



Inteli

NOME DO PROJETO Pirelli



Controle do IoTDoc - Documentação Geral do Projeto

Histórico de revisões

| Data | Autor | Versão | Resumo da atividade |
|------------|--|--------|--|
| 18/04/2023 | Arthur Tsukamoto | 1.0 | 1.0 - Introdução 1.1 - Objetivos |
| 19/04/2023 | Samuel Lucas | 1.1 | 3.1.1 - Adicionando uma parte do contexto da indústria. 3.1.4 - Adicionando o Value Proposition Canvas. |
| 20/04/2023 | Samuel Lucas Yago Lopes | 1.2 | 3.1.2 - Adicionando a análise SWOT 3.1.3 - Adicionando a descrição da solução a ser desenvolvida 3.1.1 - Finalizando o contexto da indústria |
| 20/04/2023 | Felipe Moura | 1.3 | 3.2.3 - Adicionando user stories |
| 26/04/2023 | Felipe Moura | 1.4 | 3.2.2 - Adicionando jornada do usuário da persona Luiz |
| 27/04/2023 | Felipe Moura | 1.5 | 3.2.2 - Atualizando jornada do usuário da persona Luiz e preenchendo requisitos funcionais |
| 27/04/2023 | Yago Phellipe | 1.6 | 3.3.2 preenchendo requisitos funcionais |
| 28/04/2023 | Yago Phellipe | 1.7 | 3.1.5 - Adicionando Matriz de Risco 3.1.6 - Adicionando LGPD |
| 28/04/2023 | Arthur Tsukamoto Oliveira Guilherme Moura | 1.8 | 3.4.1 Protótipo Inicial do Projeto usando o Simulador Wokwi |
| 28/04/2023 | Samuel Lucas | 1.9 | 3.1.7 Bill of Material |
| 29/04/2023 | Guilherme Moura | 2.0 | 3.2.1 Personas 3.2.2 Jornada do Usuário |
| 02/05/2023 | Vinicius Kumagai | 2.1 | 3.3.2 Adicionando RNFs. |

| 12/05/2023 | Arthur Tsukamoto | 2.2 | 3.2.4 Protótipo de interface com usuário. |
|------------|------------------|-------------------|---|
| 09/06/2023 | Yago Phellipe | Revisão Artefatos | Revisão dos artefatos |

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. Introdução(sprint 1) | 4 |
| 1.1. Objetivos (sprint 1) | 4 |
| 1.2. Proposta de Solução (sprint 1) | 4 |
| 1.3. Justificativa (sprint 1) | 4 |
| 2. Metodologia (sprint 3) | 5 |
| 3. Desenvolvimento e Resultados | 6 |
| 3.1. Domínio de Fundamentos de Negócio (sprint 1) | 6 |
| 3.1.1. Contexto da Indústria (sprint 1) | 6 |
| 3.1.2. Análise SWOT (sprint 1) | 6 |
| 3.1.3. Descrição da Solução a ser Desenvolvida (sprint 1) | 6 |
| 3.1) qual é o problema a ser resolvido | 6 |
| 3.2) qual a solução proposta (visão de negócios) | 6 |
| 3.3) como a solução proposta deverá ser utilizada | 6 |
| 3.4) quais os benefícios trazidos pela solução proposta | 6 |
| 3.5) qual será o critério de sucesso e qual medida será utilizada para o avaliar | 6 |
| 3.1.4. Value Proposition Canvas (sprint 1) | 6 |
| 3.1.5. Matriz de Riscos (sprint 1) | 7 |
| 3.1.6. Política de Privacidade de acordo com a LGPD (sprint 1) | 7 |
| 3.1.7. Bill of Material (BOM) (sprint 1) | 7 |
| 3.2. Domínio de Fundamentos de Experiência de Usuário (sprint 1) | 9 |
| 3.2.1. Personas (sprint 1) | 9 |
| 3.2.2. Jornadas do Usuário ou Storyboard (sprint 1) | 9 |
| 3.2.3. User Stories (sprint 1) | 9 |
| 3.2.4. Protótipo de interface com o usuário (sprint 2) | 10 |
| 3.3. Solução Técnica | 10 |
| 3.3.1. Requisitos Funcionais (sprint 1) | 10 |
| 3.3.2. Requisitos Não Funcionais (sprint 2) | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.4. Arquitetura da Solução (sprint 3) | 10 |
| 3.3.5. Arquitetura do Protótipo (sprint 4) | 11 |
| 3.3.6. Arquitetura Refinada da Solução (sprint 5) | 12 |
| 3.4. Resultados | 12 |
| 3.4.1. Protótipo Inicial do Projeto usando o Simulador Wokwi (sprint 1) | 12 |
| 3.4.2. Protótipo Físico do Projeto (offline) (sprint 2) | 14 |
| 3.4.3. Protótipo do Projeto com MQTT e I2C (sprint 3) | 14 |
| 3.4.4. Protótipo Físico do Projeto (online) (sprint 4) | 15 |
| 3.4.5. Protótipo Final do Projeto (sprint 5) | 15 |
| 4. Conclusões e Recomendações (sprints 4 e 5) | 16 |
| 5. Referências | 17 |
| Anexos | 18 |

1. Introdução

A Pirelli, fundada em 1872 por Giovanni Battista Pirelli em Milão, iniciou suas atividades produzindo itens de borracha e, em 1885, passou a fabricar elásticos para carruagens. Em 1894, a empresa produziu seu primeiro pneu para velocípedes e, em 1905, produziu seu primeiro pneu para carros.

Em 1929, a Pirelli iniciou suas operações na América Latina, construindo e inaugurando sua primeira fábrica de pneus no Brasil. Onze anos depois, a empresa expandiu seus negócios na região com a construção de mais duas fábricas, em Santo André e na cidade de Merlo, na Argentina. Em 1949, a Pirelli fez um grande avanço tecnológico ao fabricar os pneus radiais Cinturato, que proporcionaram maior segurança aos consumidores.

Atualmente, a Pirelli é a sétima maior fabricante de pneus do mundo, com um total de 18 fábricas e 4.6 bilhões de Euros em capitalização de mercado. A empresa tem foco no setor automobilístico *premium* e *super premium*, produzindo pneus para carros esportivos e superesportivos, como Ferrari, McLaren, Bentley, Pagani e outros. Além disso, a Pirelli é conhecida por seu icônico calendário anual, produzido há mais de 40 anos. Ademais, a empresa, também, atua no setor educacional por meio da disponibilização de cursos para professores e alunos.

Em suma, a Pirelli é uma das maiores fabricantes de pneus do mundo, composta por grandes fábricas ao redor do mundo. Para acompanhar o andamento das fábricas e dos processos de fabricação dos pneus, é necessário o uso de tablets. No entanto, devido ao tamanho da fábrica, acaba-se perdendo esse aparelhos. Dessa forma, o projeto visa solucionar o problema do desaparecimento e perda de tablets no território fabril.

1.1. Objetivos

O projeto tem dois objetivos: o principal é desenvolver um dispositivo móvel de rastreamento que possa ser acoplado nos tablets, a fim de facilitar sua localização na fábrica e evitar perdas e extravios. Além disso, é necessário criar uma interface web com dashboards para melhor visualização da localização desses dispositivos dentro do ambiente fabril.

O objetivo secundário consiste em construir um dispositivo fixo que permita a recarga do artefato móvel e dos tablets simultaneamente. Ao ser conectado a este dispositivo, os dispositivos móveis da Pirelli irão gerar dados que alimentarão o *dashboard*.

1.2. Proposta de Solução

Nossa solução é composta por dois objetos principais: dispositivos de rastreamento que serão acoplados nos tablets e uma base para carregamento. Estes dispositivos trabalham em conjunto para fornecer um sistema de rastreamento eficiente e fácil de usar. Para o

rastreamento, os endereços MAC e IP da fábrica são mapeados. A base de carregamento, que serve tanto para o aparelho quanto para o dispositivo de rastreamento, também envia notificações para o Dashboard de quando o aparelho está sendo carregado, ajudando a manter o sistema sempre funcionando.

Todos os dados emitidos pelos dispositivos de rastreamento são compilados numa interface web com um dashboard, que pode ser acessado a partir de qualquer dispositivo com acesso à internet. Esse dashboard fornece informações detalhadas sobre a localização dos dispositivos de rastreamento, permitindo que os usuários monitorem a localização de seus equipamentos de forma fácil e rápida.

Além disso, o sistema pode ser configurado para enviar alertas quando um dispositivo de rastreamento estiver fora da área de cobertura ou em uma área restrita, o que ajuda a prevenir perdas e roubos. Em resumo, nossa solução é um sistema de rastreamento eficiente, fácil de usar e altamente personalizável para atender às necessidades específicas do cliente.

1.3. Justificativa

Nossa proposta de solução oferece uma ferramenta valiosa para a Pirelli, permitindo que seus colaboradores localizem facilmente qualquer aparelho dentro da fábrica. Com a crescente demanda por mobilidade dentro das empresas, é comum que os funcionários da Pirelli usem frequentemente dispositivos móveis, que são fáceis de transportar, em diferentes locais da fábrica, como os tablets. No entanto, muitas vezes esses dispositivos são perdidos ou esquecidos em algum lugar, o que pode resultar em perda de tempo e produtividade para os colaboradores.

Nossa primeira solução (rastreador) se diferencia por sua simplicidade e facilidade de uso, permitindo que os colaboradores da Pirelli localizem facilmente seus dispositivos móveis sem a necessidade de conhecimento técnico avançado. Além disso, o sistema é altamente escalável, podendo ser expandido conforme as necessidades da Pirelli cresçam.

Além disso, a outra solução, que será a base de carregamento, também corrobora para a diminuição dos extravios e perdas dos dispositivos móveis, visto que o carregamento acontecerá em um local fechado e precisará de chave de identificação para retirada da base. Com nossas soluções, a Pirelli poderá proteger seus equipamentos e manter um controle preciso de sua localização e quem está responsável pelo aparelho, resultando em maior produtividade, eficiência, controle e segurança no ambiente de trabalho.

2. Metodologia

A metodologia de desenvolvimento utilizada no projeto foi a *Reference Model for Open Distributed Processing* (RM-ODP). De acordo com o artigo '*The Reference Model of Open Distributed Processing: Foundations, experience and applications*', dos autores Haim Kilov, Peter F. Linington, José Raul Romero, Akira Tanaka e Antonio Vallecillo, a metodologia RM-ODP é um modelo de referência que fornece uma estrutura para descrever a arquitetura de infraestruturas de processamento aberto e distribuído (ODP). Nesse sentido, o RM-ODP se apoia nas transparências, a fim de permitir portabilidade e sob funções para suporte ao processamento aberto.

Além disso, é composto por 5 pontos de vistas, a fim de suportar a estruturação da combinação de diversos requisitos das organizações ou dos usuários, com as restrições decorrentes da tecnologia em uso. Dessa forma, os pontos de vistas são nomeados como: ponto de vista da empresa (*enterprise viewpoint*); ponto de vista de informação (*information viewpoint*); ponto de vista de computação(*computational viewpoint*); ponto de vista de engenharia (*engineering viewpoint*); ponto de vista de tecnologia (*technical viewpoint*).

