



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS
CÂMPUS COLEMAR NATAL E SILVA
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO UTILIZANDO
RFID PARA UMA BIBLIOTECA**

RAPHAEL MARQUES RODRIGUES
THIAGO ALVES DA COSTA

GOIÂNIA
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): **Raphael Marques Rodrigues** e de **Thiago Alves da Costa**

Título do trabalho: **Sistema de controle de acesso utilizando RFID para uma biblioteca**

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [x] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Karina Rocha Gomes Da Silva, Professor do Magistério Superior**, em 05/02/2024, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raphael Marques Rodrigues, Discente**, em 05/02/2024, às 16:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Alves Da Costa, Discente**, em 05/02/2024, às 16:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4321723** e o código CRC **8F5B65B4**.

Referência: Processo nº 23070.055050/2023-09

SEI nº 4321723

RAPHAEL MARQUES RODRIGUES
THIAGO ALVES DA COSTA

**SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO UTILIZANDO
RFID PARA UMA BIBLIOTECA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Computação da
Universidade Federal de Goiás / Regional
Goiânia como requisito parcial para aprovação
na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso
2.

Orientador:
Prof. Dr. Karina Rocha Gomes da Silva

Coorientador:
Prof. Dr. Alisson Assis Cardoso

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Rodrigues, Raphael Marques
SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO UTILIZANDO RFID
PARA UMA BIBLIOTECA [manuscrito] / Raphael Marques
Rodrigues, Thiago alves da Costa. - 2024.
LIII, 53 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Karina Rocha Gomes da Silva; co orientador Dr. Alisson Assis Cardoso.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, , Engenharia da Computação, Goiânia, 2024.
Bibliografia.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Automação. 2. Tecnologia. 3. RFID. 4. Biblioteca. 5. Django. I. Costa, Thiago alves da. II. Silva, Karina Rocha Gomes da, orient. III. Cardoso, Alisson Assis, co-orient. IV. Título.

CDU 004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) **5** dia(s) do mês de **fevereiro** do ano de **2024** iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “**Sistema de controle de acesso utilizando RFID para uma biblioteca**”, de autoria de **Raphael Marques Rodrigues** e de **Thiago Alves da Costa**, do curso de Engenharia de Computação, do(a) Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação (EMC) da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Profa. Dr. Karina Rocha Gomes com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Prof. Dr. Fernando Ferreira de Melo e do Prof. Dr. José Wilson Lima Nerys. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de **10,0**, tendo sido o TCC considerado **aprovado**.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Karina Rocha Gomes Da Silva**, **Professor do Magistério Superior**, em 05/02/2024, às 16:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Ferreira De Melo**, **Coordenador de Curso**, em 05/02/2024, às 16:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Wilson Lima Nerys**, **Professor do Magistério Superior**, em 05/02/2024, às 16:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4321726** e o código CRC **E2C206FC**.

AGRADECIMENTOS

Queria primeiramente agradecer a Deus pela oportunidade nos dada de ter passado por todo este processo de aprendizado e estar concluindo o projeto de TCC, a minha família que sempre esteve ao meu lado me ajudando todos os dias a continuar e a não desistir mesmo com todas as dificuldades encontradas, aos meus colegas e amigos que estiveram sempre dispostos a ajudar em algumas tomadas de decisão importantes ao longo deste processo.

Aos professores Alisson Assis Cardoso e Karina Rocha Gomes da Silva, temos nossos agradecimentos por todas as orientações que foram passadas durante esse período, mostrando-se prestativos e sempre dispostos a ajudar, nos aconselhando e orientando também em relação aos prazos de entrega e agendamento de datas, o que foi crucial para a entrega do projeto.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos também aos membros da banca examinadora, Professor Fernando Ferreira de Melo e Professor José Wilson Lima Nerys, por aceitarem participar deste trabalho e contribuírem com seus conhecimentos e experiências.

SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO UTILIZANDO RFID PARA UMA BIBLIOTECA

Raphael Marques Rodrigues
Thiago Alves da Costa
Prof. Dr. Alisson Assis Cardoso
Prof. Dr. Karina Rocha Gomes da Silva

Resumo: Na era tecnológica atual, as empresas tem buscado se adequar ao avanço da indústria 4.0, que vem inovando a forma de produção no mercado. Empresas estão passando por uma transformação significativa devido à implementação inovadora do RFID. As bibliotecas não devem ficar para trás, nunca será supérfluo um sistema informático que ajude os utilizadores a terem uma experiência cômoda e rápida na hora de solicitar livros para empréstimo. Este estudo teve como objetivo desenvolver um protótipo de um sistema de informação funcional que permita gerenciar os processos de uma biblioteca, e assim atender às demandas do serviço, que incluem o registro de livros, usuários, empréstimos, entre outros. Ele se dá com o objetivo de aproveitar os benefícios oferecidos pela tecnologia, além de seu uso oportuno e adequado como facilitador dos processos internos. Por isso, um sistema de informação proposto de acordo com as necessidades de uma biblioteca é uma opção plausível e eficiente para apoiar as tarefas de gestão administrativa de um sistema bibliotecário. Este trabalho apresenta um sistema de informação cuja principal função é auxiliar no empréstimo de livros e controle de acessos de uma biblioteca. Desenvolveu-se um sistema que ajudará as tarefas realizadas pelos funcionários da biblioteca a serem realizadas com mais eficiência. Para isso, o método utilizado consistiu no levantamento de dados, na análise e comparação das técnicas disponíveis no mercado, onde foi constatado a eficiência da tecnologia RFID em comparação as concorrentes.

Palavras-chave: Automação. Tecnologia. RFID. Biblioteca.

ACCESS CONTROL SYSTEM USING RFID FOR A LIBRARY

Raphael Marques Rodrigues
Thiago Alves da Costa
Prof. Dr. Alisson Assis Cardoso
Prof. Dr. Karina Rocha Gomes da Silva

Abstract: In the current technological era, companies have sought to adapt to the advancement of industry 4.0, which has been innovating the way of production in the market. Companies are undergoing significant transformation due to the innovative implementation of RFID. Libraries should not be left behind, a computer system that helps users have a comfortable and quick experience when requesting books to borrow will never be superfluous. This study aimed to develop a prototype of a functional information system that allows managing the processes of a library, and thus meeting the demands of the service, which include the registration of books, users, loans, among others. It aims to take advantage of the benefits offered by technology, in addition to its timely and appropriate use as a facilitator of internal processes. Therefore, an information system proposed according to the needs of a library is a plausible and efficient option to support the administrative management tasks of a library system. This work presents an information system whose main function is to assist in book lending and access control in a library. A system has been developed that will help tasks carried out by library staff to be carried out more efficiently. For this, the method used consisted of data collection, analysis and comparison of technologies available on the market, where the efficiency of RFID technology was verified in comparison to competitors.

Keywords: Automation. Technology. RFID. Library.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Fluxo MTV do Django.....	13
Figura 02: Distribuição de mensagens suportados pelo protocolo MQTT.....	17
Figura 03: Diagrama de funcionamento de um sistema RFID.....	19
Figura 04: MIFARE classic 1k em modelo cartão e modelo chaveiro.....	20
Figura 05: Leitor RFID MFRC522.....	21
Figura 06: MICROCONTROLADOR ESP32 DEVKIT V1.....	22
Figura 07: SQLite com outros bancos tradicionais.....	25
Figura 08: Fluxograma do projeto.....	29
Figura 09: Conexão do Protótipo.....	30
Figura 10: Tela de cadastro do usuário.....	34
Figura 11: Tela de login do usuário.....	35
Figura 12: Tela de login do admin.....	35
Figura 13: Página inicial do usuário.....	36
Figura 14: Detalhes do livro.....	37
Figura 15: Histórico do livro.....	37
Figura 16: Tela de contato.....	37
Figura 17: Empréstimos atuais.....	38
Figura 18: Empréstimos finalizados.....	38
Figura 19: Tela de opções.....	39
Figura 20: Tela aproxime o cartão.....	40
Figura 21: Tela aproxime o livro.....	40
Figura 22: Tela administrador.....	41
Figura 23: Tela cadastro usuário.....	41
Figura 24: Tela adicionar livro.....	42
Figura 25: Tela modificar livro.....	43
Figura 26: TAGS de RFID inseridas nos livros.....	44
Figura 27: TAGS de RFID dos usuários.....	45
Figura 28: Bancada de validação.....	46
Figura 29: Conectando a WIFI.....	46
Figura 30: WIFI conectado.....	47
Figura 31: Status OFF.....	48
Figura 32: Status READY.....	48
Figura 33: Leitura Tag livro.....	49
Figura 34: Leitura Tag cartão.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Relação dos materiais utilizados na construção do protótipo	27
Tabela 02: Comparação entre RFID e Código de Barras.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	10
2.2 AUTOMAÇÃO	11
2.3 DJANGO E PYTHON.....	12
2.4 JAVASCRIPT.....	14
2.5 HTML.....	15
2.6 CSS.....	16
2.7 PROTOCOLO MQTT.....	17
2.8 LEITOR DE RFID	18
2.9 MICROCONTROLADOR ESP32	22
2.10 BANCO DE DADOS	23
2.10.1 Banco de dados SQLite	24
3 MATERIAL E MÉTODO	26
3.1 ELABORAÇÃO DO PROTÓTIPO	27
3.2 TESTES REALIZADOS	31
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	32
4.1 LEVANTAMENTOS DE REQUISITOS FUNCIONAIS PARA DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES DO PROTÓTIPO DO SISTEMA GERENCIADOR DE BIBLIOTECAS	32
4.1.1 Comparação com a tecnologia do modelo atual	33
4.2 PROJETO DA ARQUITETURA DE SOFTWARE PARA A DETERMINAÇÃO DO ESQUEMA DA APLICAÇÃO.....	34
4.2.1 Interface do sistema criado em Django	34
4.3 PROJETO DA ARQUITETURA DE HARDWARE PARA A DETERMINAÇÃO DO ESQUEMA DA APLICAÇÃO.....	44
4.3.1 Montagem do protótipo	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

Uma biblioteca é uma coleção organizada de recursos de informação acessíveis a uma comunidade definida para referência ou empréstimo; fornece acesso físico ou digital aos materiais e pode ser um edifício físico ou sala, ou um espaço virtual (VIEIRA, 2014).

Portanto, conforme entendem Estabel et al. (2014), uma biblioteca é uma instituição de aquisição de conhecimento e aprendizagem; fornece serviços inestimáveis aos usuários, ao servidor de informações e à comunidade local em geral.

Por outro lado, tal como atestam Martínez-Ávila et al. (2020), o uso generalizado das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) marcou uma mudança significativa na sociedade no que diz respeito à informação; e que as novas possibilidades de acesso, armazenamento e uso da informação motivaram a conscientização de seu valor como recurso. As bibliotecas, gestores tradicionais de recursos de informação, utilizam as TIC para gerir de forma mais eficiente os recursos de informação tradicionais.

Assim, os investimentos em capital intelectual, conhecimento e informação tornaram-se geradores de riqueza que fazem da biblioteca uma ferramenta vital, pois são repositórios de recursos de referência, repletos de livros e outras fontes de informação que escondem (VIEIRA, 2014).

As bibliotecas, como instituições fundamentais para o acesso à informação e disseminação do conhecimento, têm passado por transformações significativas na era da tecnologia. A ascensão da Indústria 4.0 tem redefinido a forma como diversos setores operam (B. P. Santos, 2018), e as bibliotecas não podem ficar alheias a esse cenário de inovação. Nesse contexto, a implementação da tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID) emerge como uma solução estratégica para otimizar processos, proporcionando eficiência e comodidade aos usuários (Santos, 2022).

Este trabalho visa desenvolver um protótipo de sistema de informação funcional que integre a tecnologia RFID no ambiente bibliotecário. A proposta busca atender às demandas do serviço, abrangendo desde o registro de livros e usuários até a gestão de empréstimos. A escolha pela tecnologia RFID é embasada em sua eficiência, oportunidade de uso e capacidade de facilitar os processos internos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Um sistema de informação (SI) é denominado um conjunto de dados e elementos que interagem entre si e que têm uma finalidade específica que, em geral, tem a ver com a satisfação de uma necessidade. Por exemplo: Gerenciando o banco de dados de uma biblioteca. Seu principal objetivo é a obtenção de determinada informação que posteriormente é utilizada para tomar decisões ou prever comportamentos ou fenômenos (LAUDON; LAUDON, 2014).

As principais características de um sistema de informação são, de acordo com O'Brien e Marakas (2013): é usado para coletar, armazenar e incorporar dados; pode ser um sistema formal, quando se utiliza meios informáticos ou estruturas sólidas para atingir a meta ou objetivo; armazena informações qualitativas (informações não numéricas) e quantitativas (variáveis numéricas); é composto de dados que são inseridos manualmente ou automaticamente para criar um banco de dados; usa pesquisas, questionários, observações de campo, censos ou pesquisas para coletar dados; deve ser avaliado e medido para ser atualizado ou para corrigir possíveis erros; deve ser seguro para evitar que as informações coletadas sejam perdidas ou roubadas; e requer algum tipo de feedback, ou seja, a informação sai do sistema e entra novamente com maior elaboração ou com mais informação.

Todo sistema de informação possui determinados processos internos essenciais. Estes são: 1) Coleta de dados: processo no qual são reunidos todos os dados disponíveis e necessários, o que pode ser feito manualmente ou por meio de tecnologias como *scanners* ou códigos de barras; 2) Armazenamento de dados: processo no qual os dados são classificados e armazenados, podendo ocorrer em meio físico ou digital; 3) Processamento de dados: processo no qual os dados são relacionados e transformados em informações disponíveis para uso; e 4) Distribuição de informações: processo no qual a informação é utilizada para um propósito específico, como a tomada de decisões ou o estabelecimento de objetivos (STAIR; REYNOLDS, George, 2015).

Existem alguns elementos essenciais para realizar um sistema de informação. Estes são geralmente: recursos humanos, dados e tecnologia. Os recursos humanos são as pessoas responsáveis por coletar e organizar as informações. Em muitos casos, também se encarregam de carregar os dados tanto em suportes materiais como em software ou plataformas virtuais. Os dados são aquelas variáveis qualitativas ou quantitativas sobre fatos ou fenômenos os

quais, depois de processados, se tornam informações que a empresa ou organização usa. Por fim, a tecnologia constitui as plataformas ou softwares utilizados para armazenar e processar os dados (LAUDON; LAUDON, 2014).

2.2 AUTOMAÇÃO

A automação consiste em usar a tecnologia para realizar tarefas quase sem a necessidade de pessoas. Pode ser implementada em qualquer setor em que sejam realizadas tarefas repetitivas. No entanto, é mais comum naqueles relacionados à manufatura, robótica e automóveis, bem como no mundo da tecnologia: em softwares de decisão de negócios e sistemas de Tecnologia da Informação (TI) (TURBAN, 201E).

