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GUTIÉRREZ, J. (2015). A review of near field communication applied to mobile tourism and mobile payments. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**, 10(2), 63-80.

ISO/IEC 17025:2017. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Disponível em: <https://www.i9ce.com.br/iso-17025/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

KAWAY, F. **Autenticação de dispositivos móveis usando NFC**. 2016, Programa de pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto 2016.

KROGH, Peter. **Firestore: building powerful mobile apps**. San Francisco: Packet Publishing, 2018.

MULLIGAN, Z. **Introducing Flutterflow; build Flutter apps visually with ease**. Disponível em: <https://medium.com/flutterdevs/introducing-flutterflow-build-flutter-apps-visually-with-ease-7d9c1e38d4f7>. Acesso em: 27 mai. 2024.

SOUZA, A. L. O que é Firebase? Para que serve, principais características e um guia dessa ferramenta google. **Alura**, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/Firebase>. Acesso em: 15 mai. 2024