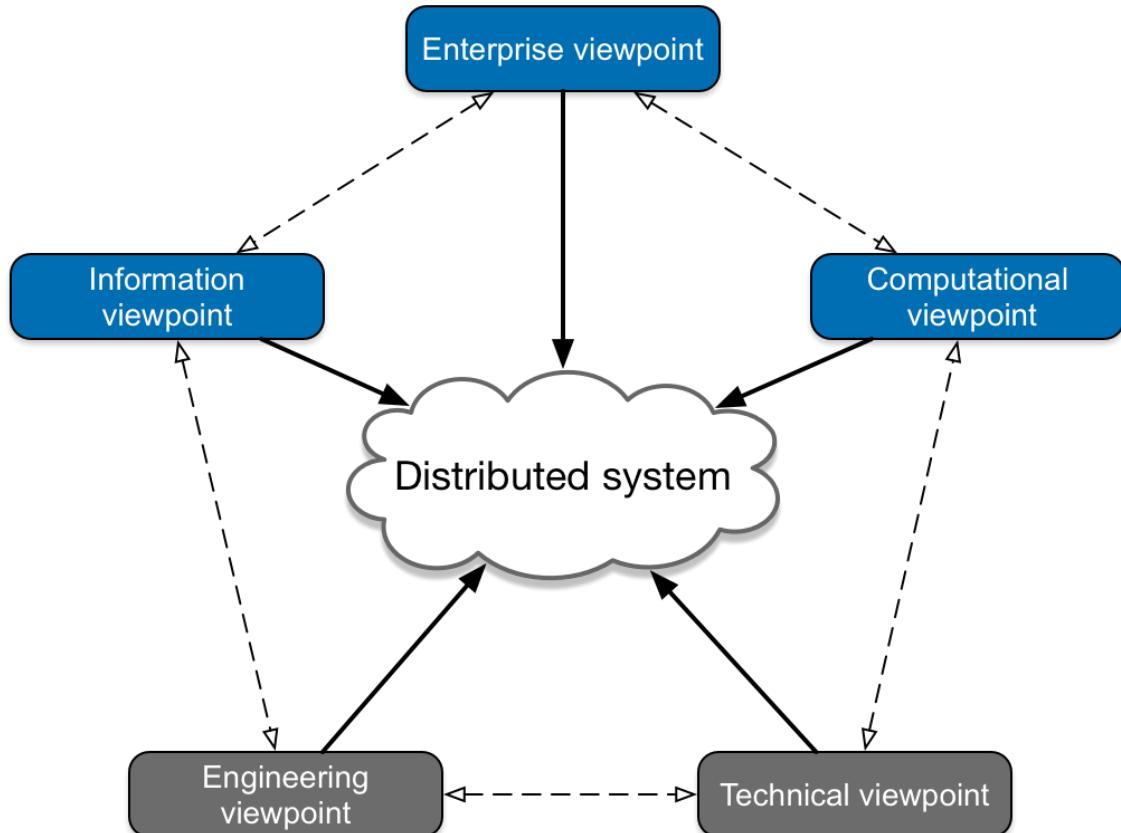


Imagen 1: Pontos de vistas do *RM-ODP*.

2.1. Pontos de vistas

Os pontos de vistas são extremamente importantes na especificação de sistemas complexos, por conseguir estabelecer clareza e estrutura, além de consistência e coerência no sistema. Somado a isso, possui vantagem de fornecer uma separação de preocupações relacionadas aos stakeholders, com a reutilização e compartilhamento de conceitos, modelos e soluções, possibilitando o gerenciamento da conformidade, a fim de atender os requisitos e regulamentos estabelecidos.

2.1.1. Ponto de Vista da Empresa

Este ponto de vista diz respeito à perspectiva do negócio, permitindo focar no propósito, escopo e políticas de um sistema ao descrever comunidades inter-relacionadas. Nesse sentido, ele lida com a natureza e os objetivos da organização a ser apoiada, além das regras impostas pelo ambiente operacional do sistema, visando capturar as necessidades de negócio da empresa.

2.1.2. Ponto de Vista de Informação

O Ponto de Vista de Informação possui relação com a perspectiva da semântica da informação, identificando os objetos informacionais. Dessa forma, ele define os tipos de dados a serem trocados entre os sistemas, a fim de alcançar um nível básico de consistência na interpretação e uso dessas informações. Em outras palavras, está relacionado com a informação armazenada e processada pelo sistema a ser desenvolvido.

2.1.3. Ponto de Vista de Computação

Este ponto está relacionado com as funcionalidades do sistema, descrevendo a arquitetura de software do sistema de forma independente, focando apenas na funcionalidade básica, como, por exemplo, distribuição, replicação ou tolerância a falhas, a fim de garantir consistência no sistema. Em outras palavras, ele expressa o design funcional do sistema.

2.1.4. Ponto de Vista de Engenharia

O ponto de vista de engenharia diz respeito à distribuição do sistema, fornecendo um conjunto de conceitos e soluções genéricas de *middleware* e modelos para transformar a especificação computacional em uma implementação concreta.

2.1.5. Ponto de Vista de Tecnologia

Este ponto se refere a produtos e tecnologia, expressando as políticas para a seleção de componentes e tecnologias adequadas, além dos recursos disponíveis para apoiar a implementação e manutenção do sistema.

3. Desenvolvimento e Resultados

3.1. Domínio de Fundamentos de Negócio

3.1.1. Contexto da Indústria

De acordo com o site CarLogos, as maiores fabricantes de pneus e principais concorrentes da Pirelli são: Michelin, Bridgestone e Continental. Na primeira posição se encontra a Michelin, empresa fundada em 1888 pelos irmãos André e Édouard Michelin na cidade Clermont-Ferrand, França. A empresa iniciou atuando no setor da fabricação de pneus para bicicletas e elásticos para carruagens. Apenas em 1895, a Michelin passou a fabricar pneus para veículos motorizados e desde então, a empresa possui 69 unidades industriais e 130 mil funcionários ao redor do mundo.

Em segundo lugar, encontra-se a Bridgestone, que possui origem Americana e Japonesa. A empresa é a fusão de duas outras empresas, a *Firestone Tire & Rubber Company* fundada em 1900 por *Harvey Firestone* em *Akron*, Estados Unidos e a *Bridgestone Tire Company Ltd.* fundada em 1931 pelo japonês *Shojoiro Ishibashi*. A fusão ocorreu em 1988 e atualmente a empresa possui 178 fábricas, sendo 47 voltadas para a produção de pneus, além de empregar 139 mil pessoas ao redor do mundo. Por fim, a terceira maior empresa de pneus é a Continental, fundada em 1871 em Hanôver na Alemanha, que possui 13 fábricas de pneus e emprega 190 mil pessoas em 61 países diferentes.

A Pirelli é uma fábrica no setor da indústria de pneus, sendo a maior fábrica da Pirelli localizada em Campinas - São Paulo - Brasil. Como uma empresa privada, a Pirelli tem seu modelo de negócio focado na fabricação e na venda de pneus para carros de luxo como BMW, Mercedes, Porsche e Ferrari. Além disso, a Pirelli busca expandir seus negócios para outros segmentos do mercado de pneus, como pneus para bicicletas e motocicletas, fornecendo a esses segmentos produtos de alta qualidade e tecnologias avançadas. A empresa também está investindo em novos modelos de negócios, como a oferta de um serviço de pneus sob demanda, onde os clientes podem agendar a troca de pneus em casa ou no trabalho, tornando o processo mais conveniente e acessível. A Pirelli também se destaca no mercado de pneus sustentáveis, desenvolvendo produtos que reduzem as emissões de CO₂ e ajudam a proteger o meio ambiente. Por meio dessas iniciativas, a Pirelli demonstra seu compromisso em atender às necessidades de seus clientes e permanecer competitiva em um mercado em constante mudança. Para uma melhor compreensão do cenário industrial que a Pirelli se encontra, foi realizado um estudo através das cinco forças de Porter, exibido no item 3.1.1.

Com a evolução da tecnologia, a maior parte das indústrias estão sofrendo alterações no seu modelo de negócios a fim de se adaptar às tendências do mercado. Para a Pirelli não deve ser diferente, em que foi possível identificar diversas tendências como por exemplo: o aumento na demanda por pneus ecológicos, sendo mais eficientes em termos de energias e com maior durabilidade, visando aumentar a sustentabilidade; aumento exponencial da fabricação de carros elétricos levando a criação de pneus específicos para eles, devido ao peso e toque do motor elétrico; aumento de veículos autônomos, exigindo pneus com maior capacidade de comunicação e sensoriamento, visando auxílio na navegação do veículo.

Além de tudo isso, uma integração maior à indústria 4.0 e 5.0, onde a indústria 4.0 diz respeito à quarta revolução industrial, caracterizada pela adoção de tecnologias como Internet das Coisas, Inteligência artificial, big data, entre outros, para aumentar a eficiência do processo das indústrias, enquanto a indústria 5.0 se refere à próxima fase da evolução da indústria, propondo uma maior colaboração entre humanos e máquinas, de maneira mais simbólica, além da produção sob demanda.

Nesse contexto, relacionando as tendências com o projeto, os artefatos que serão entregues irão ajudar a Pirelli a se adaptar à indústria 4.0, por meio dos dispositivos IoT para rastrear e localizar equipamentos dentro de suas fábricas. A evolução tecnológica na digitalização e a automação das operações de fabricação exigem medidas eficientes e produtivas. Para isso, as empresas usam esses dispositivos para monitorar a localização e condição dos equipamentos, gerando dados em tempo real que otimizam o trabalho dos funcionários, além de reduzir o tempo de inatividade e aumentar a utilização dos equipamentos. Com a adoção desses dispositivos, decisões informadas sobre reparo e substituição são mais fáceis e possíveis ao rastrear o tempo de uso e o desempenho do equipamento por meio da tecnologia IoT. Dessa forma, entende-se que, além de reduzir o tempo de inatividade, melhorar a eficiência e gerar dados, essa tecnologia pode desempenhar um papel fundamental na otimização dos processos industriais ao permitir que as empresas monitorem a localização, condição e desempenho dos equipamentos em tempo real.

3.1.1.1. Cinco Forças de Porter

Para uma melhor compreensão do modelo de negócios da Pirelli, foi realizado um estudo através das cinco forças de Porter:

| 5 FORÇAS DE PORTER | |
|--|---|
| Rivalidade entre os concorrentes | Por ser uma instituição privada e fazer parte da indústria de pneus, a Pirelli possui muitos concorrentes. Nesse sentido, é válido lembrar que a Pirelli é focada em vendas de pneus para carros de corrida e carros de luxo, então, não são todas empresas do setor da indústria de pneus que são concorrentes diretos da Pirelli. Dessa forma, é possível elencar algumas das empresas concorrentes nestes setores, sendo elas: Michelin, Bridgestone, Goodyear e Continental. |
| Poder de barganha dos fornecedores | Pode-se considerar que a barganha dos fornecedores é moderada, especialmente se houver falta de matérias-primas ou se os preços delas aumentarem, pois a Pirelli é uma empresa que depende muito de fornecedores dessas matérias-primas para produzir seus produtos. |
| Poder de barganha dos compradores | O poder de barganha dos compradores é relativamente alto, visto que existem muitos concorrentes no mercado de pneus e os compradores têm a possibilidade de comparar facilmente os preços e a qualidade dos produtos. Porém, a Pirelli, por ser uma marca reconhecida mundialmente por sua qualidade, pode se sobressair devido ao seu reconhecimento de possuir ótimos produtos. |
| Ameaças de produtos ou serviços substitutos | Os pneus são produtos essenciais para os veículos e não há muitos outros que possam substituí-lo. Pode-se dizer que alguns serviços substitutos são os sistemas de transporte público, bicicleta e outros meios de transporte. No entanto, como grande parte da população depende do uso de carros e outros veículos com pneus para se locomover, isso torna a ameaça de produtos baixa. |
| Ameaças de novos entrantes | A preocupação quanto a novos entrantes é muito baixa, já que a indústria de pneus está bem consolidada na área de automóveis de luxos e corridas com uma base sólida de clientes. Além disso, a indústria de pneus é muito complexa e exige investimentos altos em tecnologia e maquinário, dificultando a entrada de novos concorrentes. |

3.1.2. Análise SWOT

A análise SWOT é um método de planejamento estratégico que ajuda uma empresa ou organização a identificar seus pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças.