No caso da automação de TI, também chamada de automação de infraestrutura, trata-se do uso de sistemas de software para criar instruções e processos repetíveis que substituem ou reduzem a interação humana com os sistemas de TI. O software de automação funciona dentro dos limites dessas instruções, ferramentas e estruturas para executar tarefas com pouca ou nenhuma intervenção humana (BATISTA, 2012).

Esse processo é fundamental tanto para a otimização de TI quanto para a transformação digital. Ambientes de TI, moderno e dinâmico precisam se adaptar mais rápido do que nunca, e a automação de TI é essencial para se conseguir isso.

Tal como ressalta Turban (2013), em teoria, qualquer tarefa de TI poderia ser automatizada de alguma forma. Portanto, a automação pode ser incorporada e aplicada a qualquer coisa, como automação de rede, infraestrutura, preparação para a nuvem, ambientes operacionais padrão e até mesmo implantação de aplicativos e gerenciamento de configuração.

Ao se implantar abordagem abrangente para automação de TI, as equipes de colaboradores não precisarão mais lidar com processos manuais repetitivos. Elas serão mais produtivas, reduzirão erros, melhorarão a colaboração e gastarão mais tempo nas tarefas mais importantes e complexas (BATISTA, 2012).

A implementação de automação de TI em uma organização deve iniciar com uma preparação, a qual abrange tarefas complexas, seja em servidores dedicados ou na nuvem privada, híbrida ou pública. Para executar sistemas de negócios, é necessária uma infraestrutura configurada. Racks, caixas e cabos de *data center* antigos terão que ser amplamente substituídos por recursos virtualizados, desde *data centers*, redes e armazenamento definidos por software até máquinas virtuais (TURBAN, 2013).

Nos dias atuais, segundo explica Batista (2012), a maior parte do trabalho da área de TI de uma organização é baseada em sistemas de software, cuja adoção aumentou as possibilidades e adaptabilidade. Por sua vez, garante e exige a codificação dos processos. Isso permite que se atenda às demandas da empresa, levando em consideração as restrições de custo e tempo.

É aí que entra a automação. Não há mais a necessidade de se perder tempo configurando esses ambientes manualmente. A codificação, que oferece a infraestrutura como código, fornece modelos que devem ser seguidos para realizar esse processo. Então, se impõe a necessidade de implantação de sistemas no *data center* usando tecnologias de automação que funcionam com a infraestrutura e ferramentas de gerenciamento (BATISTA, 2012).

2.3 DJANGO E PYTHON

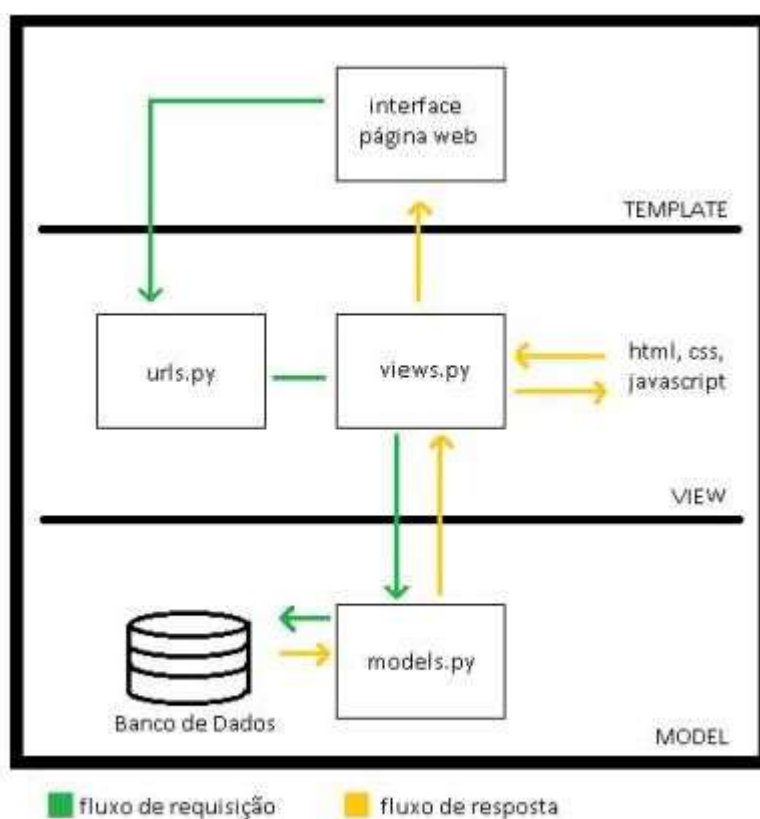
Python é uma linguagem de alto nível, interpretada, de tipagem forte e dinâmica, desenvolvida na década de 80 por Guido van Rossum no Instituto de Pesquisa Nacional para Matemática e Ciência da Computação (CWI), na Holanda. O propósito geral do seu desenvolvimento foi facilitar a programação sem que o programador se preocupasse com o hardware. Tornou-se uma linguagem simples e muito poderosa, utilizada principalmente em áreas como Data Science, Data Analytics, Inteligência Artificial, Deep Learning, Desenvolvimento Web e aplicações de forma geral. Além disso, possui diversas bibliotecas que permitem o reúso de funcionalidades no desenvolvimento de software. Até o presente momento, são 246.267 bibliotecas disponíveis [Foundation 2020b].

Python se propõe a trazer mais comodidade na hora de programar, por isso, diferentemente das demais linguagens, utiliza poucas palavras, o que implica em menos código. Quando começamos a programar em Python, aprendemos que a indentação é primordial, temos que ter um código organizado e limpo para funcionar, assim temos menos erros (SANTIAGO, 2020).

O Django é um framework para criação de aplicações Web escrito em Python, criado em 2005 por um grupo de programadores do Lawrence Journal-World com a intenção de tornar mais rápido o desenvolvimento de aplicações Web. Este framework tornou-se conhecido por fornecer soluções para grande parte dos problemas tradicionais em desenvolvimentos Web, possuindo dezenas de tarefas comuns já prontas para serem reutilizadas, como por exemplo autenticação de usuário, administração de conteúdo, mapas de site, entre outras.

Django também ajuda a evitar erros de segurança comuns e proporciona escalabilidade aos sistemas, ou seja, consegue oferecer capacidade de expansão de um sistema sem perda do seu desempenho, como é o que acontece por exemplo com Mozilla Firefox, Pinterest e Instagram. Muitas empresas escolhem o Django por sua extrema versatilidade, sendo ele utilizado para criação de sistemas que vão desde gerenciamento de conteúdo até plataformas científicas.

Figura 01 – Fluxo MTV do Django



Fonte: Santiago (2020).

O Django utiliza a estrutura MTV (Model-Template-View), onde o framework gerencia a maior parte da comunicação entre requisições HTTP. Quando é criado um projeto em Django temos um diretório inicial de pastas e arquivos, onde estão os arquivos *models.py*, *views.py* e *urls.py*, responsáveis pelo fluxo MTV. Maiores detalhes sobre a instalação do Django podem ser vistos em [Foundation 2020a]. A seguir, explicaremos as camadas MTV e o funcionamento do fluxo entre elas:

- Model: Django já vem com uma solução para mapeamento objeto-relacional (ORM, do inglês Object-Relational Mapping) no qual o esquema do banco de dados é descrito em código Python [Foundation 2020a]. Neste caso, abstrações em Python podem ser usadas para criar consultas complexas sem que seja necessário realizar ações diretas no banco.

- Template: Esta é a camada de apresentação, onde as informações são visualizadas pelos usuários. Um template consiste de partes estáticas do arquivo HTML de saída e de partes com uma sintaxe especial que descrevem como o conteúdo dinâmico será apresentado. O Django tem um caminho de pesquisa para templates, o qual permite minimizar a redundância entre eles. Geralmente, uma view recupera dados de acordo com os parâmetros de pesquisa, carrega um template e o renderiza com os dados recuperados [Foundation 2020a].

- View: As views recebem a informação e o tipo da requisição (“POST” ou “GET”) do lado do cliente e, em seguida, formatam os dados para que sejam armazenados no banco através dos models da camada Model. As views também se comunicam via models com o banco para recuperar dados que são transferidos posteriormente aos templates, para a visualização do usuário. Cada view é responsável por fazer uma entre duas coisas: devolver um objeto `HTTPResponse` contendo o conteúdo para a página requisitada ou levantar uma exceção como `Http404` [Foundation 2020a].

2.4 JAVASCRIPT

JavaScript é uma linguagem de programação ou *script* que permite implementar funções complexas em páginas da web, toda vez que uma página precisa fazer mais do que apenas exibir informações estáticas, mas exibir atualizações de conteúdo oportunas, mapas interativos, animação gráfica 2D/3D, rolagem de player de vídeo etc. É a terceira camada de tecnologias web padrão, duas das quais (HTML e CSS) (MUELLER, 2016).

JavaScript é a única linguagem de programação que funciona de forma nativa em navegadores (linguagem interpretada sem a necessidade de compilação). Portanto, é usado como complemento ao HTML e CSS para criar páginas da web.

Nos dias atuais, JavaScript é a linguagem mais popular. De fato, há anos foi criada uma versão que também pode ser executada no lado do servidor. Portanto, agora o JavaScript está sendo executado em navegadores e servidores, criando uma vasta comunidade de desenvolvedores quase *full-stack* em torno dele. O JavaScript do lado do servidor compete em igualdade de condições com o PHP, por exemplo (BIFFI, 2018).

De acordo com Iepsen (2022), o núcleo da linguagem JavaScript do lado do cliente consiste em alguns recursos de programação comuns que permitem ações como:

- 1) Armazenamento de valores úteis dentro de variáveis.
- 2) Operações em pedaços de texto (conhecidos em programação como “*strings*”).
- 3) Executa código em resposta a determinados eventos que ocorrem em uma página da web.

2.5 HTML

HTML (*Hyper Text Markup Language*) é o componente mais básico da Web (*World Wide Web*) que define o significado e a estrutura do conteúdo da web. Além do HTML, outras tecnologias geralmente são usadas para descrever a aparência/apresentação de uma página da Web (CSS) ou a funcionalidade/comportamento (JavaScript) (SILVA, 2015).

Hipertexto refere-se aos links que conectam páginas da Web entre si, seja dentro de um único site ou entre sites. Os links são um aspecto fundamental da Web. Ao enviar conteúdo para a Internet e vinculá-lo a páginas criadas por outras pessoas, o usuário se torna um participante ativo na World Wide Web (MUELLER, 2016).

Essa linguagem foi desenvolvida pela Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (CERN), em 1945, com o objetivo de desenvolver um sistema de armazenamento em que as coisas não se perdessem, que pudesse ser conectado por meio de hiperlinks. Primeiro foi criado um dispositivo chamado “memex”, que foi considerado um suplemento de memória. Posteriormente, Douglas Engelbart projetou um ambiente de trabalho computacional que receberia o nome de *oNLine System*, que possuía um catálogo para facilitar a tarefa de busca dentro da mesma organização (FREEMAN; ROBSON, 2015).

Somente em 1965, Ted Nelson cunhou o termo hiperlink, concebendo uma estrutura que se conectava eletronicamente e que mais tarde permitiria a criação da *World Wide Web* (1989), um sistema de hipertexto por meio do qual era possível compartilhar uma variedade de informações usando o Internet (usada para comunicação entre pesquisadores nucleares que faziam parte do CERN) (MUELLER, 2016). Conforme explica Silva (2015), um elemento HTML é diferenciado de outro texto em um documento por “*tags*”, que consistem no nome do elemento entre “<” e “>”. O nome de um elemento dentro de uma *tag* não diferencia maiúsculas de minúsculas. Ou seja, pode ser escrito em maiúsculas, minúsculas ou uma mistura. Por exemplo, a tag <title> pode ser escrita como <Title>, <TITLE> ou de qualquer outra forma.

Por outro lado, deve-se notar que o HTML permite determinados códigos conhecidos como *scripts*, que fornecem instruções específicas aos navegadores responsáveis pelo processamento da linguagem. Dentre os scripts que podem ser adicionados, os mais conhecidos e utilizados são JavaScript e PHP (FREEMAN; ROBSON, 2015).

2.6 CSS

Durante sua evolução, a linguagem HTML permitiu certo grau de customização. Desde colocar um texto em negrito, mudar sua cor ou alinhar uma fotografia, era feito quase manualmente, acrescentando-se comentários linha por linha que ajudavam a personalizá-lo. Isso tornou qualquer projeto web muito difícil de manter ao longo do tempo, há alguns anos atrás. Entre outras, a principal razão é que qualquer mudança no estilo de um site tinha que ser replicada em todos os elementos relacionados quase linha por linha, manualmente (SILVA, 2015).

A solução veio da CSS (*Cascading Style Sheets*), uma linguagem de marcação focada em definir, criar e melhorar a apresentação de um documento baseado em HTML. Para muitos designers gráficos, a CSS significava a porta de entrada para o mundo da web e, juntamente com outras tecnologias como *JavaScript*, a CSS tornou-se um dos pilares essenciais da web atual (MUELLER, 2016).

Freeman e Robson (2015) explicam que o código CSS facilita a vida do desenvolvedor *front-end*, separando a estrutura de um documento HTML de sua apresentação. Em outras palavras, o HTML atuaria como o esqueleto da web, definindo sua estrutura básica, e a CSS adicionaria toda a camada de customização na qual a web define sua aparência final.

Mueller (2016) complementa que seguir essa base torna muito fácil para um *web designer* fazer alterações na aparência de um site sem afetar drasticamente seu conteúdo. O conteúdo será sempre o mesmo. A CSS é fácil de entender e aprender, e oferece um controle poderoso sobre como estilizar documentos HTML.

Por exemplo, graças à CSS pode-se definir que todas as *tags* <H1> de um texto mudem sua aparência para aquela que for definida, alterando cores, fontes e adicionando efeitos sem modificar nenhum conteúdo que serve de base. Imagine agora se você tivesse que fazer isso verificando linha por linha (SILVA, 2015). Portanto, a principal vantagem da CSS é que, para poder organizar as preferências de estilo em um único documento se gastava bastante tempo, e com a CSS em forma de modelo, de uma única vez as preferências podem ser aplicadas imediatamente em todas as páginas que compõem a página web.