Imagen 1: Matriz SWOT.



Fonte: Desenvolvido pelo grupo através do Miro, utilizando o template disponibilizado pela orientadora.

Para melhor visualização da imagem, é possível acessar diretamente o Miro através do link:
[clique aqui](#).

3.1.3. Descrição da Solução a ser Desenvolvida

3.1) Qual é o problema a ser resolvido

O problema que a Pirelli está enfrentando é a perda e extravios de tablets, podendo, com isso, ocasionar na perda ou vazamento de dados confidenciais, ocasionando em prejuízos financeiros e reputacionais. A empresa precisa encontrar uma solução para manter esses dispositivos protegidos contra extravios, o que pode envolver medidas de segurança física, como armários com trava para armazenamento seguro dos dispositivos e medidas de segurança digital, como criptografia de dados armazenados em dispositivos. A Pirelli também pode precisar revisar seus procedimentos de manuseio desses dispositivos para minimizar o risco extravios.

3.2) Qual a solução proposta (visão de negócios)

A solução proposta é a criação de dois artefatos: O primeiro artefato é um dispositivo IoT conectado por Wi-Fi que possa ser acoplado aos tablets para obter informações sobre eles e suas respectivas localizações. Nesse sentido, será elaborada uma aplicação web que terá um dashboard que permite os funcionários a monitorar e rastrear a localização dos dispositivos, além de obter dados sobre a situação do dispositivo, o funcionário que fez a reserva, a porcentagem da bateria, os logs, entre outras informações.

Por conseguinte, o segundo artefato é uma base de carregamento, que serve tanto para o carregamento dos dispositivos móveis quanto dos rastreadores, ajudando na concentração dos dispositivos e controle de acesso.

3.3) Como a solução proposta deverá ser utilizada

A solução do artefato de rastreamento será utilizada como um sistema interno de controle de TI da Pirelli, onde a área de TI irá rastrear e monitorar a localização dos dispositivos móveis utilizados pelos colaboradores dentro da fábrica, a fim de melhorar a eficiência operacional e a segurança. Dessa forma, evita-se que o dispositivo possa sair da área da fábrica estipulada para o manuseio do equipamento. Já o artefato da base de carregamento, será posto em locais fixos, de acordo com divisão de áreas da Pirelli, sistemas de carregamento dos dispositivos, com controle de acesso, sendo possível identificar quais tablets estão carregando, quem foi o último responsável e quem retirou os últimos dispositivos que estavam na base.

3.4) Quais os benefícios trazidos pela solução proposta

A proposta de implantação de um sistema de rastreamento de equipamentos na fábrica trará um controle maior e mais relevante sobre os tablets para a empresa. Dentre esses benefícios, podemos destacar a maior eficiência operacional, pois rastrear a localização de tablets permitirá que a Pirelli identifique gargalos de produção e otimize fluxos de trabalho. Outro ponto que vale a pena ressaltar é a segurança aprimorada, já que a localização do tablet permitirá que a Pirelli identifique rapidamente se um dispositivo foi extraviado, garantindo a segurança dos dados e do dispositivo e reduzindo o trabalho dos funcionários ao ter que procurar pelos itens perdidos. Por último, outro fator que pode beneficiar é a melhor tomada de decisão, pois os painéis com dados exportados permitirão à Pirelli monitorar e analisar as informações coletadas, ajudando a tomar decisões mais informadas sobre o gerenciamento de equipamentos móveis.

3.5) Qual será o critério de sucesso e qual medida será utilizada para o avaliar

Um dos critérios de sucesso será a diminuição de casos de perdas e extravios de dispositivos móveis da Pirelli, medido através da comparação entre a média de perdas mensais atuais após a implementação com antes da implementação. Além disso, caso ocorra essas perdas, outro critério será a taxa de recuperação e o tempo gasto para recuperar esses tablets, sendo possível medir pela comparação com os dados anteriores.

3.1.4. Value Proposition Canvas

O Value Proposition Canvas é uma ferramenta que auxilia as empresas a compreender melhor seus clientes e desenvolver produtos e serviços que atendam às suas necessidades e desejos.

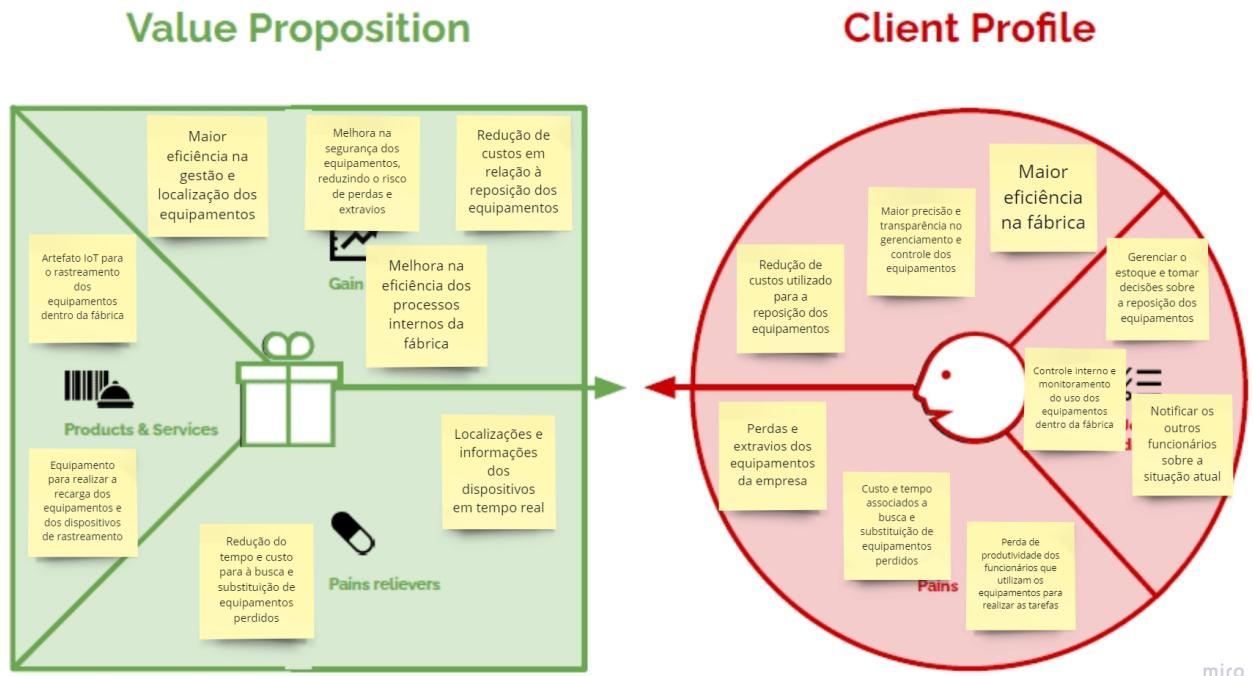


Imagen 2: Canvas Value Proposition.

Fonte: Desenvolvido pelo grupo através do Miro, utilizando o template disponibilizado pela orientadora.

3.1.5. Matriz de Riscos

A Matriz de Risco é uma ferramenta de gerenciamento utilizada para identificar e determinar o tamanho de um risco por meio de porcentagem, seja para ameaças ou para oportunidades, possibilitando as ações de impedimento e controle do projeto que está sendo feito.

Nesse contexto, a ferramenta foi elaborada por meio de uma tabela inserida no próprio documento, onde algumas células contém letras, sendo possível identificar os valores delas nas legendas no fim do tópico.

Matriz de Riscos - Ameaças

| Probabilidade | Ameaças | | | | |
|---------------|-------------|-------|----------|------|------------|
| 90% | | | | | |
| 70% | | | | | |
| 50% | | | G | | C |
| 30% | | A | | | B, D |
| 10% | | | | F | E |
| | Muito Baixo | Baixo | Moderado | Alto | Muito Alto |

Matriz de Riscos - Oportunidades

| Oportunidades | Possibilidade |
|---------------|---------------|
|---------------|---------------|

| | | | | | |
|-------------------|-------------|-----------------|--------------|--------------------|-----|
| | | | | | |
| H, K | L | M | | | 90% |
| | | I | | | 70% |
| J | | | | | 50% |
| | | | | | 30% |
| | | | | | 10% |
| Muito Alto | Alto | Moderado | Baixo | Muito Baixo | |

Imagen 3: Matriz de risco.

Legenda:

| Índice | Nome | Probabilidade | Impacto |
|----------------|---|---------------|------------|
| Ameaças | | | |
| A | Base de recarregamento não funcionar adequadamente | 30% | Baixo |
| B | Poucos roteadores e repetidores Wi-Fi | 30% | Muito Alto |
| C | Internet instável na fábrica | 50% | Muito Alto |
| D | Não adaptabilidade dos funcionários com a plataforma web | 30% | Muito alto |
| E | Mau entendimento do problema a ser resolvido | 10% | Muito Alto |
| F | Mau funcionamento dos componentes que vão ser utilizados para produção do MVP | 10% | Alto |
| G | Custos elevados | 50% | Moderado |

| Índice | Nome | Probabilidade | Impacto |
|----------------------|--|---------------|------------|
| Oportunidades | | | |
| H | Redução na perda e extravio de tablets na fábrica da Pirelli | 90% | Muito Alto |
| I | Maior controle dos colaboradores por meio dos dashboards | 50% | Moderado |
| J | Aumentar a eficiência operacional | 50% | Muito Alto |
| K | Melhorar o gerenciamento de estoque dos dispositivos | 90% | Muito Alto |
| L | Gerar insights valiosos por meio dos dados | 70% | Alto |
| M | Reducir custos operacionais | 70% | Moderado |

Para uma melhor visualização da Matriz de Riscos, é possível acessar através do Google Sheets: [+ Matriz de Riscos - IoTrackers](#)

3.1.6. Política de Privacidade de acordo com a LGPD

O IoTrackers é um grupo focado no desenvolvimento de produtos IoTs em parceria com a Pirelli. Os materiais necessários para a criação são providos pelo Instituto de Tecnologia e Liderança (Inteli), no intuito da criação de um dispositivo geolocalizador capaz de identificar a localização dos tablets na fábrica.

Nesse sentido, é interessante que o dispositivo se conecte com o Wi-Fi e mostre os dados por meio de um dashboard com as informações de cada dispositivo.

Nesse contexto, privacidade dos usuários é uma prioridade para o IoTrackers e, por isso, a presente política de privacidade estabelece como as informações coletadas serão tratadas.

Coleta dos dados:

O IoTrackers irá coletar as seguintes informações: identidade do usuário, IP da máquina, logs e outros registros necessários para o funcionamento do artefato móvel (geolocalizador) e do artefato fixo (base de carregamento). Esses dados serão coletados através do artefato de rastreamento e da base comum de carregamento, em que serão utilizados apenas para fins de controle interno da Pirelli.

Utilização dos dados:

As informações coletadas pelo IoTrackers serão utilizadas exclusivamente para fins internos de controle de TI. Os dados coletados serão exportados e alimentarão um dashboard que será utilizado pelo IT Local da Pirelli para identificar problemas e soluções relacionados à utilização dos tablets na fábrica. Além da análise dos dados para um melhor desempenho de toda a fábrica e ajudando também na melhora para os colaboradores por meio da análise dos dados obtidos.

Armazenamento dos dados e período de retenção:

Os dados serão armazenados na nuvem AWS, juntamente com outros dados coletados e tratados da Pirelli, a fim de estar em um sistema só. Na questão de retenção, os dados

coletados não possuem data de validade, podendo ser retidos até quando a companhia desejar.

Uso de cookies e/ou tecnologias semelhantes:

Será utilizado cookies para rastrear o comportamento dos usuários no dispositivo, como por exemplo quais páginas e aplicativos ele visitou e quanto tempo passou em cada um.

Compartilhamento dos dados:

As informações coletadas pelo IoTrackers não serão compartilhadas com terceiros, exceto quando exigido por lei ou por ordem judicial.

Segurança dos dados:

O IoTrackers adota medidas de segurança adequadas para proteger as informações coletadas, armazenadas e processadas. Nestes processos, incluiremos medidas técnicas e organizacionais para garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados coletados, sendo possível integrar os dados obtidos à segurança interna da Pirelli.

Direitos dos Usuários:

Os usuários têm o direito de solicitar ao controlador, a qualquer momento e mediante requisição, informações como a confirmação da existência do tratamento dos seus dados pessoais, o acesso aos dados, correção de informações incompletas, inexatas ou desatualizadas, além do direito de anonimização, bloqueio ou eliminação de dados desnecessários, excessivos ou tratados em desconformidade com as normas da LGPD. Para exercer esses direitos, os usuários devem entrar em contato com o IT Local da Pirelli responsável pelo projeto.

Esses direitos garantem ao titular dos dados maior controle sobre suas informações pessoais, além de possibilitar maior transparência e responsabilidade por parte das empresas e instituições que lidam com dados pessoais. É importante que as empresas e instituições estejam preparadas para atender a essas solicitações e que estejam em conformidade com as normas da LGPD para evitar sanções e penalidades.

Alterações na Política de Privacidade:

O IoTrackers se reserva o direito de alterar a presente política de privacidade a qualquer momento. As alterações serão comunicadas ao usuário por meio das reuniões da Pirelli e no site do projeto.

Contato: IoTrackers@gmail.com

3.1.7. Bill of Material (BOM)

O Bill of Material é um documento que descreve de forma detalhada todos os componentes, peças e materiais necessários para fabricar um produto ou construir um projeto.

| Bill Of Materials - Iotrackers | | | | |
|--------------------------------|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Título do Projeto | | | Iotrackers | |
| Autor | | | Iotrackers | |
| Número do documento | | | S/N | |
| Revisão | | | 0 | |
| Total de componentes da PCI | | | 70 | |
| Categorias | Quantidades | Referências dos componentes na PCI | Códigos dos Componentes (Fabricante) | Valores dos Componentes |
| | | | Capacitores | |
| Capacitores | 1 | C1, C2 | Capacitor eletrolítico de 10 uF / 25v | R\$0.32 |
| Somatório | | | | R\$0.32 |
| | | | Resistores | |
| Resistores | 1 | R1 | Resistor 10k ohm | R\$0.20 |
| Resistores | 1 | R2 | Resistor 1k ohm | R\$0.21 |
| Resistores | 1 | R3 | Resistor 330ohm | R\$0.18 |
| Somatório | | | | R\$0.59 |
| | | | Círculo Integrado | |
| Círculo Integrado | 1 | U1 | ESP32 WROOM-32D | R\$84.90 |
| Somatório | | | | R\$84.90 |
| | | | Conexões | |
| Conexões | 20 | JP1 | Jumper Macho x Macho | R\$4.05 |
| Conexões | 20 | JP2 | Jumper Macho x Femea | R\$6.56 |
| Conexões | 20 | JP3 | Jumper Femea x Femea | R\$6.56 |
| Somatório | | | | R\$17.17 |
| | | | Diversos | |
| Diversos | 1 | BZ1 | Buzzer | R\$2.48 |
| Diversos | 2 | Led1, Led2 | Led Vermelho | R\$1.44 |
| Diversos | 1 | Led3 | Led Verde | R\$0.72 |
| Diversos | 1 | BAT | Bateria | R\$58.90 |
| Diversos | 1 | SBAT | Suporte de bateria | R\$8.70 |
| Diversos | | MC1 | Módulo Carregador de Bateria | R\$5.50 |
| Somatório | | | | R\$4.64 |
| Somatório Total | | | | R\$107.62 |

3.2. Domínio de Fundamentos de Experiência de Usuário

3.2.1. Personas

Uma persona é uma representação fictícia do cliente ideal. Ela é baseada em dados demográficos, psicológicos, e comportamentais reais de seus clientes existentes ou potenciais. Ao criar uma persona, a empresa entende melhor as necessidades, desejos, objetivos, problemas e motivações de seus clientes, fazendo com que a empresa se conecte melhor com os seus clientes, além de fazer com que a empresa consiga criar estratégias de marketing mais eficazes.

Nesse sentido, foram criadas duas personas para esse projeto. A primeira é o Bruno Garcia:



BIOGRAFIA

Bruno nasceu em Campinas, mas viveu sua vida toda em Jundiaí. Começou a cursar Gestão de TI na Fatec com 22 anos. Conseguiu ser contratado pela Pirelli em Campinas aos 26 anos, na qual trabalha até hoje.

PERSONALIDADE

| | |
|----------------------|-----------|
| Analítica | ● ● ● ● ● |
| Solucionar problemas | ● ● ● ● ● |
| Falar em público | ● ● ● ● ● |
| Adaptabilidade | ● ● ● ● ● |

OBJETIVOS

- Identificar a eficácia do dispositivo de IoT no rastreamento de tablets.
- Caso comprovada a eficácia, implementar o dispositivo em todas as capas de tablet.
- Implementar dispositivos de carregamento IoT em cada setor da fábrica da Pirelli.

HABILIDADES

| | |
|----------------------------|--|
| Comunicação | <div style="width: 50%; background-color: #0070C0;"></div> |
| Experiência em liderança | <div style="width: 40%; background-color: #0070C0;"></div> |
| Proficiência em computação | <div style="width: 60%; background-color: #0070C0;"></div> |

FRUSTRAÇÕES

- Atraso em tarefas importantes devido a pausa causada pela procura dos tablets pela fábrica.
- Ter que ficar fazendo contratos de Leasing para substituição dos tablets perdidos.

MARCAS FAVORITAS



Imagen 5: Persona Bruno | Fonte: Elaboração própria.

Bruno é um gestor de TI responsável por cuidar do departamento de TI da fábrica da Pirelli. Suas principais dores são o atraso de tarefas importantes devido ao desprendimento do seu tempo na procura de tablets pela fábrica da Pirelli e ficar fazendo os contratos de Leasing de tablets para substituir aqueles que não conseguiram ser encontrados. Já seus objetivos são o de identificar de maneira eficaz os dispositivos perdidos pela fábrica e implementar a solução IoT nos tablets da fábrica.

A segunda persona é o Luiz Schmidt:



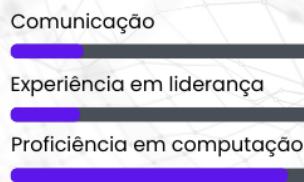
BIOGRAFIA

Luiz nasceu em Campinas e viveu a vida toda na cidade. Veio de uma família de classe média-alta. Fez bacharelado em Engenharia de Automação na Unicamp, em que estagiou e foi efetivado na Pirelli, onde está trabalhando há 4 anos.

OBJETIVOS

- Ter plena disponibilidade dos tablets durante o decorrer do seu turno.
- Utilizar os tablets da Pirelli para otimizar o seu trabalho como engenheiro.

HABILIDADES



PERSONALIDADE

| | |
|----------------------|--|
| Analítica | ● |
| Solucionar problemas | ● |
| Falar em público | ● |
| Adaptabilidade | ● |

FRUSTRAÇÕES

- Indisponibilidade de tablets na hora que ele necessita utilizar.
- Levar advertências por emprestar tablets para seus colegas de trabalho e os dispositivos sumirem.
- Preocupação com a segurança dos dados que estavam nos tablets que foram perdidos.

MARCAS FAVORITAS



Imagen 6: Persona Luiz | Fonte: Elaboração própria.

Schmidt é um engenheiro de controle e automação responsável por dar manutenção no maquinário presente na fábrica da Pirelli. Suas principais dores são a preocupação com a segurança dos dados que estavam no tablet que ele ou seus colegas de trabalho perderam, indisponibilidade para utilizar o tablet na hora de necessidade e levar advertências devido ao sumiço de um tablet que ele emprestou para algum de seus colegas. Já seus principais objetivos são a utilização dos tablets durante o decorrer do seu turno sem a preocupação de um possível sumiço e ter plena disponibilidade dos tablets durante o seu turno.

3.2.2. Jornadas do Usuário

Jornada do Usuário é a representação gráfica de todas as etapas que o cliente passa em seu contato com algum produto ou serviço. Dessa forma, foram elaboradas duas jornadas do usuário, uma para cada persona, sendo a primeira jornada do usuário do Bruno Garcia e a segunda do Luiz Schmidt.



Bruno Garcia

Cenário: Bruno terá um dashboard disponível para gerenciar a localização de todos os tablets pela fábrica da Pirelli.

Expectativas

- Economia monetária.
- Economia de tempo (tarefas repetitivas: compras, configuração, relatórios etc).
- Aumentar segurança dos equipamentos e dados.
- Produção ter sempre equipamentos disponíveis.

| Diagnóstico de Perda | Bloqueio de Acesso | Dashboard | Localização / Perda consumada |
|---|--|--|---|
| <p>1. O funcionário avisa o Gestor de TI que seu tablet foi perdido pela fábrica. Ele afirma seu nome, setor, número do armário e horário que pegou o tablet na base de carregamento.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Com qual funcionário estava o dispositivo? </div> | <p>1. O gestor de TI faz o bloqueio de acesso temporário do tablet. Pois como ele não está em posse do funcionário daquele setor, informações sigilosas podem ser vistas por outros funcionários ou até por pessoas que não são funcionários da Pirelli.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> É possível acessar informações sigilosas por meio do tablet perdido? </div> | <p>1. Após bloquear o acesso ao tablet, o gestor de TI tenta verificar a localização do tablet na fábrica por meio do dashboard. É nessa etapa que o gestor vê se o tablet realmente foi perdido ou se está na fábrica.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> O dispositivo está pela fábrica? Qual a localização dele? </div> | <p>1. Depois de olhar no dashboard, caso o tablet ainda esteja na fábrica, o gestor irá buscá-lo por meio da sua localização. Contudo, caso o tablet tenha sido perdido, o Gestor irá fazer um relatório para passar para o seu superior.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> O dispositivo foi encontrado ou foi de fato perdido? </div> |

Oportunidades

Criação de um dispositivo que tenha a localização exata e instantânea dos equipamentos com identificação do usuário. Com uma interface de fácil uso, fácil instalação, personalizável, escalável e que seja confiável. Com esse novo sistema, espera-se ser possível implementar novos procedimentos e tecnologias.