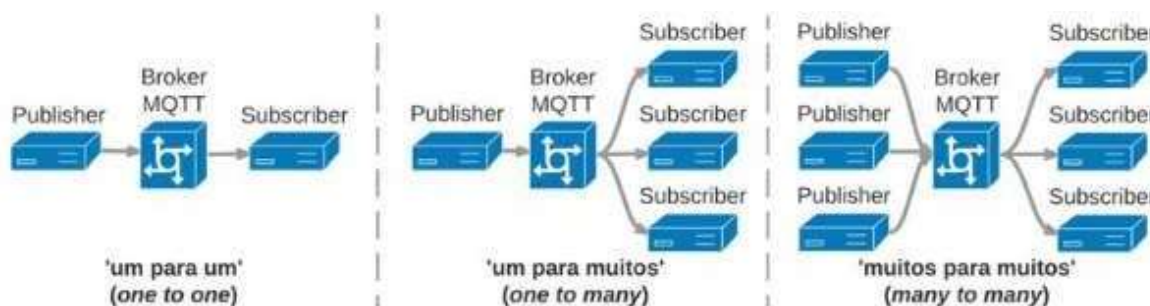
Mas não é a única vantagem. Graças à CSS, o desempenho do site também é aumentado, carregando mais rápido porque não é necessário escrever *tags* HTML continuamente e ter que inserir uma quantidade menor de código também é muito menos manutenção. Basta uma mudança na CSS e a página será atualizada instantaneamente (FREEMAN; ROBSON, 2015).

2.7 PROTOCOLO MQTT

Criado em 1999 pela IBM, MQTT (MQ Telemetry Transport), é um protocolo aberto de mensagens projetado para comunicação M2M, na qual deve lidar com alta latência, instabilidade na comunicação e baixa largura de banda. O protocolo MQTT foi padronizado pelo OASIS em 2013 e atualmente esta na versão 3.1.1 [MQTT Version 3.1.1 2014], sendo livre de royalties desde 2010 (TORRES, 2016).

O protocolo MQTT adota o protocolo TCP e o padrão de mensagens publisher/-subscriber (publicador/assinante), onde todos os dados são enviados para um intermediário, chamado broker, que se encarrega de enviar as mensagens aos destinatários corretos. Esta estrutura permite desacoplar o produtor do cliente, assim, apenas o endereço do broker precisa ser conhecido, possibilitando a comunicação de um para um (one-to-one- ver Figura), um para muitos (one-to-many- ver Figura) ou muitos para muitos (many-to-many- ver Figura).

Figura 02 – Distribuição de mensagens suportados pelo protocolo MQTT



Fonte: Torres (2016).

O princípio de funcionamento do modelo de publicação/assinatura é que os dispositivos se comunicam por meio de assinaturas. Quando um dispositivo deseja receber informações ele deve se tornar um assinante (subscriber). Para enviar informações ele deve publicá-las se tornando um publicador (publisher). O modelo prevê dois membros na rede: o broker e os clientes, sendo que o broker é o dispositivo responsável por intermediar a comunicação, recebendo as publicações e enviando aos seus devidos assinantes. Já o cliente é qualquer dispositivo que seja capaz de realizar essa interação com o broker, enviando e recebendo mensagens, como um microcontrolador, por exemplo (Yuan, 2017).

As vantagens do MQTT para aplicação em IoT com pequenos dispositivos se mostram quando ele é comparado a outros protocolos. A Internet das Coisas lida com objetos restritos quanto a suas funções, atuando em ambientes com muitos dispositivos, sendo estes muitas vezes com alta latência e baixa confiabilidade. Essas características tornam alguns protocolos de comunicação mais adequados que outros. De acordo com Serozhenko (2017), o protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) é o protocolo mais utilizado por desenvolvedores em várias áreas, porém seu uso não é recomendado em IoT, por várias razões. Ele é um protocolo pesado, com informações suficientes para ser compreendido por uma pessoa, porém isso não é necessário em sistemas com recursos restritos como IoT, onde é preferível um protocolo leve como o MQTT. Em termos de velocidade e segurança, o MQTT também é superior, apresentando taxa de transferência de dados muito mais rápida, além de possuir garantias de entrega dos dados que o HTTP não possui.

2.8 LEITOR DE RFID

O sistema RFID, sigla para identificação por radiofrequência, é uma tecnologia que visa identificar e registrar dados. Na verdade, o sistema é baseado no uso de etiquetas inteligentes ou etiquetas RFID, que são *transponders* de rádio (ou seja, quando recebem um sinal, respondem com outro). Esses rótulos ou etiquetas contêm informações do produto que podem ser lidas em toda a cadeia logística. Dessa forma, pode-se rastrear mais facilmente a mercadoria e conhecer aspectos importantes sobre ela (origem, destino, data de validade etc.) (SANTOS, 2022).

A tecnologia RFID ou tecnologia de identificação por radiofrequência nasceu como uma evolução do código de barras para agilizar a troca de informações através do uso de

ondas de rádio. Na verdade, este sistema surge da dificuldade de ler rapidamente códigos de barras em movimento ou em condições que impedem a visão direta entre o leitor e a etiqueta. Na área de logística, por exemplo, é útil para empresas que necessitam de mais agilidade na entrada e saída de pedidos do armazém (SOUZA, 2022).

De acordo com Santos (2022), o sistema RFID oferece múltiplas vantagens nas operações de estoque, por exemplo. Estes são seus principais benefícios: identificar e localizar produtos mais rapidamente, eliminando a necessidade de uma linha direta de visão entre o leitor e a etiqueta; facilitar um fluxo de trabalho mais eficiente; permitir um controle muito maior sobre a rastreabilidade do produto, graças à maior precisão e facilidade de uso; e garantir a mínima intervenção humana no processo de leitura de etiquetas, além de reduzir o fluxo de movimentação de pessoal dentro do armazém.

Tratando do leitor e os tipos de etiquetas RFID (ativo/passivo), Souza (2022) explica que a tecnologia de identificação por radiofrequência requer leitores e *tags* RFID, que incorporam um *chip* com informações do produto. Quando estes entram no raio de ação do leitor, as informações são capturadas automaticamente e é o próprio leitor que comunica as informações do produto ao WMS por meio de middleware.

Os elementos que compõem a tecnologia RFID são três: *tag* RFID (*tags* RFID passivas e *tags* RFID ativas), leitor RFID e RFID Middleware. A *tag* RFID: consiste em uma antena, um transdutor de rádio e um *chip*. A antena transmite a informação para o terminal de radiofrequência. Estas etiquetas, que possuem uma memória interna com capacidades diferentes dependendo do modelo, podem ser de dois tipos: as *tags* RFID passivas possuem microchip, antena e suporte físico; o leitor de radiofrequência ativa o microchip e fornece a energia necessária para que ele responda com as informações do produto.

Figura 03 – Diagrama de funcionamento de um sistema RFID



Fonte: Weles (2019).

O MIFARE Classic 1k é um cartão inteligente (tag passiva) para comunicação sem contato de acordo com o padrão ISO/IEC 14443 tipo A operando em frequências de 13.56 MHz, sua memória de 1 kB é dividida em 16 setores, onde cada setor é dividido em 4 blocos contendo 16 Bytes cada. Cada dispositivo possui um número de identificação chamado de UID (Unique Identifier – Identidade Única) que garante autenticidade em sua identificação, cada setor é acessado mediante a duas chaves configuráveis para manipulação dos dados (WELES, 2019).

Existem alguns modelos que servem como estrutura para o chip MIFARE Classic 1k, como por exemplo, eles podem ser encontrados na forma de cartão ou na forma de chaveiro como mostra a Figura 04.

Figura 04 – MIFARE classic 1k em modelo cartão e modelo chaveiro



Fonte: Weles (2019).

Outro elemento é o leitor RFID (Fig. 05), que incorpora uma antena e um decodificador. O leitor verifica periodicamente se há etiquetas inteligentes em seu alcance. Se detectar algum, o terminal lê e processa as informações que envia (SANTOS, 2022).

O MIFARE RC522 é um módulo leitor RFID capaz de ler/escrever em IC (Intelligent Card – Cartão Inteligente) como mostra a Figura 05, utilizando comunicação sem contato operando na frequência de 13.56 MHz. Seu leitor suporta o padrão ISO/IEC 14443 tipo A para comunicação sem contato integrada nos cartões IC. O módulo MFRC522 é capaz de ler/escrever em cartões IC por meio de uma antena capaz de fazer comunicação com os dispositivos que suportam o padrão ISO/IEC 14443A sem a necessidade de circuitos externos (WELES, 2019).

Figura 05 - Leitor RFID MFRC522



Fonte: Weles (2019)

Por fim, têm-se o RFID Middleware, que é responsável por coletar e transmitir informações dos leitores para um sistema centralizado. Normalmente está ligado a um sistema de gestão de armazém, que é quem vai analisar estes dados (SANTOS, 2022).

Vale ressaltar que a tecnologia de identificação por radiofrequência representa uma

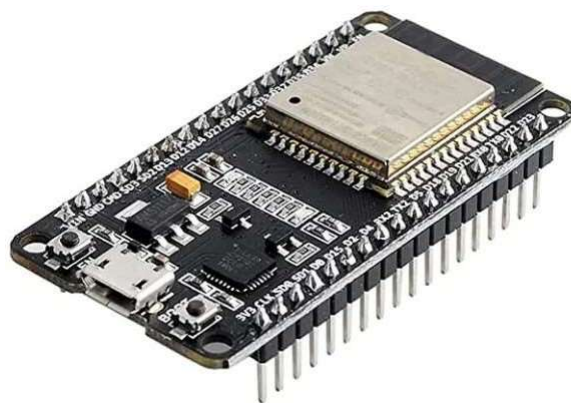
evolução no armazenamento e troca de dados de produtos em comparação ao modelo de códigos de barras tradicionais. Desta forma, as etiquetas RFID permitem otimizar o tempo e os custos logísticos nas instalações, pois, juntamente com um sistema de gestão, automatiza dezenas de processos como o registo de entradas de produtos ou o controle de acessos de usuários em um ambiente.

2.9 MICROCONTROLADOR ESP32

Um microcontrolador é considerado um microcomputador que contém processador, memória e periféricos de entrada e saída em um único chip, de tal maneira que se resume a uma forma genérica da integração entre uma Unidade de Processamento Central, do inglês Central Processing Unit (CPU), e os periféricos que fazem a interface do microcontrolador com o mundo externo (OLIVEIRA JÚNIOR; DUARTE, 2010).

O módulo ESP32 é um microcontrolador de “Sistema em um Chip”, do inglês System on a Chip (SoC) capaz de realizar múltiplas tarefas e com poder de processamento bastante elevado devido ao uso de dois núcleos de processamento de 32-bit. Devido à utilização já embarcada de dois módulos de comunicação bastante utilizados, que são os módulos de Wi-Fi e o Bluetooth, a escolha deste microcontrolador para aplicações IoT se tornou extensa, pois facilita a integração com diferentes dispositivos. As variadas interfaces periféricas do ESP32, tais como, SPI, I2C, I2S e UART, possibilitam a integração com diferentes sensores e módulos (ESPRESSIF, 2021).

Figura 06 – MICROCONTROLADOR ESP32 DEVKIT V1



Fonte: IOT ROBOTICA (2024).

2.10 BANCO DE DADOS

Um banco de dados é uma ferramenta que coleta dados, organiza-os e relaciona-os para que possam ser pesquisados e recuperados rapidamente com a ajuda de um computador. Atualmente, os bancos de dados também são usados para desenvolver análises. A maioria dos bancos de dados modernos possui mecanismos específicos para relatórios de dados complexos (BARBIERI, 2020).

Os dados dos tipos mais comuns de bancos de dados em operação atualmente, são frequentemente usados como estruturas de linha e coluna em uma série de tabelas para aumentar a eficiência da consulta e do processamento de dados. Assim, os dados podem ser facilmente acessados, gerenciados, modificados, atualizados, controlados e organizados. A maioria dos bancos de dados usa *Structured Query Language* (SQL) para gravar e consultar dados (BATISTA, 2012).

Os bancos de dados evoluíram dramaticamente desde sua criação no início dos anos 1960. Bancos de dados de navegação, como o banco de dados hierárquico (que era baseado em um modelo de árvore e permitia um relacionamento um-para-muitos) e o banco de dados de rede (um modelo mais flexível que permitia múltiplos relacionamentos), eram os sistemas originais usados para armazenar e manipular dados. Embora simples, esses primeiros sistemas eram inflexíveis. Na década de 1980, os bancos de dados relacionais tornaram-se populares, seguidos pelos bancos de dados orientados a objetos na década de 1990 (BARBIERI, 2020).

Existem muitos tipos diferentes de tipos de bancos de dados. É importante saber que o melhor banco de dados para uma organização específica depende de como a organização pretende usar os dados. Os mais conhecidos são: bancos de dados relacionais, banco de dados de objetos, banco de dados distribuídos, bancos de dados NoSQL, bancos de dados orientados a gráficos e bancos de dados OLTP. A seguir será abordado cada um deles.

Bancos de dados relacionais. Estes bancos de dados tornaram-se predominantes na década de 1980. Os elementos de um banco de dados relacional são organizados como um conjunto de tabelas com colunas e linhas. A tecnologia de banco de dados relacional oferece a maneira mais eficiente e flexível de acessar informações estruturadas (BARBIERI, 2020). Banco de dados de objetos. As informações em um banco de dados orientado a objetos são representadas na forma de objetos, como na programação orientada a objetos (MACHADO, 2020).

Bancos de dados distribuídos. Um banco de dados distribuído consiste em dois ou mais arquivos localizados em sites diferentes. O banco de dados pode ser armazenado em vários computadores, localizados no mesmo local físico ou espalhados por redes diferentes (PEREIRA, 2021). Armazéns de dados. Um repositório central de dados, um *data warehouse* que é um tipo de banco de dados projetado especificamente para consultas e análises rápidas (BARBIERI, 2020).

Bancos de dados NoSQL. Um banco de dados NoSQL, ou banco de dados não relacional, permite armazenar e manipular dados não estruturados e semiestruturados (ao contrário de um banco de dados relacional, que define como todos os dados inseridos no banco de dados devem ser compostos). Os bancos de dados NoSQL tornaram-se populares à medida que os aplicativos da Web se tornaram mais comuns e complexos (MACHADO, 2020).

Bancos de dados orientados a gráficos. Um banco de dados orientado a gráficos armazena dados relacionados a entidades e os relacionamentos entre entidades (BARBIERI, 2020). Bancos de dados OLTP. Um banco de dados OLTP é um banco de dados rápido e analítico projetado para muitos usuários realizarem um grande número de transações (PEREIRA, 2021).

Esses são apenas alguns dos vários tipos de bancos de dados em uso nos dias atuais. Outros bancos de dados menos comuns são adaptados para funções científicas, financeiras ou outras muito específicas.