Responsabilidades

1. Não constrangimento de funcionários, caso ocorra a perca de algum tablet.
2. Utilização do Dashboard para localização dos dispositivos.
3. Elaboração de um relatório caso a perda do dispositivo seja consumada.

miro

Imagen 7: Jornada do Usuário Bruno | Fonte: Elaboração Própria.



Luiz Schmidt

Cenário: Luiz foi realizar sua tarefa diária que é verificar as chamadas de manutenção das máquinas as quais ele é responsável.

Expectativas

- Ter equipamentos carregados e disponíveis.
- Manter o padrão de qualidade da produção.
- Fazer a manutenção das máquinas que estão em estado de alerta.

| Coleta dos Equipamentos de Trabalhos | Verificação de Chamadas | Realização de Manutenção | Fazer Relatórios | Devolução Equipamento |
|--|---|--|---|---|
| 1. Vestir EPI's. 2. Pegar o equipamento na estação de carregamento. 3. Fazer login no equipamento. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Esse pessoal não consegue deslogar da conta quando termina o serviço não?? </div> | 1. Verificar as chamadas. 2. Definir ordem de prioridade. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Parece que esse carregador não carregou direito o equipamento. Será que dura até o final do expediente? </div> | 1. Percorrer a planta fabril e fazer as manutenções necessárias. 2. Entender os possíveis motivos que geraram a manutenção. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Meu tablet está mais lento. Será que esse dispositivo IoT está atrapalhando? </div> | 1. Gerar relatórios no app interno da Pirelli para o setor de qualidade e seus superiores. 2. Atualizar situação atual das máquinas. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Por que meu usuário deslogou sozinho??? Esse artefato vai me dar retrabalho toda vez?? </div> | 1. Deslogar usuário. 2. Devolução ao ponto de carregamento. 3. Carregar equipamento. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Como será que faz para carregar o tablet? </div> |

Oportunidades

Criação de um dispositivo que facilite a gestão dos equipamentos de forma que o equipamento esteja sempre disponível, carregado e com a localização exata. Com isso, se espera ter a oportunidade de implementar novos processos mais tecnológicos que podem melhorar a produtividade da produção, porém que hoje são impossibilitados pela falta de gestão de equipamentos.

Responsabilidades

1. Fazer revisão e medição nas máquinas
2. Seguir protocolos de manutenção
3. Manter produção com maquinário em condições ideais
4. Consertar equipamentos com defeitos

miro

Imagem 8: Jornada do usuário Luiz | Fonte: Elaboração Própria.

Para melhor visualização das jornadas dos usuários, é possível acessar através do link do Miro: [clique aqui](#).

3.2.3. User Stories

Segundo a AWari (blog de estudos), User Stories é uma técnica de desenvolvimento de software ágil que descreve uma funcionalidade ou requisito do sistema sob a perspectiva do usuário final. Essas descrições curtas e simples são escritas em linguagem natural e ajudam a equipe de desenvolvimento a entender as necessidades dos usuários, a priorizar funcionalidades e a se comunicar com os clientes e usuários finais de maneira eficaz. A importância das User Stories está em garantir que as funcionalidades sejam implementadas de acordo com as necessidades reais dos usuários finais e em compartilhar uma visão comum daquilo que deve ser desenvolvido.

Dessa forma, foram elaboradas as seguintes User Stories para o projeto:

- 1) Eu, como gestor do IT da Pirelli, desejo um artefato que me forneça o rastreio de geolocalização dos tablets na fábrica, para atender as normas de compliance e governança, de forma que nenhum tablet saia da fábrica.
- 2) Eu, como gestor do IT da Pirelli, desejo exportar os dados desse artefato que alimentarão um dashboard, com identidade do usuário, tempo de uso, logs e outros registros necessários, para que eu consiga identificar o usuário e não faça falsas acusações.
- 3) Eu, como gestor do IT da Pirelli, desejo que meu artefato móvel deva ser fixado nos tablets dos meus funcionários de forma que não seja possível removê-lo ou danificá-lo, para evitar trapaças em nossas análises.
- 4) Eu, como gestor do IT da Pirelli, desejo que meu artefato informe ao usuário quando ele estiver saindo da fábrica com seu dispositivo, para evitar que pessoas de boa índole e sem intenções ruins sejam punidas.
- 5) Eu, como gestor do IT da Pirelli, quero um artefato fixo que seja capaz de recarregar os tablets de forma segura e eficiente, para que eu possa garantir que os dispositivos estejam sempre prontos para uso.
- 6) Eu, como funcionário executivo da Pirelli, quero um artefato que possa ser facilmente desativado, para que eu consiga fazer reuniões externas ou levar o tablet para casa sem ser prejudicado/envergonhado.
- 7) Eu, como gestor, quero uma interface na qual seja possível encontrar o tablet em tempo real na fábrica, para que eu consiga gerenciar o uso e a localização desses tablets.

3.2.4. Protótipo de interface com o usuário

Um wireframe consiste em um protótipo de baixa a média fidelidade de uma página de um website, criado no início do desenvolvimento de um projeto. Seu objetivo é guiar o desenvolvedor na diagramação da página, auxiliando na construção estruturada do website. Além disso, o wireframe contribui para a usabilidade e permite receber feedbacks. Sendo elaborado no estágio inicial do projeto, facilita a realização de alterações com base nas opiniões do cliente.

No wireframe inicial do projeto, foi decidido criar protótipos de quatro páginas: página de login, página do dashboard, página do mapa e uma página para cadastrar novos equipamentos.

Na página de login, optamos por um design mais simples, evitando o uso excessivo de botões, a fim de proporcionar uma experiência de uso mais intuitiva para o usuário.

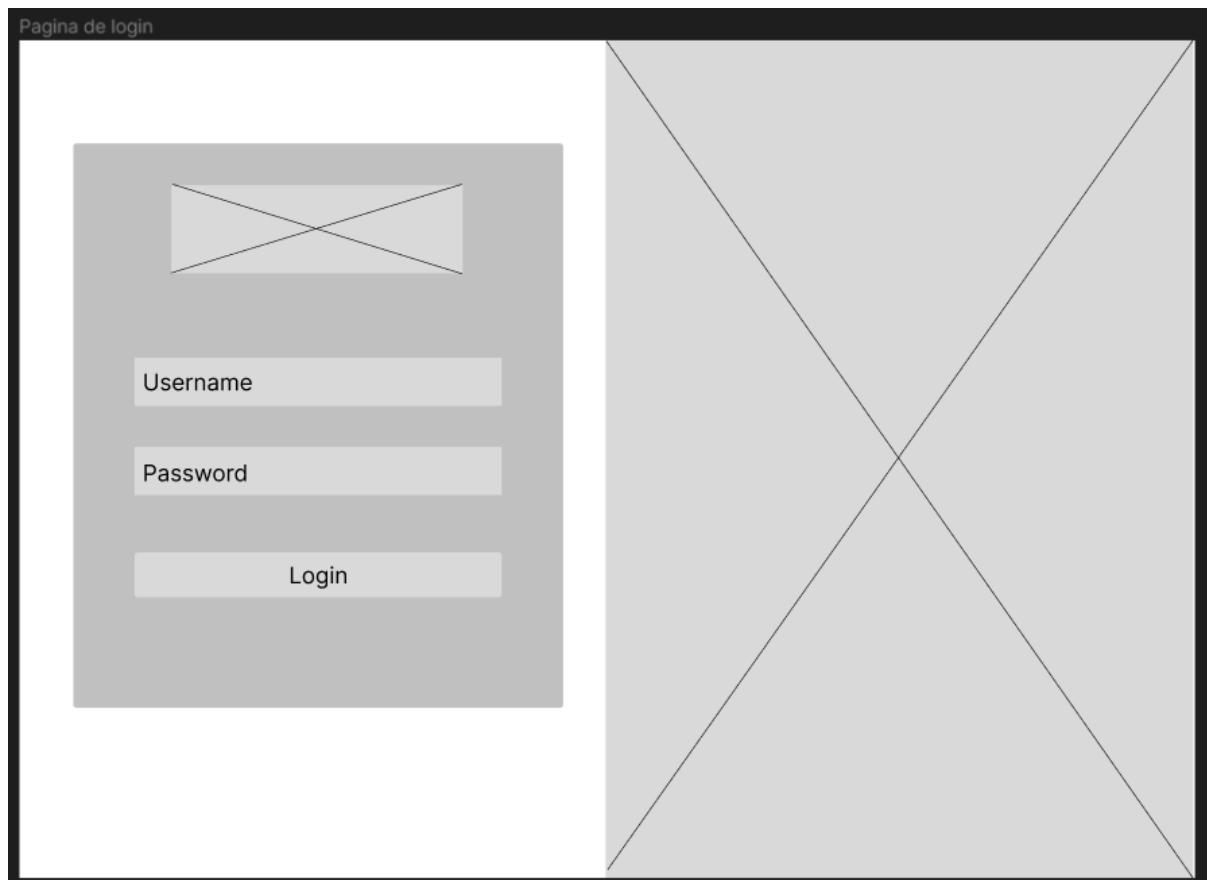
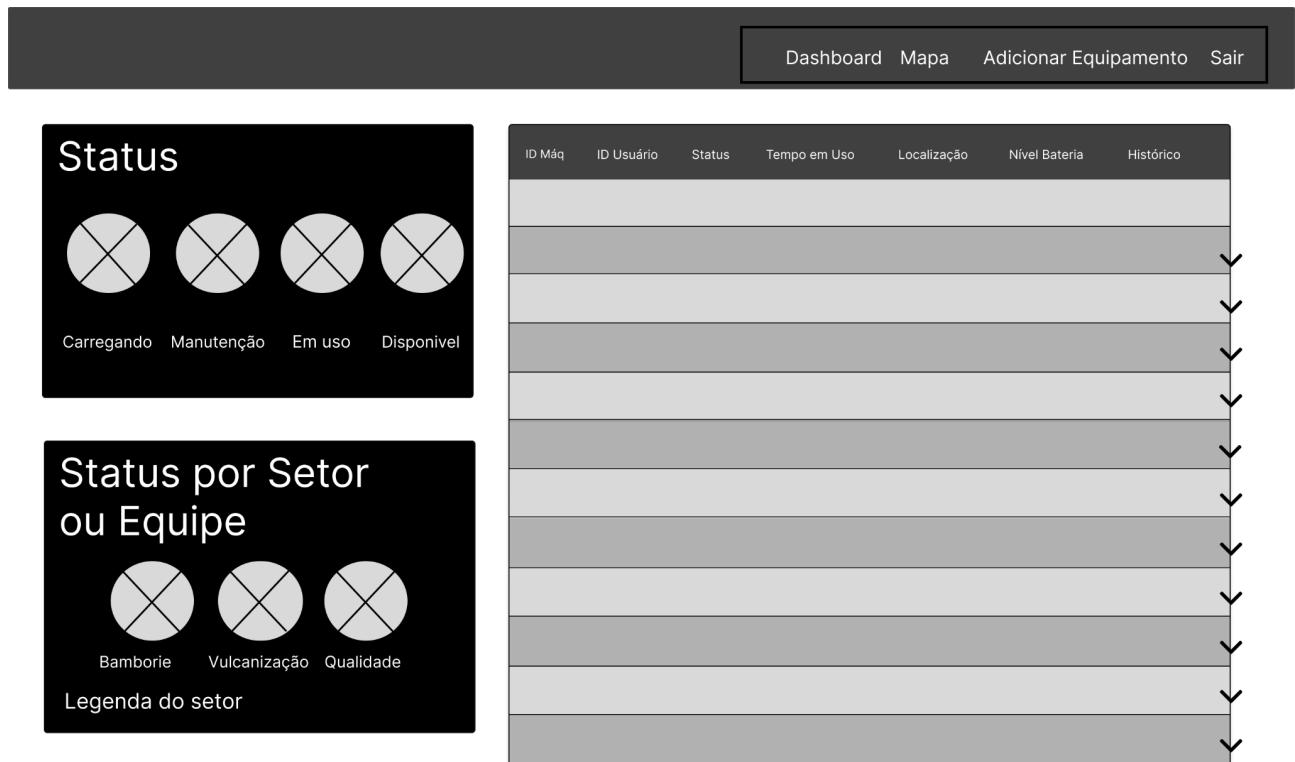


Imagen 9: Página de login.