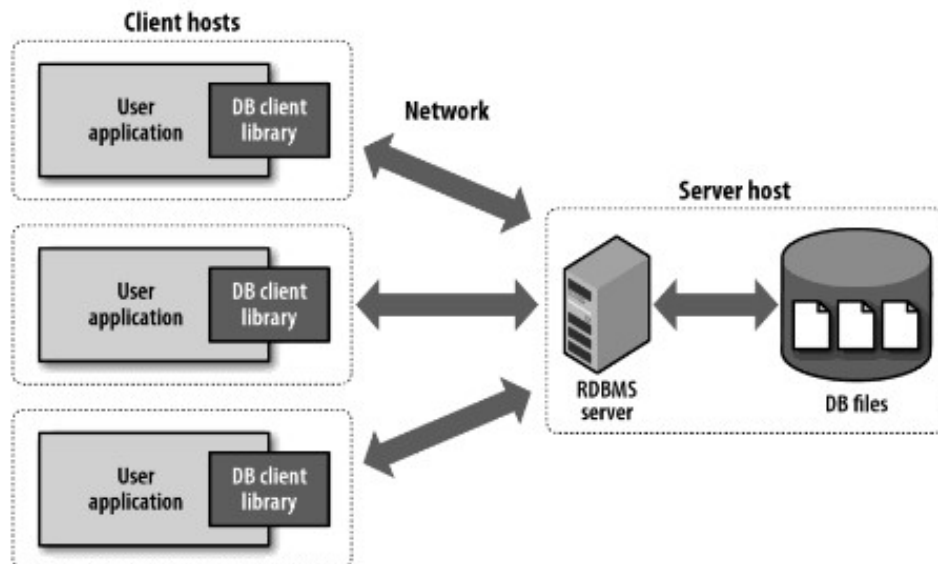
2.10.1 Banco de dados SQLite

O sistema de gerenciamento do banco de dados SQLite é um mecanismo de banco de dados SQL autônomo, ou seja, não necessita de um servidor (DBMS) para realizar suas operações, se tornando ideal para aplicações de pequeno e médio porte.

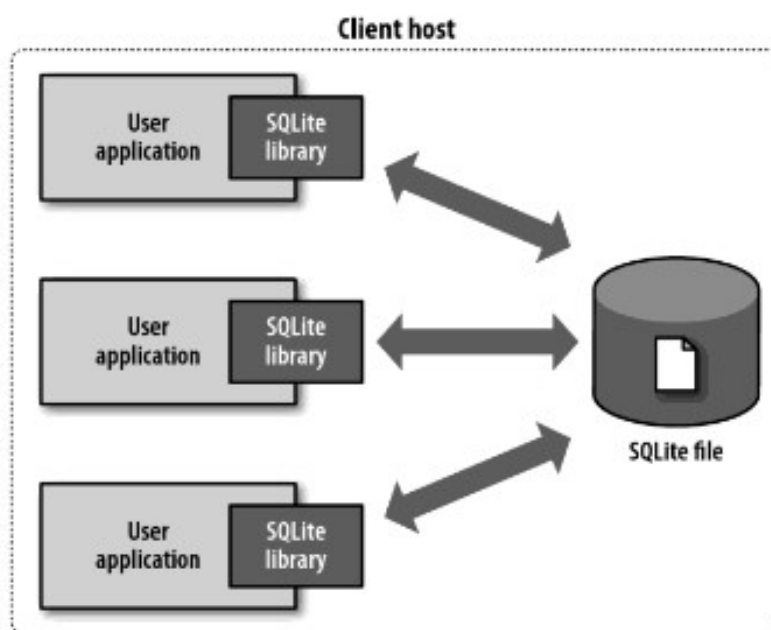
O SQLite utiliza apenas um único arquivo de disco de formato multiplataforma para armazenar as informações, podendo ser copiado para sistemas de 32 e 64 bits sem apresentar problemas de compatibilidade (SQLite, 2022). A imagem abaixo demonstra a diferença entre as comunicações de gerenciadores de banco de dados que utilizam a tradicional arquitetura cliente-servidor (Figura 7-a) para a arquitetura sem servidor utilizada no SQLite (Figura 7-b).

Figura 07 – SQLite com outros bancos tradicionais

a) Traditional client-server architecture



b) SQLite serverless Architecture



Fonte: Kreibich (2010, seção 1.1).

3 MATERIAL E MÉTODO

Neste capítulo serão abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários para desenvolver um sistema baseado na tecnologia RFID para registrar e controlar automaticamente o processo de empréstimo e devolução de livros em uma biblioteca por meio da leitura de dados enviados de etiquetas de RFID implantadas em livros e cartões magnéticos.

Esse trabalho teve por finalidade realizar uma pesquisa de natureza aplicada. Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quanti-quantitativa. Com o intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa exploratória acerca das tecnologias utilizadas para implementação do projeto. Para obtenção dos dados necessários, foi utilizada a pesquisa experimental como procedimento técnico.

Quanto ao contexto de estudo, este sistema funcional se dará em bibliotecas que não possuem um SGB (Sistema gerenciador de Bibliotecas) ou em bibliotecas que utilizam o leitor de código de barras como a principal tecnologia para controle do acervo.

Foi desenvolvido um sistema para automatizar o processo administrativo de uma biblioteca, facilitando o uso por parte do usuário, com um catálogo on-line de livros, conferindo a disponibilidade do acervo e também automatizando todo o processo de empréstimo e devolução, sem que seja necessária a presença do bibliotecário para concluir o processo.





Para a construção do projeto, o mesmo foi dividido em um módulo RFID controlado pelo microcontrolador ESP32, em conexão com uma aplicação Web, onde será realizado todo o processo desde a autenticação do usuário, comunicação com o banco de dados e a realização de tarefas como empréstimo e devolução, com a validação das Tags RFID pelo módulo leitor presente na bancada.

3.1 ELABORAÇÕES DO PROTÓTIPO

Quanto aos materiais utilizados, segue a Tabela 01 descrevendo os materiais utilizados na construção do protótipo.

Tabela 01 - Relação dos materiais utilizados na construção do protótipo.

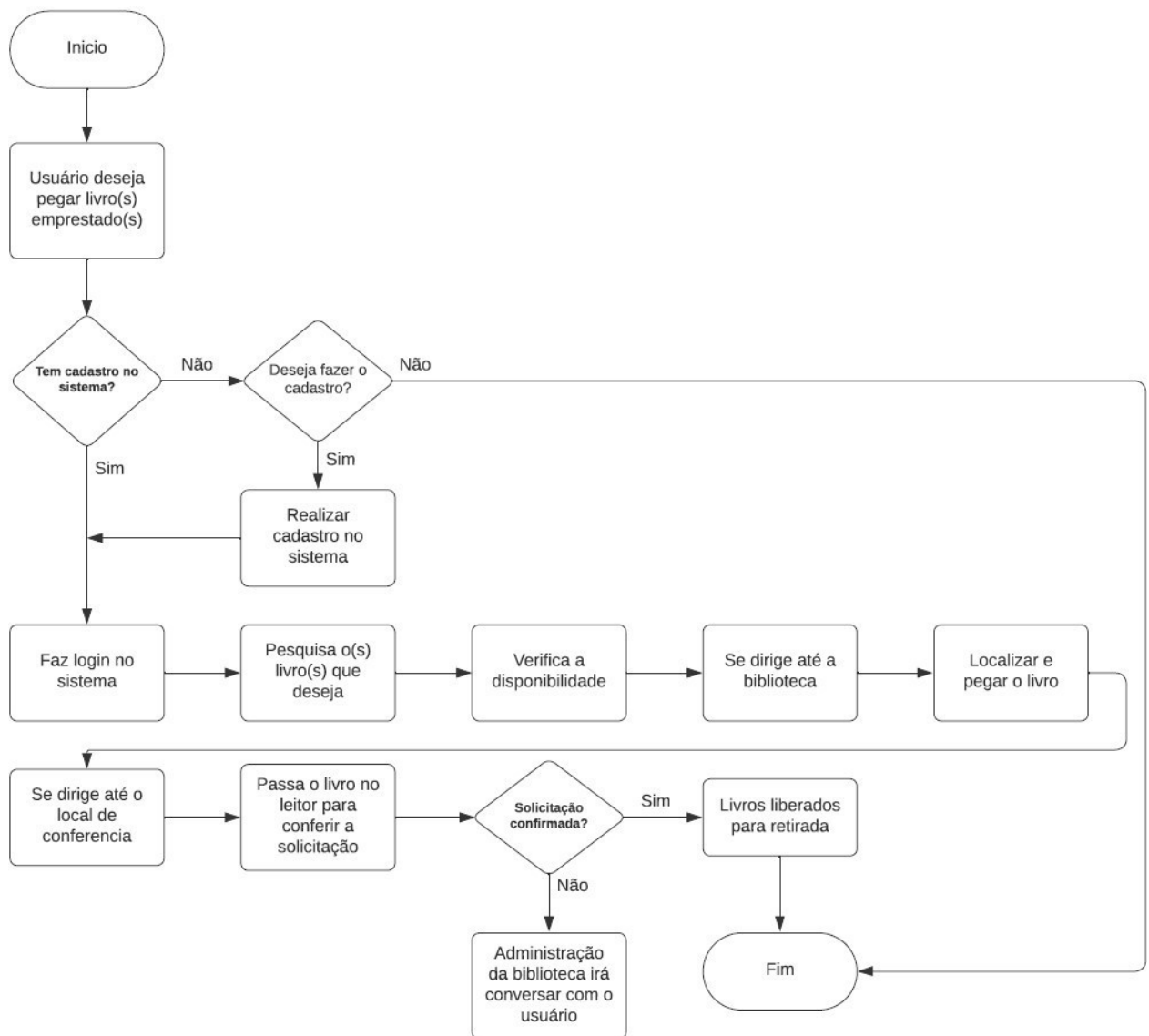
Materiais	Descrição	Valor	Imagem
leitor RFID	Realizar a leitura das tags RFID.	R\$ 11,50	
Tags RFID	Dispositivo para a identificação de livros e cartões.	R\$ 89,00	
Microcontrolador ESP32 – Devkit v1	Utilizado para a instalação do firmware de controle e comunicação da bancada.	R\$ 52,90	
Protoboard e Jumpers	Utilizado para conectar os dispositivos do protótipo.	R\$ 40,50	
Leds	Utilizado para sinalizar o estado do dispositivo.	R\$ 5,00	

Resistores	Utilizado para reduzir a carga elétrica dos componentes.	R\$ 3,79	
Buzzer	Utilizado para emitir um efeito sonoro quando solicitado.	R\$ 3,25	
Push Button	Utilizado para acionamento do sistema ao ser pressionado.	R\$ 2,00	
Display LCD 16x2	Utilizado para exibir informações provenientes da aplicação.	R\$ 25,45	

Fonte: Autor (2024).

Como se trata do protótipo do sistema, primeiramente foi realizado o levantamento de requisitos para se ter uma base na construção da interface da aplicação, podendo ser facilmente escalonado para projetos maiores.

Figura 08 - Fluxograma do projeto.



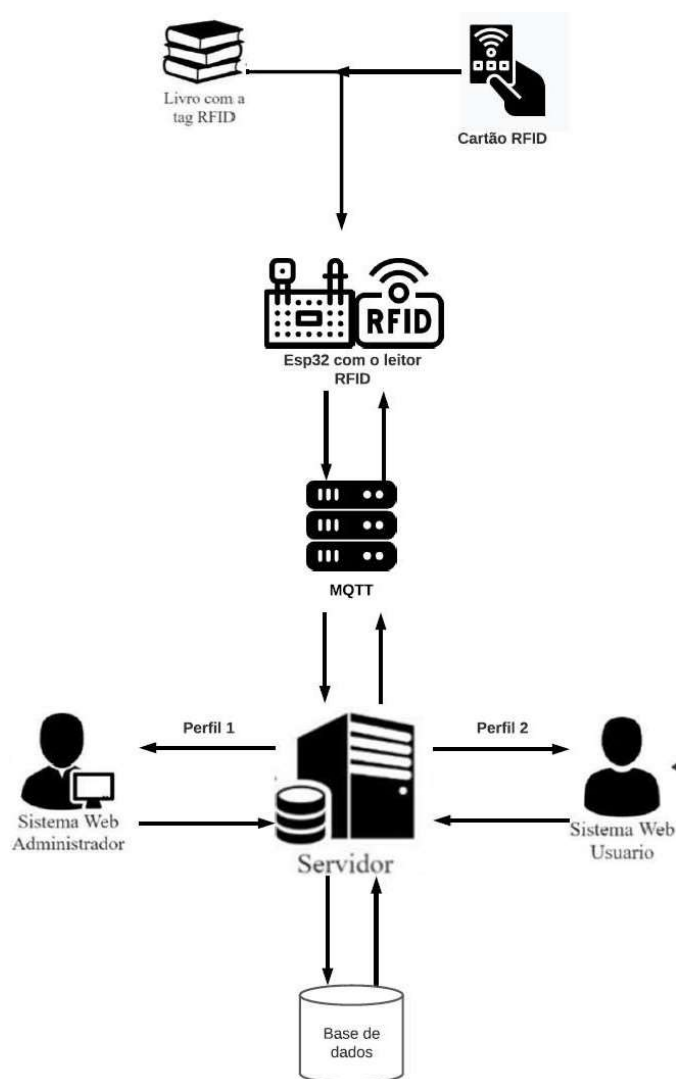
Fonte: Autor (2024).

A partir dessa etapa, com o sistema em execução, ele irá funcionar primeiramente com o acesso do aluno a aplicação do usuário; dessa forma, podendo realizar o cadastro e a partir daí obter acesso ao sistema. Com o login realizado na aplicação, o usuário poderá fazer a pesquisa e a sua solicitação de empréstimo dos livros desejados, sendo necessário ter em mãos o cartão de identificação e o livro para realizar a validação no local de conferencia.

Após esta etapa, o livro e o cartão de identificação serão validados pelo sistema e o administrador receberá a informação do empréstimo ou devolução do livro, sendo atualizado automaticamente o status do livro na aplicação.

A (Figura 10) a seguir apresenta a conexão do protótipo com o servidor, banco de dados e o sensor RFID.

Figura 09 - Conexão do Protótipo



Fonte: Autor (2024).

Para fins de prototipação, o escopo abordado limita-se à verificação do RFID de um livro por vez, podendo facilmente ser escalado o modelo para haver a verificação de mais livros em conjunto. Dentre os modelos que permitem tanto a leitura múltipla quanto a leitura a distância, seriam utilizados os modelos FX7500, FX9500, Astra-EX.

3.2 TESTES REALIZADOS

O primeiro teste na aplicação Web foi realizar o cadastro do usuário e verificar se os dados cadastrados ficariam armazenados no banco de dados e depois efetuar o login para ter acesso ao sistema.

Verificou-se as telas iniciais onde está o catálogo de todo o acervo da biblioteca, identificando os livros disponíveis e os reservados, verificou-se as funcionalidades do botão de “menu” e “sair”, todas as opções estavam funcionais.

A seguir foi feita a verificação do acesso do administrador com seu usuário e senha também analisando se todas as telas estariam funcionais no sistema para cadastro de livros, inclusão e exclusão de usuários, verificação de empréstimos e edição de categorias, autores, editoras, datas e descrições dos livros. Também foi verificado se as senhas dos usuários cadastrados estariam criptografadas.

Em seguida na aplicação do usuário foi visto na opção de empréstimos de livros se todos os empréstimos atuais e os já realizados estão disponíveis no sistema para visualização. Também foi verificado se o usuário estava apto para avaliar os livros já locados anteriormente, realizando também a reavaliação caso fosse de interesse.

Já na bancada de conferência, foram feitos os testes com o leitor RFID, verificando se o firmware presente no ESP32 estava recebendo os dados do leitor corretamente, identificando o ID correto das tags e apresentando no display LCD. Verificado se o Buzzer e os leds estavam respondendo de acordo com o tempo correto do sistema.

Por fim foram realizados testes com a integração do sistema Web com a bancada de conferência, verificando se a comunicação MQTT estava sendo realizada de forma correta através de testes com empréstimos e devoluções no sistema.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 LEVANTAMENTOS DE REQUISITOS FUNCIONAIS PARA DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES DO PROTÓTIPO DO SISTEMA GERENCIADOR DE BIBLIOTECAS

Para este levantamento, foram realizadas pesquisas em diversas bibliotecas para saber como de fato funciona o sistema bibliotecário atual. Foram constatados problemas e dificuldades em vários setores e processos dentro de uma biblioteca.

Sobre o processo de empréstimo de livros, as obras são emprestadas diretamente no balcão com o bibliotecário, sendo necessário um cadastro prévio do usuário a biblioteca. O empréstimo se dá através de um leitor de código de barras, sendo necessária a leitura de um livro por vez, caso o livro esteja com sinais de mal uso, a leitura pode ser comprometida pelo fato de o código ser impresso na própria página.

O processo de organização do acervo também requer bastante atenção, caso o livro for colocado em uma seção de outra categoria, por exemplo, a localização da obra pode levar bastante tempo.

A maioria das bibliotecas já possuem um sistema de consulta de livros, mas poucos atendem as necessidades reais dos usuários e bibliotecários. Tratam-se de aplicações complexas e de difícil utilização, com uma variedade grande de filtros e com layout complicados de se utilizar.

Um sistema com interações simples e mais prático de se utilizar, mas ao mesmo tempo com funcionalidades relevantes, tanto para o usuário quanto para o bibliotecário, facilitaria o atendimento e o acesso dos usuários a biblioteca.

4.1.1 Comparação com a tecnologia do modelo atual

A tabela 02 abaixo ilustra de forma resumida a comparação entre a tecnologia mais utilizada em bibliotecas atualmente (código de barras) e a tecnologia RFID.

Tabela 02 – Comparação entre RFID e Código de Barras.

Características	RFID	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Etiquetas
Exige Contato Visual	Não	Sim
Vida Útil	Alta	Baixa
Possibilidade de Escrita	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Dados Armazenados	Alta	Baixa
Funções Adicionais	Sim	Não
Segurança	Alta	Baixa
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não

Fonte: Autor (2024).

4.2 PROJETO DA ARQUITETURA DE SOFTWARE PARA A DETERMINAÇÃO DO ESQUEMA DA APLICAÇÃO

O repositório do arquivo do sistema web criado pode ser acessado através do link GitHub: <https://github.com/raphaelmrodrigues/ProjetoBiblioteca>

O vídeo de demonstração do funcionamento do protótipo pode ser acessado através do link a seguir: <https://www.youtube.com/watch?v=z6LjEP9RdZw>

A seguir são mostradas as etapas da interface do sistema web do usuário e do administrador do sistema esquematizado:

4.2.1 Interface do sistema criado em Django

O aluno previamente cadastrado faz login no sistema, a partir do qual ele tem acesso a todo o acervo disponível na biblioteca e poderá fazer suas solicitações de empréstimos, consultas e devolução dos livros. Como mostrado na figura 10, temos a tela de cadastro na qual é mostrado as informações que precisam para que o usuário cadastre-se no sistema para que possa ter acesso ao empréstimo de livros. (Figura 10).

Sistema de Gerenciamento de Bibliotecas - SGE

Figura 10 - Tela de cadastro do usuário.

Cadastre-se

Nome

Email

Senha

Fonte: Autor (2024).

Nas figuras 11 e 12 são mostradas as telas de login para o usuário e para o administrador respectivamente. Para realizar o login é necessário informar o e-mail e a senha cadastrados anteriormente para o usuário, porém para o administrador já é um login padrão do sistema.

Figura 11 - Tela de login do usuário.

Sistema de Gerenciamento de Bibliotecas - SGE

Efetuar Login

Email

Senha

Fonte: Autor (2024).

Figura 12 - Tela de login do admin.

Administração do Django

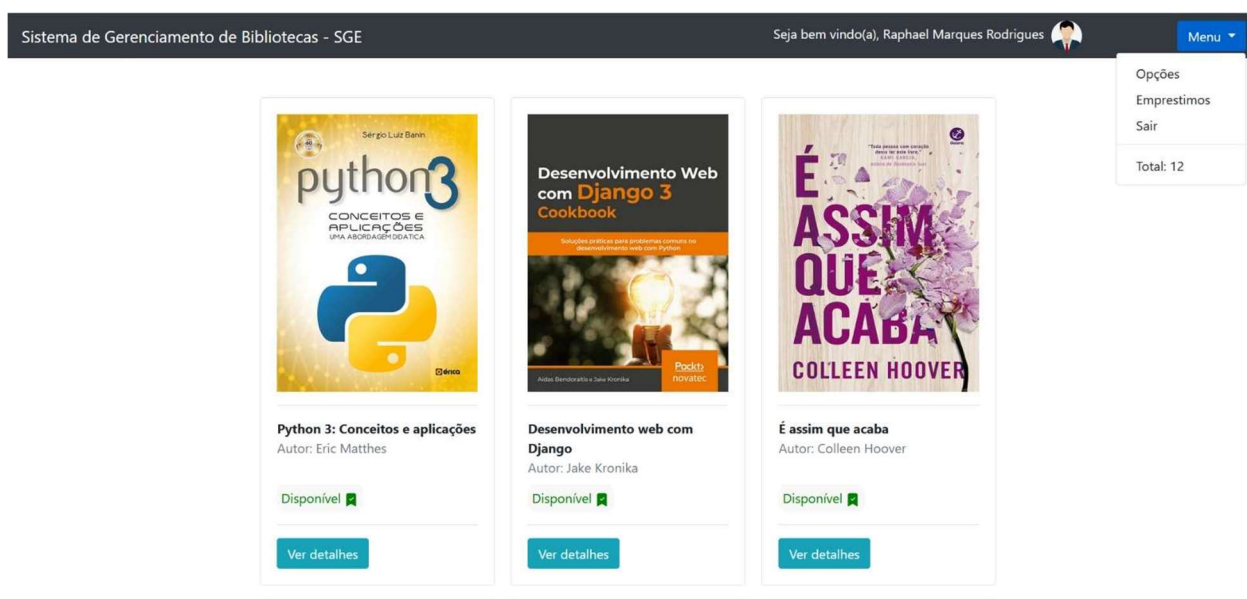
Usuário:

Senha:

Fonte: Autor (2024).

Depois de logado, o usuário terá acesso aos livros cadastrados e armazenados no banco de dados existente, nessa tela podemos verificar todos os livros cadastrados no sistema e o status de disponibilidade (Figura 13), tendo a opção de o aluno visualizar os livros para maiores informações, como categoria, editora, número de páginas, etc. Todas as obras contêm identificação por código ID das *tags* RFID.

Figura 13 – Página inicial do usuário.



Fonte: Autor (2024).

Em ver detalhes, o usuário poderá visualizar todas as informações do livro como a disponibilidade, a descrição completa e todas as informações detalhadas (figura 14). Também é possível visualizar o histórico de empréstimo, as informações como data de entrega e devolução e as avaliações dos usuários (figura 15). Contém também uma aba para contato, caso o usuário queira mais informações a respeito do livro ou empréstimo (figura 16).

Figura 14 – Detalhes do livro.



Desenvolvimento Web com Django 3 Cookbook

Soluções práticas para problemas comuns no desenvolvimento web com Python

Aidas Bendoraitis e Jake Kronika

Packt novatec

Título: Desenvolvimento web com Django
Autor: Jake Kronika
Co-autor: Aidas Bendoraitis
Categoria: Python
Descrição:
 Django é um framework web para perfeccionistas com prazos de entrega, projetado para ajudar você a criar projetos web gerenciáveis, de médio e grande portes, em um curto período. Esta quarta edição, Desenvolvimento Web com Django 3 Cookbook, foi atualizada com os recursos mais recentes de Django 3 para orientá-lo no processo de desenvolvimento, de modo eficaz. Este livro sobre Django começa ajudando você a criar um ambiente virtual e a estrutura do projeto para implementar aplicações web com Python. Você aprenderá a criar modelos, views, formulários e templates para suas aplicações web e então integrará JavaScript em suas aplicações Django a fim de acrescentar mais recursos. À medida que avançar, criará sites responsivos para vários idiomas, prontos para serem compartilhados em redes sociais. O livro orientará você no processo de uploading e processamento de imagens, na renderização de dados em HTML5, PDF e Excel, no uso e na criação de APIs e na navegação por diferentes tipos de

[Ver mais](#)

Disponível

Detalhes Histórico Contato

Editora: Novatec Editora
Número de páginas: 568
Data de publicação: 2 de Outubro de 2020
Edição: 1º
Idioma: PT-BR

Fonte: Autor (2024).

Figura 15 – Histórico do livro.

Detalhes Histórico Contato

Nome	Data empréstimo	Data devolução	Tempo de duração	Avaliação
Raphael Marques Rodrigues	3 de Janeiro de 2024 às 22:50	3 de Janeiro de 2024 às 22:56	0 Dias e 00:06:17	★★★★★
Vitor	3 de Janeiro de 2024 às 22:50	3 de Janeiro de 2024 às 23:38	0 Dias e 00:47:54	★★★★☆
Caio	3 de Janeiro de 2024 às 22:50	3 de Janeiro de 2024 às 23:41	0 Dias e 00:50:44	★★☆☆☆

Fonte: Autor (2024).

Figura 16 – Tela de contato.

Detalhes Histórico Contato

Dúvidas entrar em contato:

☎ : (62) 99999-0101

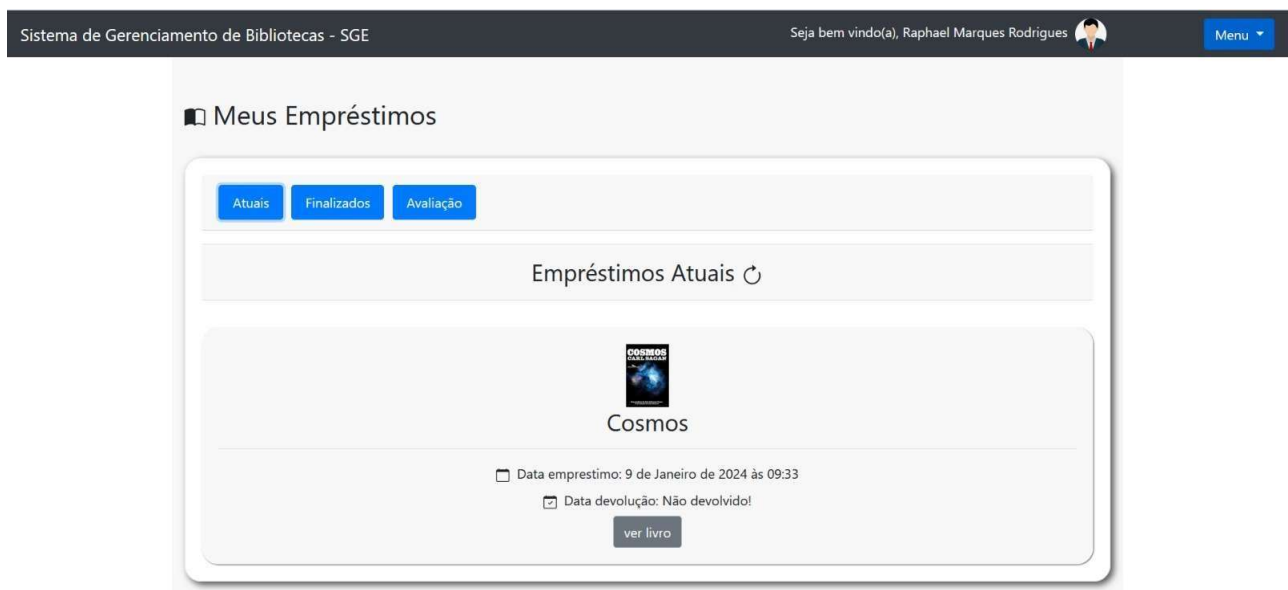
✉ : biblioteca@gmail.com

📍 : Goiania, Goias, Brasil

Fonte: Autor (2024).

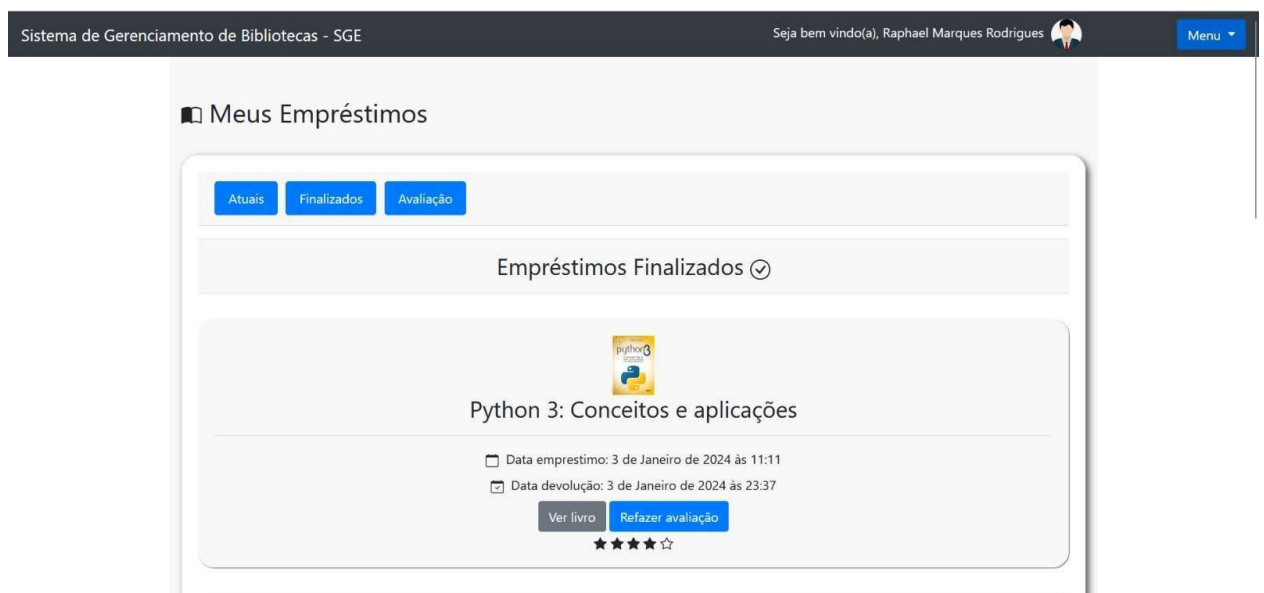
Quando o usuário acessa o Menu, a opção de visualizar os empréstimos estará disponível, sendo possível verificar os empréstimos atuais (figura 17), ou seja, livros que o usuário ainda não devolveu. Também é possível verificar os empréstimos já devolvidos (ou finalizados) conforme a figura 18. Com os empréstimos finalizados, é possível realizar a avaliação dos livros, sendo possível também reavaliar.