Ao clicar em login, o usuário vai ser direcionado para a página inicial, onde será apresentado um dashboard com tabelas e gráficos relacionados aos tablets.



The screenshot shows a tablet dashboard with the following components:

- Top Bar:** Dashboard, Mapa, Adicionar Equipamento, Sair.
- Status Card:** Title "Status". Below it are four circular icons with crosses, each labeled: "Carregando", "Manutenção", "Em uso", and "Disponível".
- Status por Setor ou Equipe Card:** Title "Status por Setor ou Equipe". Below it are three circular icons with crosses, each labeled: "Bamborie", "Vulcanização", and "Qualidade". Below this card is a "Legenda do setor".
- Table:** A table with columns: ID Máq, ID Usuário, Status, Tempo em Uso, Localização, Nível Bateria, and Histórico. The table has 10 rows, each with a downward arrow icon at the end.

Imagen 10: Página do dashboard.

A partir dessa página, o usuário pode visualizar as principais informações do tablet, tais como: ID do tablet, ID do usuário, status (carregando, manutenção ou disponível), a quanto tempo está sendo utilizado, sua localização dentro da fábrica, a quantidade de bateria e, por fim, o histórico dos funcionários que utilizaram o tablet. Nesse sentido, também pode visualizar o status por setor ou equipe, onde terá uma legenda explicando sobre o setor.

Além disso, essa página permite que o usuário navegue para qualquer parte do site por meio da *navbar*. Portanto, ao clicar em Mapa, ele será direcionado para a página do mapa.

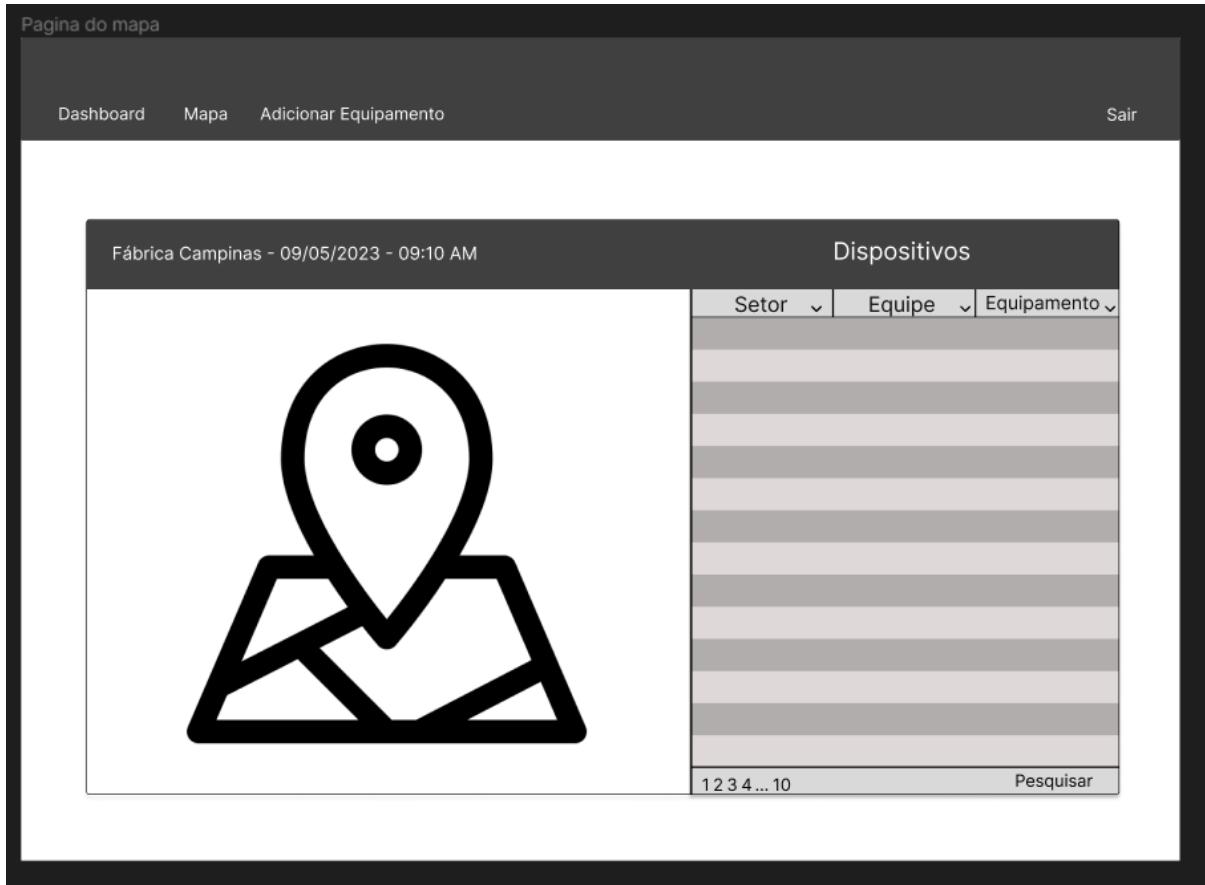
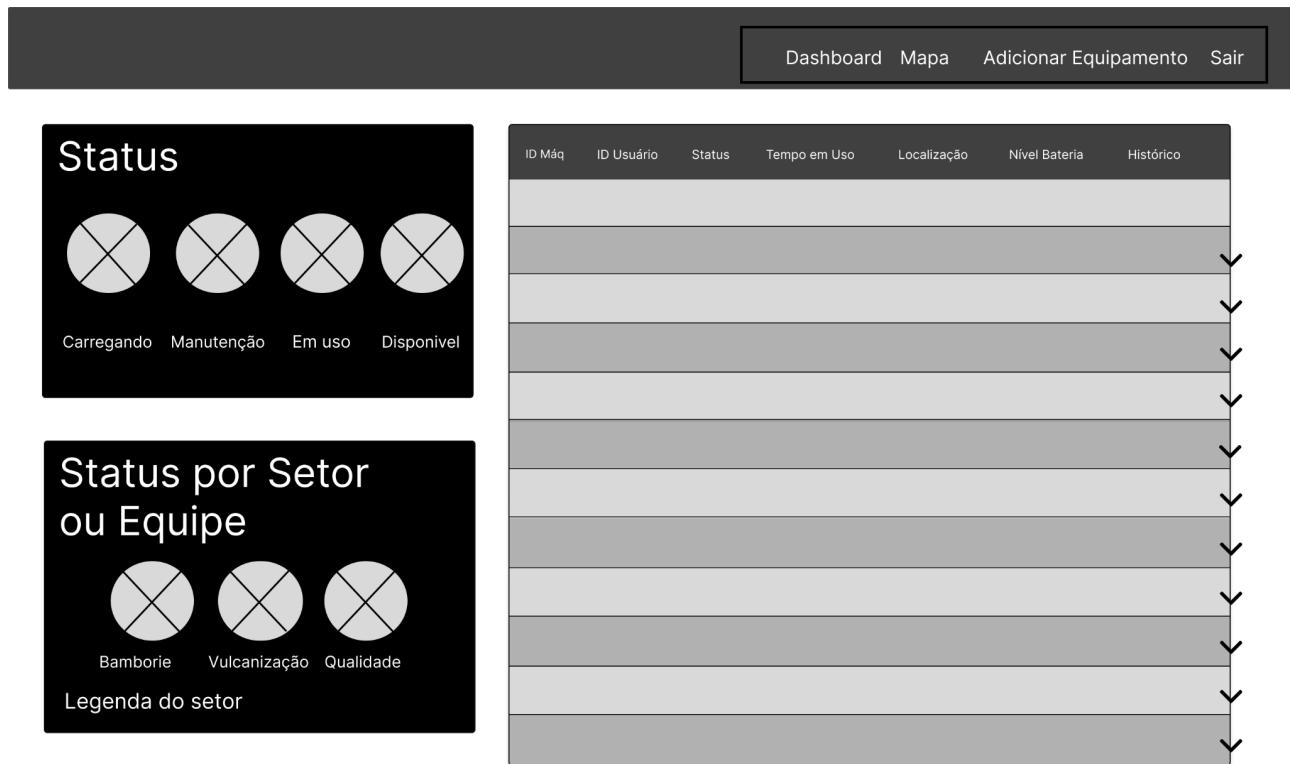


Imagen 11: Página do mapa.

Na página do mapa, será possível visualizar os tablets e suas localizações. Ademais, haverá um sistema de filtragem por setor, equipe ou até mesmo equipamento, caso existam modelos de tablets diferentes.

A *navbar* permanece a mesma nessa página, permitindo que o usuário vá para qualquer parte da interface. Assim, ao clicar em "Adicionar Equipamento", ele será direcionado para a página de cadastro do aparelho.



The screenshot shows a dashboard interface with the following components:

- Top Navigation Bar:** Includes links for Dashboard, Mapa, Adicionar Equipamento, and Sair.
- Status Card:** Displays four circular icons representing different statuses: Carregando (charging), Manutenção (maintenance), Em uso (in use), and Disponível (available).
- Status por Setor ou Equipe Card:** Displays three circular icons representing different departments: Bamborie, Vulcanização, and Qualidade (Quality).
- Table:** A grid showing equipment details across 10 rows. The columns are labeled: ID Máq (Equipment ID), ID Usuário (User ID), Status (Status), Tempo em Uso (Usage Time), Localização (Location), Nível Bateria (Battery Level), and Histórico (History). Each row has a downward arrow icon at the end.

Imagen 12: Página de cadastro de equipamento.

Esta página é de suma importância, uma vez que é necessário o cadastro de novos tablets. Dessa forma, nessa página é permitido realizar essa função, assim, caso a Pirelli troque os tablets da fábrica, ela conseguirá atualizar essas informações para o dashboard.

Ao clicar em "Cancelar" ou "Cadastrar", o usuário será direcionado para a página do dashboard, onde poderá realizar o *log out* ao clicar no botão "Sair", no canto superior direito.