Figura 17 – Empréstimos atuais.



Fonte: Autor (2024).

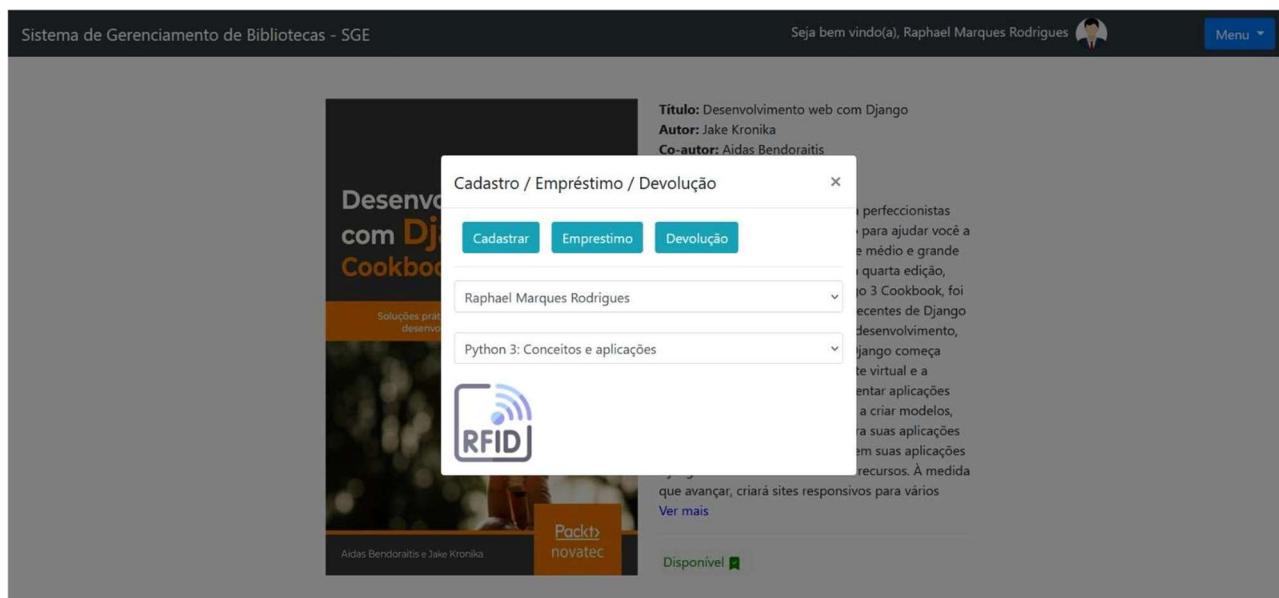
Figura 18 – Empréstimos finalizados.



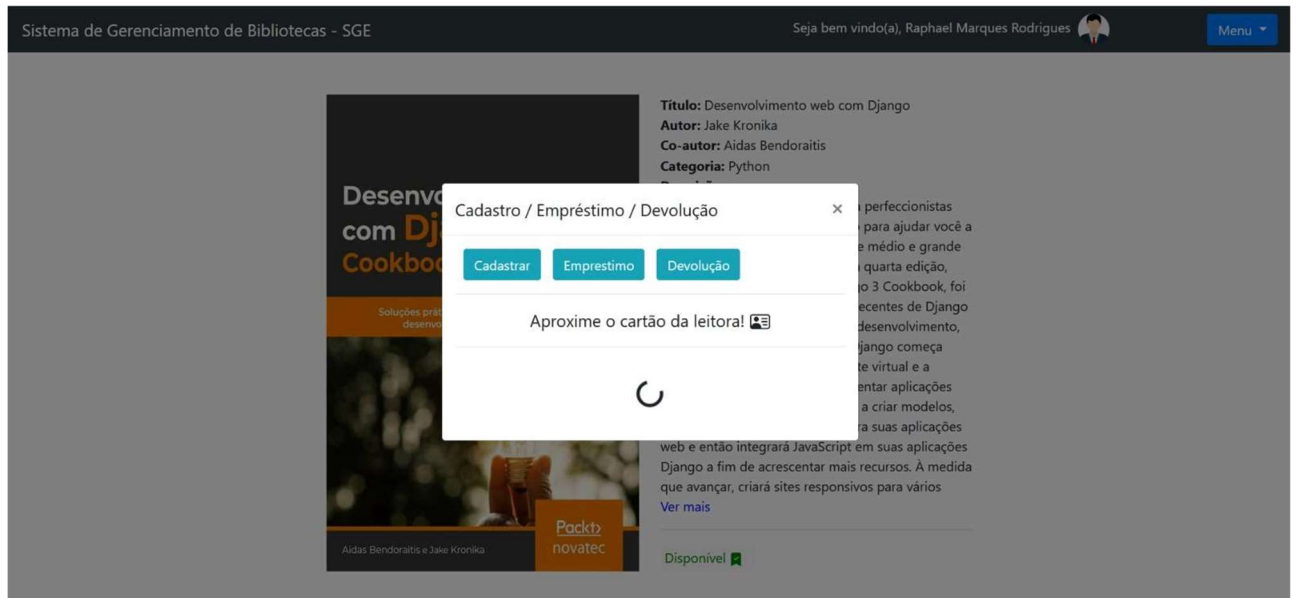
Fonte: Autor (2024).

Ao acessar o Menu, haverá o campo “opção”, onde o usuário poderá realizar os empréstimos e também a devolução dos livros (figura 19). Para realizar o empréstimo, a opção com o nome do usuário logado no sistema estará pré-fixada, e a opção para selecionar os livros só irá conter os livros que estão com o status de disponível. Para realizar o empréstimo, o usuário irá clicar na imagem da Tag RFID, em seguida o sistema irá solicitar que o mesmo aproxime o cartão da leitora (figura 20), caso o ID do cartão seja o mesmo que o do usuário logado no sistema, a próxima etapa será aproximar o livro da leitora (figura 21), caso o ID do livro aproximado seja igual ao ID do livro solicitado no empréstimo, o sistema irá salvar o empréstimo e realizar as alterações no banco de dados, atualizando o status do livro. A devolução irá seguir o mesmo padrão do empréstimo, sendo necessário o usuário clicar na imagem da Tag RFID, aproximar o cartão e o livro da leitora.

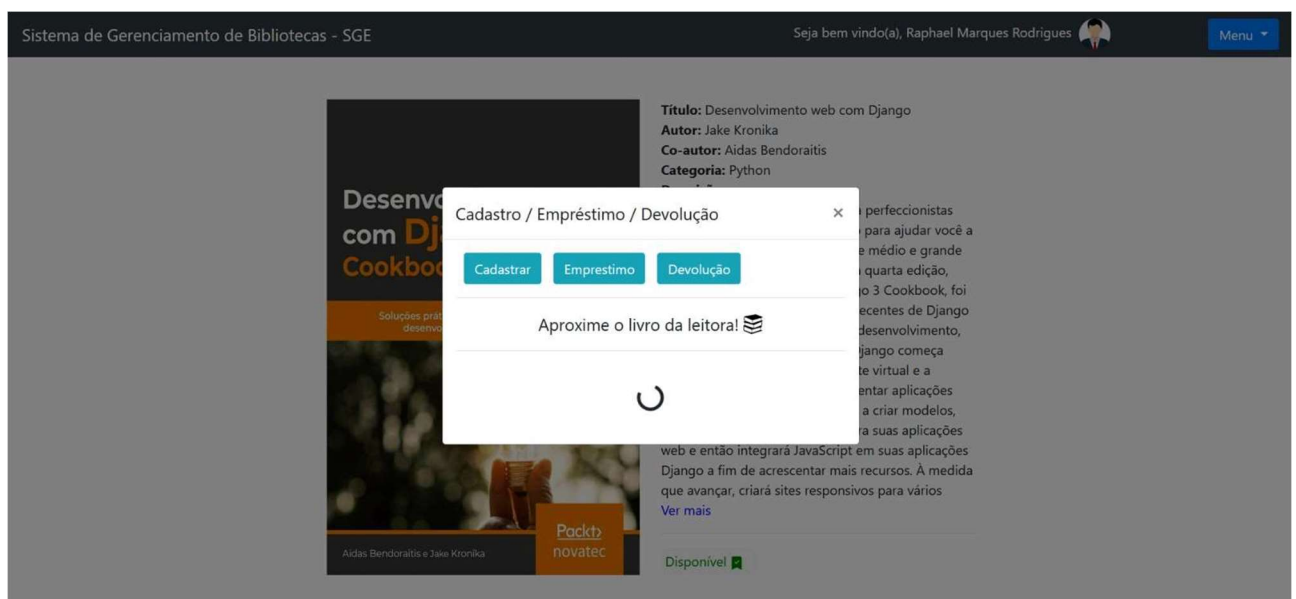
Figura 19 – Tela de opções.



Fonte: Autor (2024).

Figura 20 – Tela aproxime o cartão.

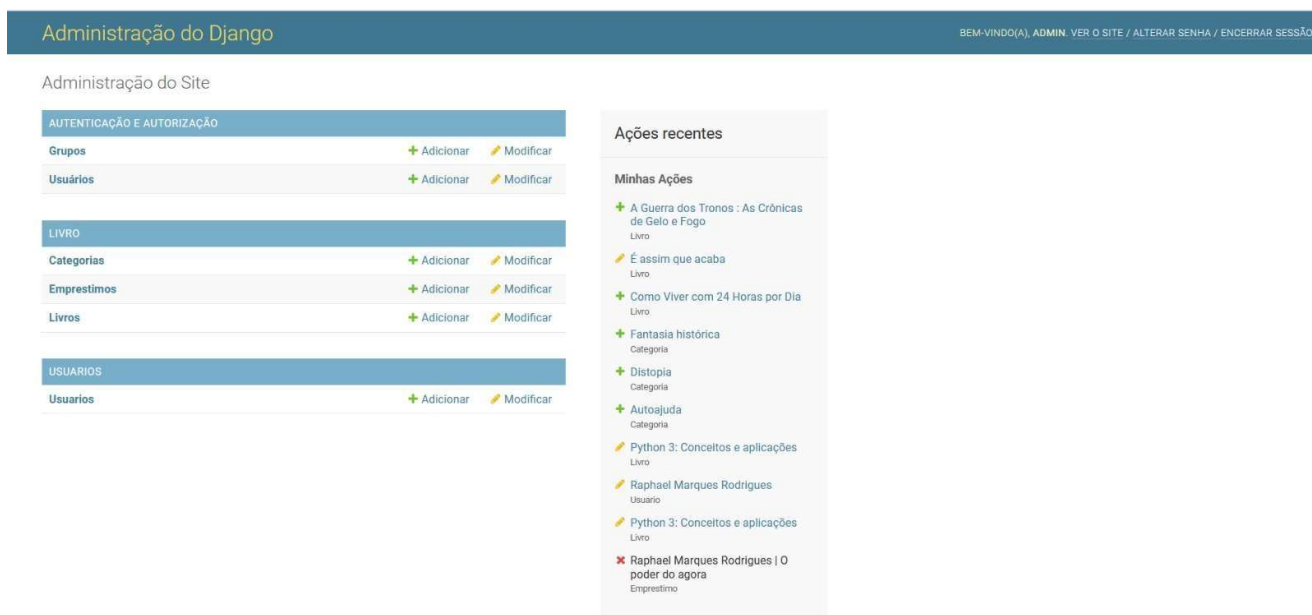
Fonte: Autor (2024).

Figura 21 – Tela aproxime o livro.

Fonte: Autor (2024).

A tela inicial do administrador (figura 22), será onde o bibliotecário poderá realizar as alterações e consultas, como verificar, cadastrar e excluir usuários (figura 23), adicionar, modificar e consultar livros, incluindo alterar o status de disponibilidade do livro (figuras 24 e 25). Também é possível verificar todos os empréstimos (atuais e finalizados) de todos os usuários do sistema.

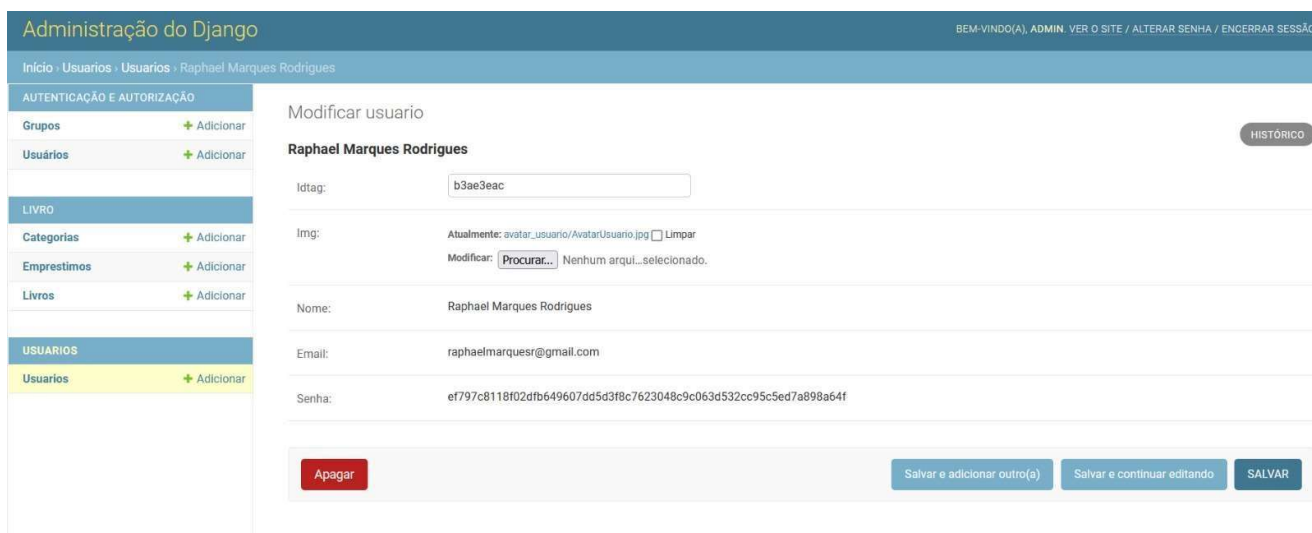
Figura 22 – Tela administrador.



Fonte: Autor (2024).

No campo de usuários, apenas a Idtag do usuário poderá ser modificada pelo bibliotecário, a senha será criptografada e bloqueada para alteração (Figura 23).

Figura 23 – Tela cadastro usuário.



Fonte: Autor (2024).

Figura 24 – Tela adicionar livro.

Início · Livro · Livros · Adicionar Livro

AUTENTICAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Grupos [+ Adicionar](#)

Usuários [+ Adicionar](#)

LIVRO

Categorias [+ Adicionar](#)

Empréstimos [+ Adicionar](#)

Livros [+ Adicionar](#)

USUARIOS

Usuarios [+ Adicionar](#)

Adicionar Livro

Idtag:

Img: Nenhum arquivo selecionado.

Nome:

Autor:

Co autor:

Data cadastro: Hoje

Editora:

Data publicacao: Hoje

Numero paginas:

Edicao:

Idioma:

Descricao:

Empréstado

Categoria:

Fonte: Autor (2024).

Figura 25 – Tela modificar livro.

AUTENTICAÇÃO E AUTORIZAÇÃO	
Grupos	+ Adicionar
Usuários	+ Adicionar
LIVRO	
Categorias	+ Adicionar
Emprestimos	+ Adicionar
Livros	+ Adicionar
USUARIOS	
Usuarios	+ Adicionar

Modificar Livro

A Guerra dos Tronos : As Crônicas de Gelo e Fogo

Idtag:

Img: Atualmente: capa_livro/livro_aguerradostronos.jpg Limpar
 Modificar: Nenhum arqui...selecionado.

Nome:

Autor:

Co autor:

Data cadastro: Hoje

Editora:

Data publicacao: Hoje

Numero paginas:

Edicao:

Idioma:

Descricao:

A guerra dos tronos é o primeiro livro da série best-seller internacional As Crônicas de Gelo e Fogo, que deu origem à adaptação de sucesso da HBO, Game of Thrones. O verão pode durar décadas. O inverno, toda uma vida. E a guerra dos tronos começou. Como Guardião do Norte, lorde Eddard Stark não fica feliz quando o rei Robert o proclama a nova Mão do Rei. Sua honra o obriga a aceitar o cargo e deixar seu posto em Winterfell para rumar para a corte, onde os homens fazem o que lhes convém, não o que devem... e onde um inimigo morto é algo a ser admirado.

Longe de casa e com a família dividida, Eddard se vê cada vez mais enredado nas intrigas mortais de Porto Real, sem saber que perigos ainda maiores esperam a distância.

Emprestado

Categoria:

Usuario:

Fonte: Autor (2024).

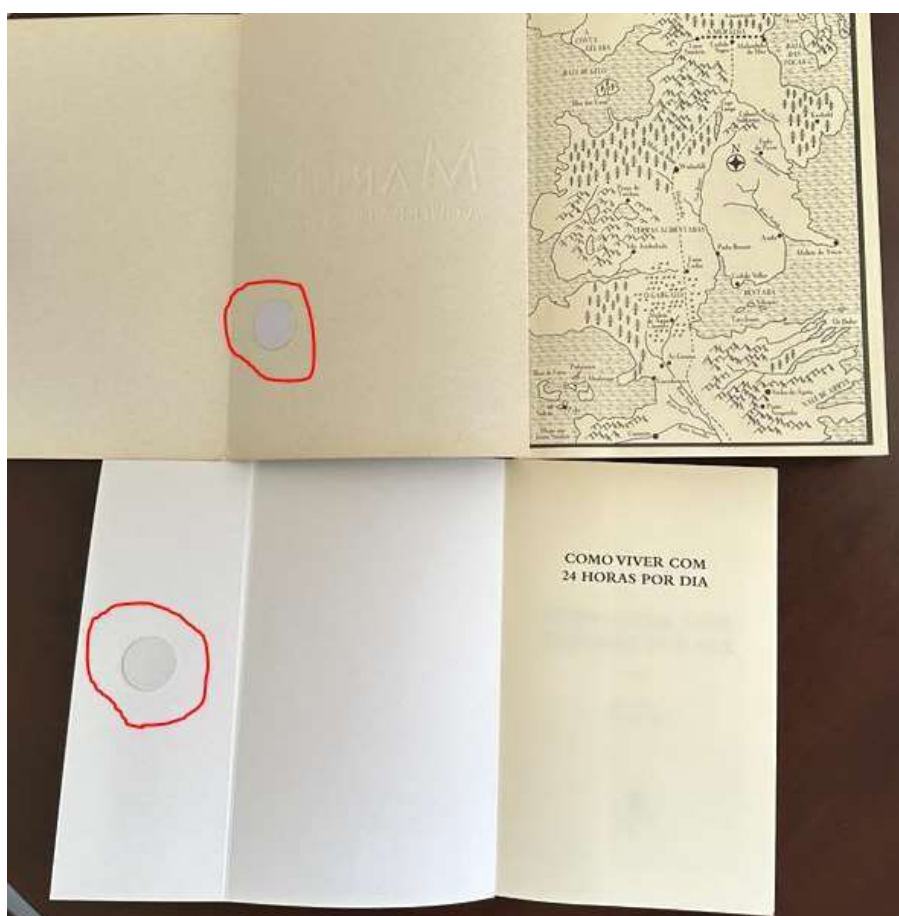
4.3 PROJETO DA ARQUITETURA DE HARDWARE PARA A DETERMINAÇÃO DO ESQUEMA DA APLICAÇÃO

A seguir serão mostradas as etapas de toda a montagem do protótipo a partir da utilização de todas as ferramentas e os materiais usados no projeto, mostrando todo o processo de como foi utilizado depois de montado passo a passo.

4.3.1 Montagem do protótipo

O protótipo proposto como uma solução na melhoria do empréstimo de livros de uma biblioteca, trouxe consigo alguns equipamentos para que esse sistema pudesse funcionar, dentre primeiramente as Tags de RFID que são responsáveis pela identificação dos livros e dos usuários da biblioteca (Figuras 26 e 27).

Figura 26 - TAGS de RFID inseridas nos livros.



Fonte: Autor (2024).

Figura 27 - TAGS de RFID dos usuários.

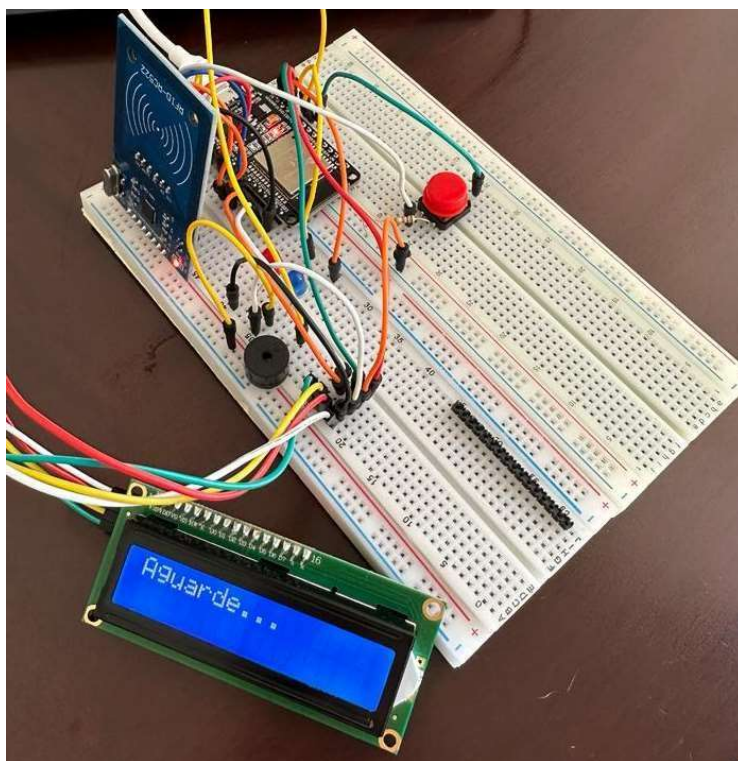


Fonte: Autor (2024).

A seguir está a montagem da bancada de validação (Figura 28), composta pelo leitor RFID Mfrc522 Mifare, o ESP32 em conexão com a WIFI, o led azul (sistema ligado) e vermelho (sistema desligado), o botão para ligar e desligar o sistema, o Buzzer para efeito sonoro e o display LCD 16x2 para leitura das informações da bancada.

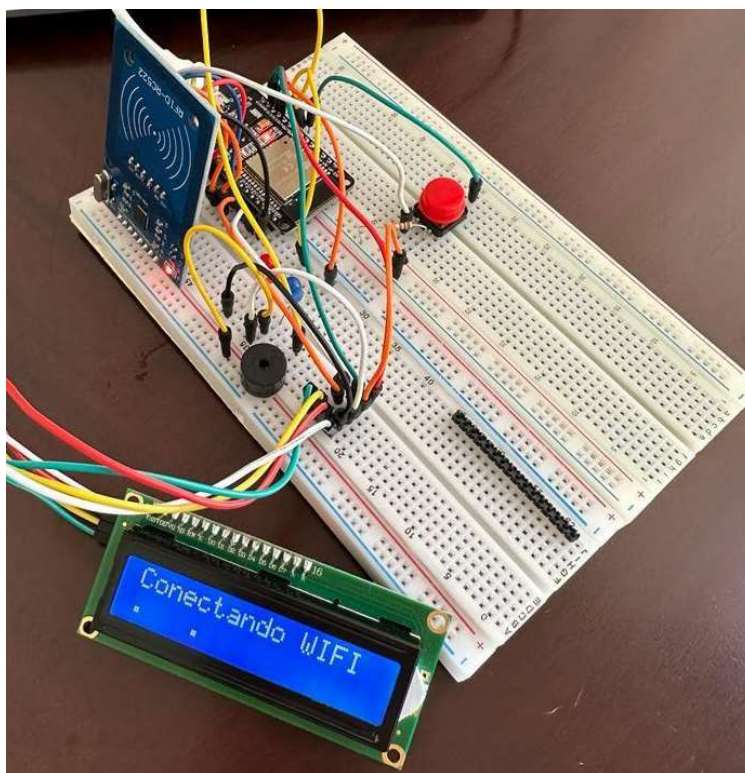
Quando o sistema é conectado a uma alimentação de 5V, a informação “aguarde...” é apresentada no display, até que se inicie a conexão com a WIFI (figura 29).

Figura 28 – Bancada de validação.



Fonte: Autor (2024).

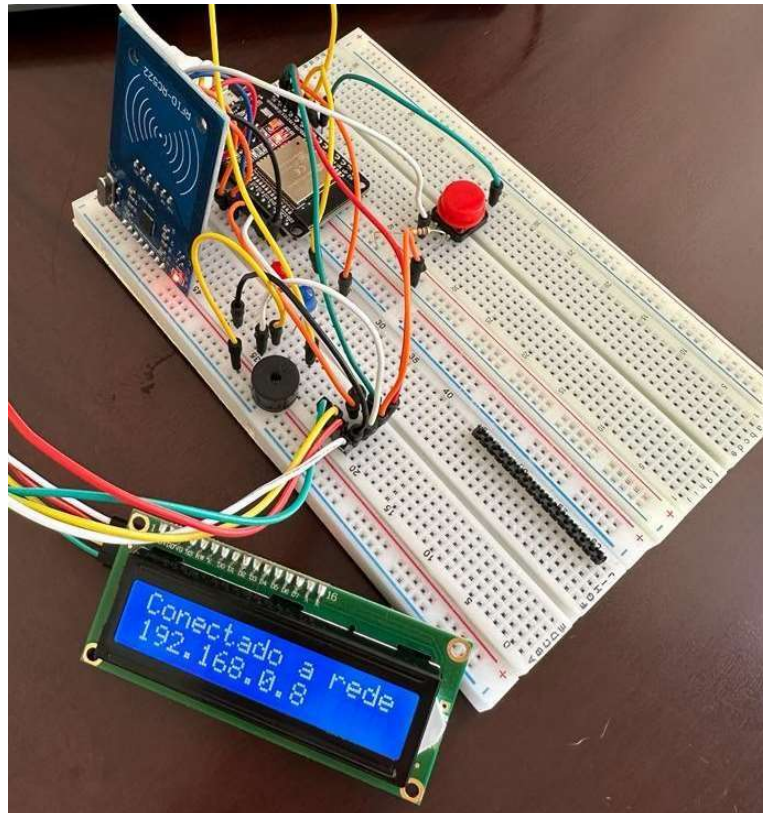
Figura 29 – Conectando a WIFI.



Fonte: Autor (2024).

Caso a conexão com a WIFI seja realizada com sucesso, será apresentado no display o IP da rede em que o ESP32 esta conectado, iniciando também o processo de conexão com o Broker MQTT inscrito como “publisher”, para enviar as informações das Tags para a aplicação Web (Figura 30).