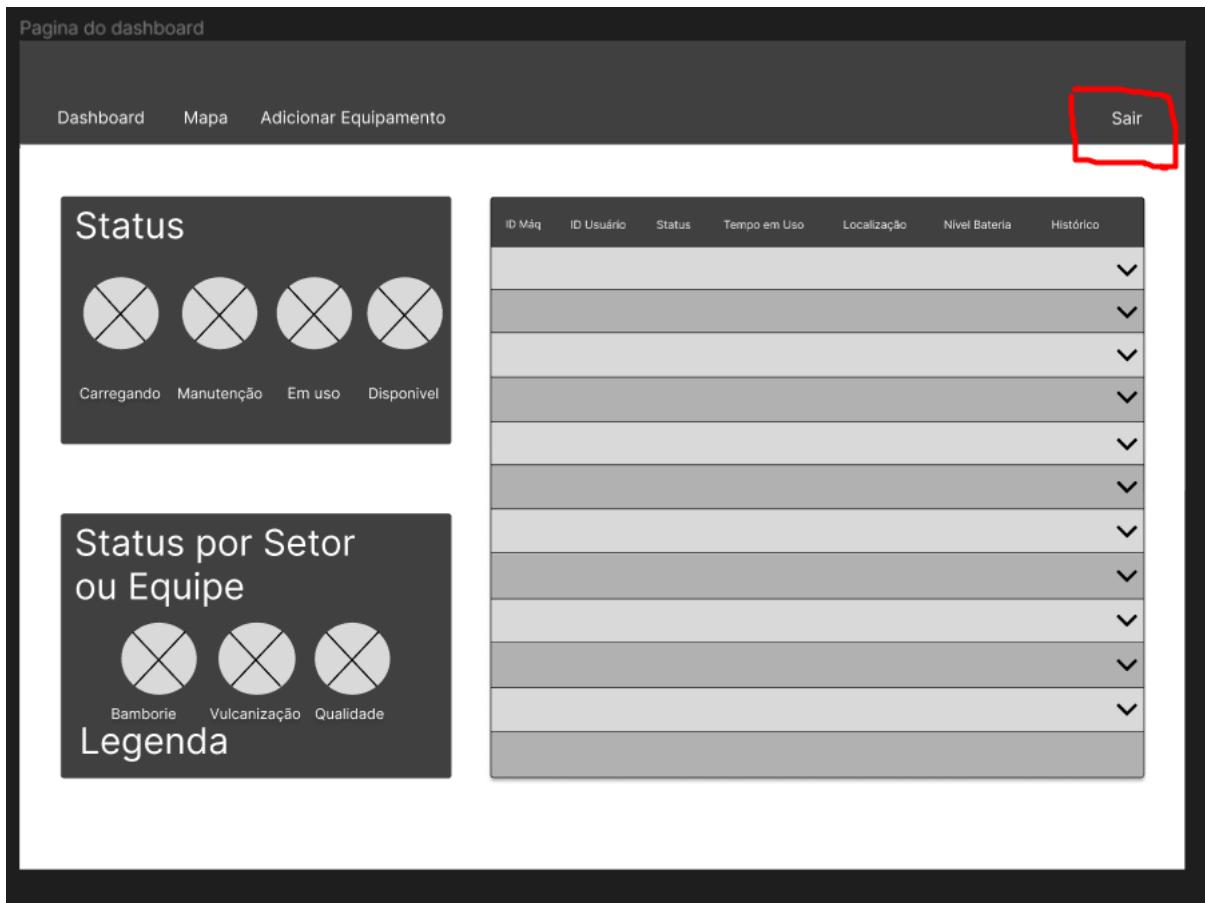


Imagen 13: Página do dashboard, com foco no botão 'Sair'.

Além da versão Desktop, foi desenvolvido o wireframe para tablets e *mobile*, é possível visualizar todas estas versões dentro do figma.

Por se tratar de um wireframe de baixa fidelidade, poderá ocorrer mudanças ao longo do desenvolvimento da interface web. Caso queira navegar neste protótipo e visualizar também a versão *mobile*, [clique aqui](#) para entrar no figma.

3.3. Solução Técnica

3.3.1. Requisitos Funcionais (RF)

RF 01:

Descrição: Artefato IoT deve ser capaz de se conectar ao Wi-Fi.

Entradas: Sinal de rede Wi-Fi.

Saídas: Conexão estabelecida com a rede Wi-Fi.

Equipamentos necessários: ESP32, roteador Wi-Fi.

Regras de negócio:

- O artefato deve conseguir detectar e se conectar automaticamente à rede Wi-Fi disponível na fábrica;
- A conexão Wi-Fi deve ser estável, segura e se conectar a todos os pontos da fábrica;
- Capaz de se acoplar mecanicamente a um dispositivo móvel;
- Não seja possível remover ou danificar o artefato.

RF 02

Descrição: O artefato IoT deve fornecer rastreio de geolocalização dos tablets.

Entradas:

- Informações de geolocalização dos equipamentos a serem rastreados.

Saídas:

- Informações de geolocalização em tempo real;
- Alerta de localização ao gestor do IT, caso algum tablet saia do ambiente fabril.

Equipamentos necessários:

- ESP 32;
- Dispositivo de rastreamentos;
- Servidor ou banco de dados para salvar as informações.

Regras de Negócios:

- O equipamento de rastreio deve utilizar protocolos de MQTT para conversar com o servidor;
- Fornecer a maior precisão possível dentro da fábrica;
- Em caso de saída do ambiente fabril, um alerta deve ser enviado imediatamente ao gestor do IT.

RF 03:

Descrição: Desenvolver artefato fixo capaz de recarregar os tablets, impedindo que fiquem descarregados.

Entradas:

- Tablet com bateria incompleta

Saídas:

- Tablet com bateria carregada

Equipamentos necessários:

- Artefato com travas mecânicas e lógicas capazes de recarregar os tablets

Regras de Negócios:

- Impedir que o tablet fique descarregado;
- Não pode ser removível;
- Gerar um alerta em caso de tentativa de violação;
- Permita a identificação do usuário.

RF 04:

Descrição: O dispositivo construído deverá ser capaz de coletar dados dos tablets por meio de sensores colocados no equipamento IoT.

Entradas:

- Dados dos tablets, como uso de CPU, uso de memória, tempo de atividade, temperatura, entre outros.

Saídas:

- Dados coletados e processados pelo dispositivo IoT;
- Relatórios e análises gerados por meio dos dados coletados, como gráficos, tabelas, alerta.

Equipamentos necessários:

Regra de Negócios:

- A velocidade de transmissão deve garantir a precisão dos dados coletados;
- Os dados coletados devem ser transmitidos de forma segura e confiável;
- O dispositivo IoT deve ser capaz de armazenar e gerenciar os dados coletados de forma eficiente;
- Os dados coletados devem ser processados em tempo real visando a detecção e correção de falhas ou anomalias rapidamente;

- A privacidade dos funcionários e dos dados coletados deve ser protegida conforme as leis e regulamentações aplicáveis;
- Os dados coletados devem ser usados para melhorar a eficiência e a produtividade da fábrica, bem como para fornecer informações para a tomada de decisões estratégicas.

RF 05:

Descrição: O dispositivo IoT deverá conseguir exportar dados que alimentarão um dashboard, como: identidade do usuário, tempo de uso, logs e localização do usuário na planta da fábrica.

Entradas:

- Identificação do Usuário;
- Tempo de uso;
- Logs;
- Localização do usuário na planta da fábrica.

Saídas:

- Dados exportados em um formato adequado para serem exibidos em um dashboard, como tabelas, gráficos ou mapas.

Equipamentos Necessários:

- Microcontroladores ou microprocessadores, como o ESP-32;
- Plataforma ou serviço de broker MQTT;
- Software ou plataforma para dashboard;
- Módulos de memória.

Regra de Negócios:

- Os dados exportados devem ser precisos e atualizados;
- Os dispositivos IoT devem ser capazes de coletar as informações necessárias de forma confiável e segura;
- As identidades dos usuários devem ser protegidas e compartilhadas apenas com as partes autorizadas;
- A localização do usuário deve ser rastreada com precisão conforme as leis de privacidade aplicáveis;
- Os logs devem ser armazenados de forma segura e protegidos contra acesso não autorizado.

RF 06:

Descrição: O dispositivo IoT deve ser capaz de formatar os dados coletados de acordo com a especificação do protocolo MQTT.

Entradas:

- Dados coletados por dispositivos IoT ou sensores conectados a eles.

Saídas:

- Dados formatados no protocolo MQTT.

Equipamentos necessários:

- Dispositivos IoT capazes de realizar a formatação de dados no protocolo MQTT;
- Protocolo MQTT.

Regras do negócio:

- Os dados coletados devem ser formatados conforme a especificação do protocolo MQTT;
- A privacidade e a segurança dos dados devem ser mantidas durante a formatação e transmissão dos dados;
- Os dispositivos IoT devem ser capazes de gerenciar a conexão com o agente MQTT e reconectar automaticamente, se desconectados;
- Os dados devem ser transmitidos em tempo real para que os problemas possam ser detectados e corrigidos imediatamente.

RF 07:

Descrição: Definir uma chave de identificação de usuário para cada usuário do artefato IoT.

Entradas: Identificação de usuário.

Saídas: Chave de identificação do usuário.

Equipamentos necessários: Placas ESP32, aplicativo desenvolvido pela Pirelli.

Regras de negócio:

- A chave de identificação deve ser única para cada usuário e não pode ser alterada, exceto pelo gestor do IT;
- Ser capaz de integrar com o banco de dados dos aplicativos já existentes da Pirelli.

3.3.2. Requisitos Não Funcionais

RNF1:

Descrição: A solução deve ter uma baixa demanda de bateria nos dispositivos de rastreamento.

Demandas de negócio: Considerando que os dispositivos móveis serão constantemente usados pelos colaboradores, é importante que a solução não exija uma grande quantidade de bateria, de forma a evitar a necessidade frequente de recarga e garantir que os dispositivos estejam sempre disponíveis para uso. Atendendo a característica de Eficiência de Desempenho da norma ISO/IEC 25010.

RNF2:

Descrição: A solução deve ser altamente escalável, permitindo o crescimento de dispositivos e usuários sem perda de desempenho.

Demandas de negócio: Com o crescimento da empresa e o aumento do número de dispositivos móveis utilizados pelos colaboradores, é importante que a solução seja capaz de lidar com um grande volume de dados e usuários sem perda de desempenho. Isso garantirá que a solução possa continuar atendendo às necessidades da empresa, mesmo em períodos de alta demanda. Atendendo a característica de eficiência da norma ISO/IEC 25010.

RNF3:

Descrição: A solução deve ter alta disponibilidade, mesmo com possíveis interferências externas.

Demandas de negócio: Como a solução será usada para o rastreamento de dispositivos móveis usados pelos colaboradores em sua rotina diária, é importante que ela esteja sempre disponível para uso, sem interrupções ou quedas de conexão, garantindo que a equipe possa realizar suas tarefas sem problemas ou atrasos. Atendendo a característica de disponibilidade da norma ISO/IEC 25010.

RNF4:

Descrição: A solução deve garantir a confidencialidade dos dados, atendendo às regulamentações de segurança da informação.

Demandas de negócios: Como a solução envolve o rastreamento e monitoramento de dispositivos móveis, é importante garantir a confidencialidade das informações coletadas, a fim de proteger os dados do colaborador e da empresa de possíveis violações de segurança ou vazamentos de informações confidenciais. A solução deve atender às regulamentações de segurança da informação e garantir que os dados sejam protegidos adequadamente. Atendendo a característica de segurança da norma ISO/IEC 25010.

RNF5:

Descrição: A solução deve ser intuitiva e de fácil utilização, com uma baixa curva de aprendizado.

Demandas de negócios: Para que a solução seja facilmente integrada ao dia a dia da fábrica, ela precisa ser de fácil entendimento para o gestor que utilizará o website e fará o gerenciamento dos tablets na fábrica. A solução também precisa ser simples para os trabalhadores da fábrica que irão fazer o acompanhamento do Dashboard, atendendo a característica de usabilidade da norma ISO/IEC 25010.