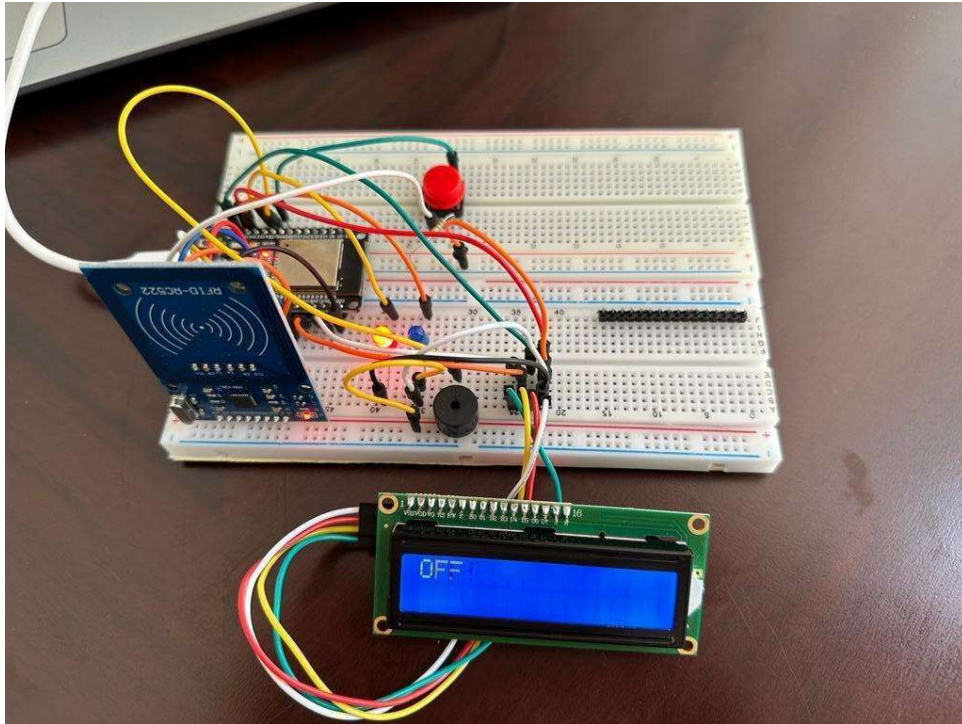
Figura 30 – WIFI conectado.



Fonte: Autor (2024).

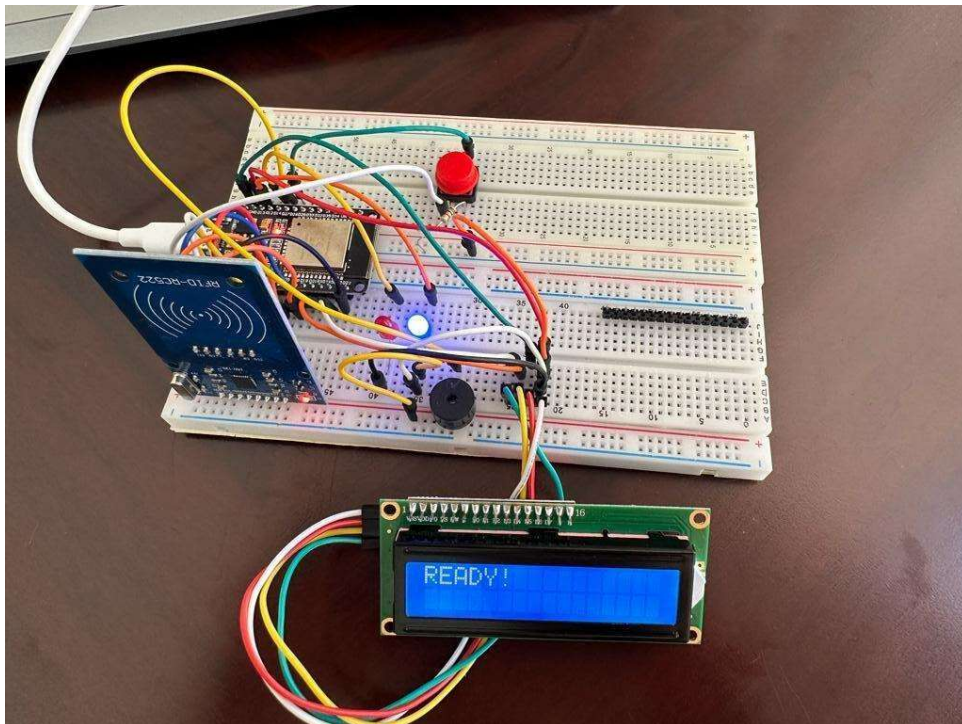
Após a conexão com a WIFI e o Broker MQTT, o led vermelho será ligado e a mensagem “OFF!” será apresentada no display (Figura 31). Para ativar o leitor RFID, deve-se pressionar o botão vermelho, assim que pressionado o sistema irá ativar o leitor RFID e a mensagem “READY!” será apresentada no display (Figura 32) e o led azul será ligado, após a ativação a bancada estará pronta para ler as Tags RFID. Caso não esteja em uso, o botão poderá ser pressionado novamente para desativar o sensor RFID evitando leituras indesejadas.

Figura 31 – Status OFF.



Fonte: Autor (2024).

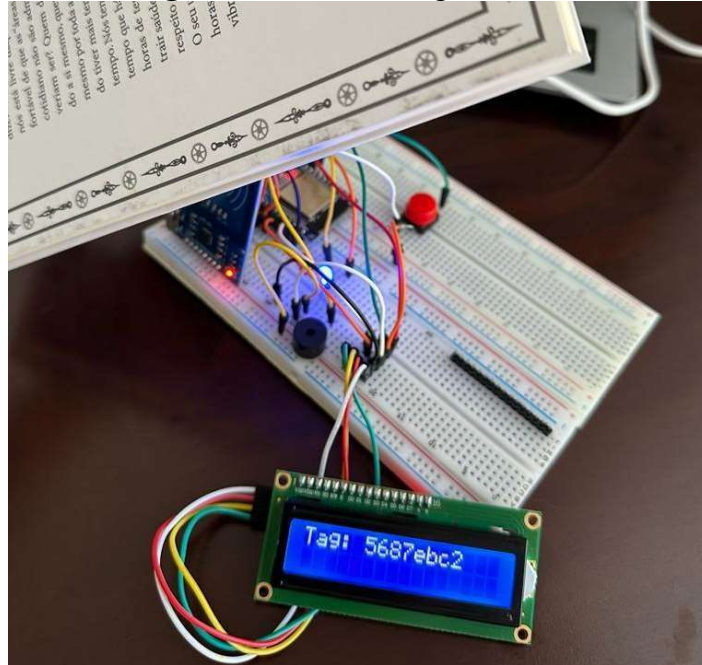
Figura 32 – Status READY.



Fonte: Autor (2024).

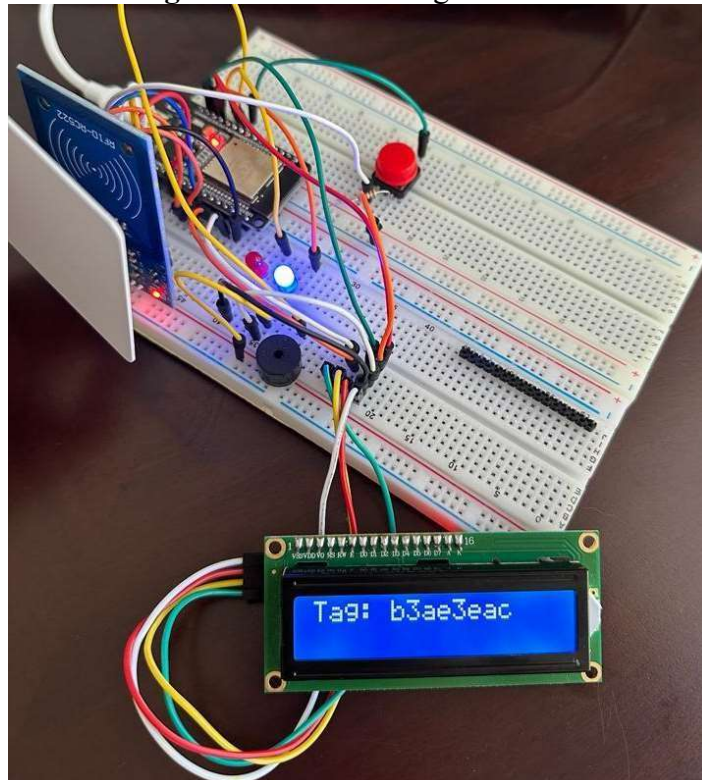
Sempre que uma Tag for aproximada do leitor, caso esteja ativo, a mensagem será publicada no broker e impressa no display LCD com o número ID da Tag lida (Figura 33 e 34), seja do livro ou do cartão de identificação do usuário.

Figura 33 – Leitura Tag livro.



Fonte: Autor (2024).

Figura 34 – Leitura Tag cartão.



Fonte: Autor (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

No decorrer deste trabalho, exploramos o impacto significativo da implementação da tecnologia RFID (Radio-Frequency Identification) no contexto bibliotecário, visando otimizar os processos de empréstimo e devolução de livros. Em um cenário onde a tecnologia avança rapidamente, é imperativo que as bibliotecas se adaptem às inovações para continuar oferecendo serviços eficientes e relevantes.

A substituição da tecnologia de código de barras pelo RFID revelou-se uma escolha estratégica, proporcionando melhorias substanciais na eficiência operacional e na experiência do usuário. Ao permitir a identificação automática e rápida dos livros, o RFID agiliza significativamente o processo de empréstimo e devolução, isso não apenas economiza tempo para os usuários, mas também reduz a carga de trabalho para os bibliotecários, permitindo que se concentrem em atividades mais estratégicas.

Dentre os benefícios do uso da tecnologia RFID constatados ao longo do trabalho, podemos destacar as funcionalidades adicionais que a tecnologia proporciona, como a possibilidade de armazenamento de dados nas Tags e a otimização do alcance e precisão de leitura. Para fins de prototipagem, foram utilizados dispositivos de alta frequência (HF) no espectro RFID, sendo necessário a aproximação do dispositivo para leitura sequencial. Para uso em produção, se faz necessário a utilização de equipamentos de ultra alta frequência (UHF), que oferecem a possibilidade de identificação simultânea, permitindo que múltiplos itens sejam processados em questão de segundos a distâncias maiores. Essa eficiência notável não apenas acelera o fluxo de trabalho nas transações de empréstimo e devolução, mas também reduz consideravelmente as filas de espera, melhorando significativamente a experiência do usuário.

As propostas de trabalhos futuros de forma a dar continuidade ao projeto são: explorar algoritmos de aprendizado de máquina para prever padrões de empréstimo, como livros mais solicitados e sugestão de livros com base nas preferências do usuário, otimizando a alocação de recursos da biblioteca. Aprimorar a segurança com a utilização do RFID em conjunto com uma catraca ou tranca eletrônica, validando o acesso do usuário ao banco de dados. Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que permita aos usuários realizarem a reserva de livros, alterarem datas de devolução e receberem notificações da biblioteca.

REFERÊNCIAS

- BALTZAN, Paige. **Tecnologia orientada para gestão**. 6 ed. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2016.
- BARBIERI, Carlos. **Governança de dados: práticas, conceitos e novos caminhos**. São Paulo: Alta Books, 2020.
- BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 4 ed. São Paulo: Saraiva Uni, 2020.
- BIFFI, Kelvin Baumhardt. **Javascript: básico ao avançado**. São Paulo: Independently Published, 2018.
- BRITO, Regina Garcia; VALLS, Valéria Martin. O papel das bibliotecas no contexto das Tecnologias Digitais e novas formas de aprendizagem. **Rev. Bras. Biblioteconomia e Documentação**, v. 13, 2017. Disponível em <<https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/680/583>>. Acesso em 10 maio.2022.
- ESTABEL, Lizandra B. et al. **Biblioteca: conhecimentos e práticas**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- FREEMAN, Eric; ROBSON, Elisabeth. **Use a cabeça! HTML e CSS**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- IEPSEN, Edécio Fernando. **Lógica de programação e algoritmos com JavaScript: uma introdução à programação de computadores com exemplos e exercícios para iniciantes**. 2 ed. São Paulo: Novatec, 2022.
- MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Banco de dados: projeto e implementação**. 4 ed. São Paulo: Érica, 2020.
- MACARTHER, Brian. **Estrutura da comunicação integrada por computador**. São Paulo: Bibliomundi, 2022.
- MARTÍNEZ-ÁVILA, Daniel et al. **Tópicos da bibliometria para bibliotecas universitárias**. São Paulo: Oficina Universitária, 2020.

MUELLER, John Paul. **Segurança para desenvolvedores web**: usando JavaScript, HTML e CSS. São Paulo: Novatec, 2016.

PEREIRA, Paloma Cristina. **Introdução a banco de dados**. São Paulo: Senac São Paulo, 2021.

SANTOS, Shalton. Viana dos. **RFID**: conceitos, implementação e desempenho com baixo custo computacional. São Paulo: Dialética, 2022.

SATIN, Helder; FIORAVANTE, André. **Manual completo de informática para concursos**. Indaiatuba, SP: Foco, 2021.

SILVA, Maurício Samy. **Fundamentos de HTML5 e CSS3**. São Paulo: Novatec, 2015.

SOUZA, Vitor Amadeu. **Código de barras com Pic**. Joinville, SC: Clube de Autores, 2013.

TURBAN, Efraim. **Tecnologia da informação para gestão**: em busca do melhor desempenho estratégico e operacional. 8 ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2013.

VIEIRA, Ronaldo da Mota. **Introdução à teoria geral da biblioteconomia**. Rio de Janeiro: Intendência, 2014.

B. P.Santos, A. Alberto, T.D.F.M.Lima, F.M.B. Charrua-Santos. **Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades**. Disponível em <<https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesarrollo/article/view/e316/193>> Acesso em 26-janeiro-2024.

SANTIAGO, Cynthia Pinheiro et al. Desenvolvimento de sistemas Web orientado a reuso com Python, Django e Bootstrap. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2020.

[Foundation 2020a] Foundation, D. S. (2020a). **Documentação do Django**. [Online; acesso em 26-janeiro-2024].

[Foundation 2020b] Foundation, P. S. (2020b). **The python package**. [Online; acesso em 26-janeiro-2024].

TORRES, Andrei BB; ROCHA, Atslands R.; DE SOUZA, José Neuman. **Análise de desempenho de brokers mqtt em sistema de baixo custo**. In: Anais do XV Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação. SBC, 2016. p. 2804-2815. <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wperformance/article/view/9727/9623>> Acesso em 15-janeiro-2024.

YUAN, Michael. **Conhecendo o mqtt**. IBM, 2017. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-foriot/index.html>>. Acesso em: 16-janeiro-2024.

SEROZHENKO, Marina. MQTT vs HTTP: **which one is the best for IoT?** 2017. Disponível em: <<https://medium.com/mqtt-buddy/mqtt-vs-http-which-one-is-the-best-for-iot-c868169b3105>>. Acesso em: 16-janeiro-2024.

WELES, Enkindu Feitosa. Protótipo para um sistema de automação de controle patrimonial utilizando tecnologia rfid. **Revista Brasileira de Mecatrônica**, v. 1, n. 4, p. 1-10, 2019.

ESPRESSIF SYSTEMS. **ESP32 Series Datasheet**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf>. Acesso em: 16-janeiro-2024.

OLIVEIRA, S. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. São Paulo: Novatec, 2017.

SQLite. **About SQLite**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em <<https://www.sqlite.org/about.html>>. Acesso em: 20-janeiro-2024.

KREIBICH, Jay. **Using SQLite: Small. Fast. Reliable. Choose Any Three**. [S. l.]: O'Reilly Media, Inc, 2010. 530 p. ISBN 978-0-596-52118-9.