RNF6:

Descrição: A solução deve possuir alta taxa de confiabilidade, assegurando que a localização dos tablets seja registrada com alta precisão, próxima à sua posição real.

Demandas de negócios: Visando o rastreio correto dos dispositivos em todo o perímetro da fábrica, a solução deve possuir alta confiabilidade. Isto porque, a solução deve mostrar com o máximo de precisão o ponto onde o tablet está localizado na fábrica. Isso permitirá ao gestor ter um conhecimento claro da localização de cada dispositivo na fábrica da Pirelli, possibilitando uma gestão mais eficiente e assertiva dos recursos. Atendendo a característica de confiabilidade da norma ISO/IEC 25010.

RNF7:

Descrição: A solução deve possuir baixa latência na comunicação entre os ESP32.

Demandas de negócios: A baixa latência na comunicação é essencial para permitir que os ESP32 se comuniquem em tempo real ou o mais próximo possível, sem interrupções e atrasos. É importante ter em mente que a latência pode ser afetada por diversos fatores, como a distância entre os dispositivos e interferências eletromagnéticas. Portanto, são necessários testes e

ajustes para garantir uma conexão estável e confiável. Atendendo a característica de desempenho (eficiência de desempenho) da norma ISO/IEC 25010.

3.3.4. Arquitetura da Solução / Protótipo

Como o projeto possui dois artefatos (principal e secundário), foram construídas duas arquiteturas de solução.

A primeira arquitetura criada é para o objetivo principal do projeto, que consiste na criação de um rastreador composto por um ESP32 acoplado ao tablet. Este ESP32 acoplado ao tablet irá se comunicar com outros ESP32, com antenas configuradas previamente, espalhados pela fábrica, onde a comunicação será feita via *Wi-Fi*, transmitido pelas antenas.

A localização obtida do rastreamento será enviada para a interface web por meio do protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), onde o gerente poderá visualizar todas as informações relacionadas à localização do tablet por meio de *dashboards* e mapas.

Dessa forma, a primeira arquitetura (rastreador) suporta diversos requisitos funcionais e não funcionais citados na seção 3.3.1. Alguns desses requisitos presentes nesta solução são:

- Ter conexão à internet por meio do ESP32 (RF01);
- Envio de informações de rastreio dos tablets via Wi-Fi (RF02);
- Exportar os dados obtidos (como, por exemplo, geolocalização) para um *dashboard* por meio do protocolo MQTT (RF05 e RF06);
- Ter baixa latência entre os artefatos ESP32 (RFN07);

Nesse contexto, vale salientar que a solução é altamente escalável, visto que o preço de ESP32 é relativamente baixo (cerca de 50 reais). Além disso, podemos utilizar roteadores já existentes para emitir o Wi-Fi, facilitando a localização do aparelho.

Além da arquitetura da solução do rastreador, fizemos um vídeo demonstrando como está funcionando a conexão do esp32 ao wifi. Para acessar o vídeo, [clique aqui](#).

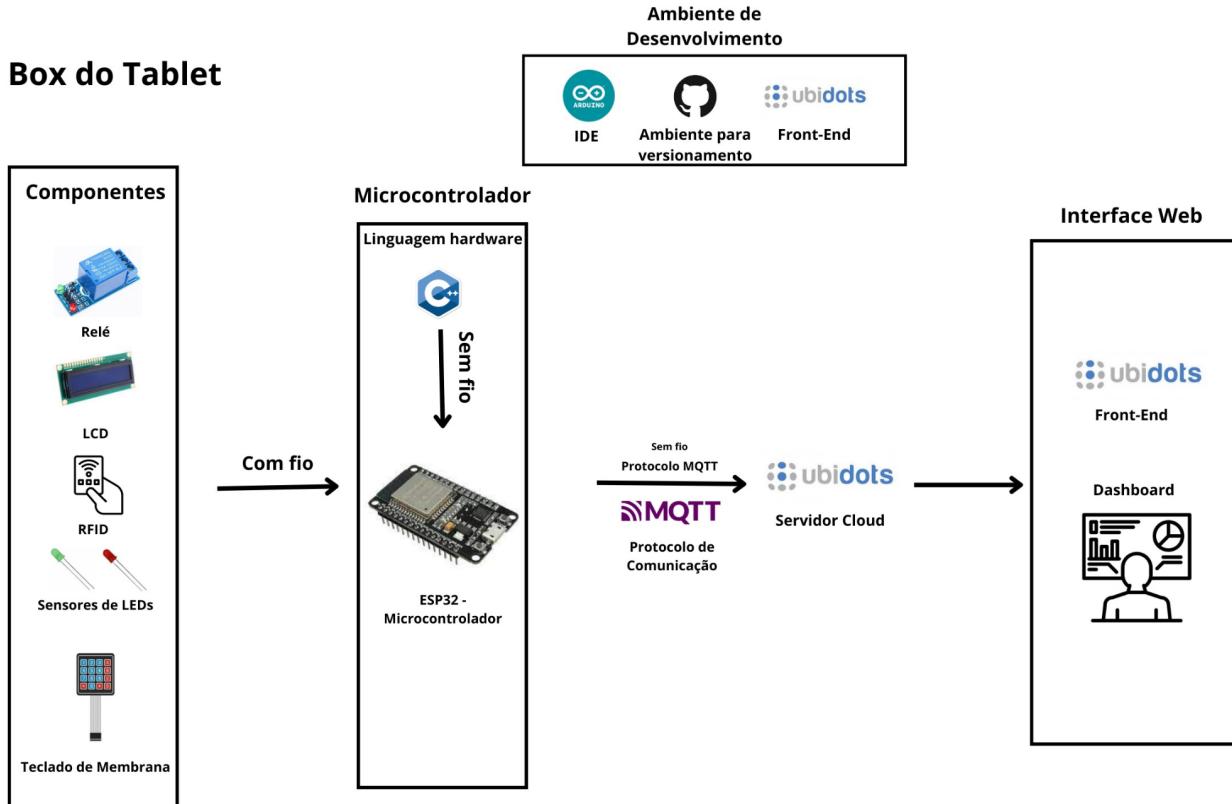


Imagen 14: Arquitetura da Solução do Rastreador.

A segunda arquitetura da solução é a caixa onde os tablets serão guardados e carregados. Com o objetivo de promover a segurança desses tablets, foi pensado um sistema no qual a caixa só será liberada após o funcionário autorizado passar seu cartão no sensor RFID. Dessa forma, além de liberar o tablet, aparecerá uma mensagem no LCD ("Acesso Liberado") e um LED verde acenderá. No entanto, caso o acesso seja negado, outra mensagem aparecerá ("Acesso negado") e o LED vermelho será acionado.

Assim como na primeira arquitetura, a arquitetura da caixa dos tablets também abrange alguns requisitos funcionais e não funcionais. Alguns desses requisitos são:

- Na caixa, terá um local que permita o carregamento dos tablets(RF03);
- Dados serão coletados por meio do RFID, como, por exemplo: o nome do funcionário, horário que a caixa foi aberta ou fechada (RF04);
- Os dados coletados pelos sensores serão enviados para o *dashboard* via protocolo MQTT(RF05 e RF06);
- Para acessar o dashboard, será necessário um login e uma senha, garantindo, assim, que apenas pessoas autorizadas possam acessar os dados coletados(RNF04).

Com o intuito de facilitar o entendimento da arquitetura da solução, criamos um diagrama de sequência unificada e um vídeo explicativo da nossa solução.

Diagrama de sequência UML é um tipo de diagrama que utiliza uma modelagem unificada, normalmente utilizada para demonstrar o comportamento dinâmico de um sistema, destacando as interações entre os componentes. No nosso caso, mostra diferentes casos de teste e possíveis caminhos que o usuário pode enfrentar ao utilizar a solução.

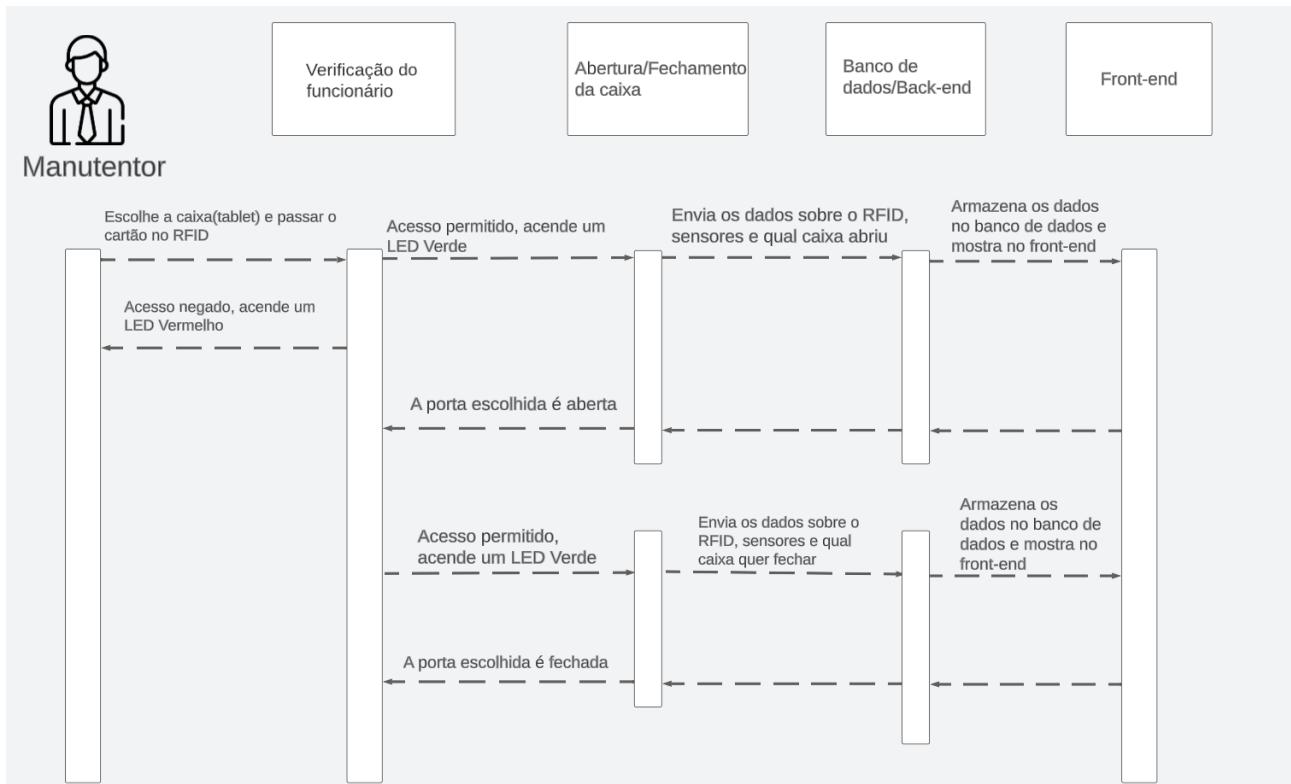


Imagen 15: Diagrama de sequência UML da caixa dos tablets.

Para acessar o vídeo explicativo da arquitetura da solução, é necessário dar 2 cliques na imagem e apertar no botão de “play”. Porém, caso queira assistir à explicaçāo no YouTube, [clique aqui](#).

Solução principal - Rastreador

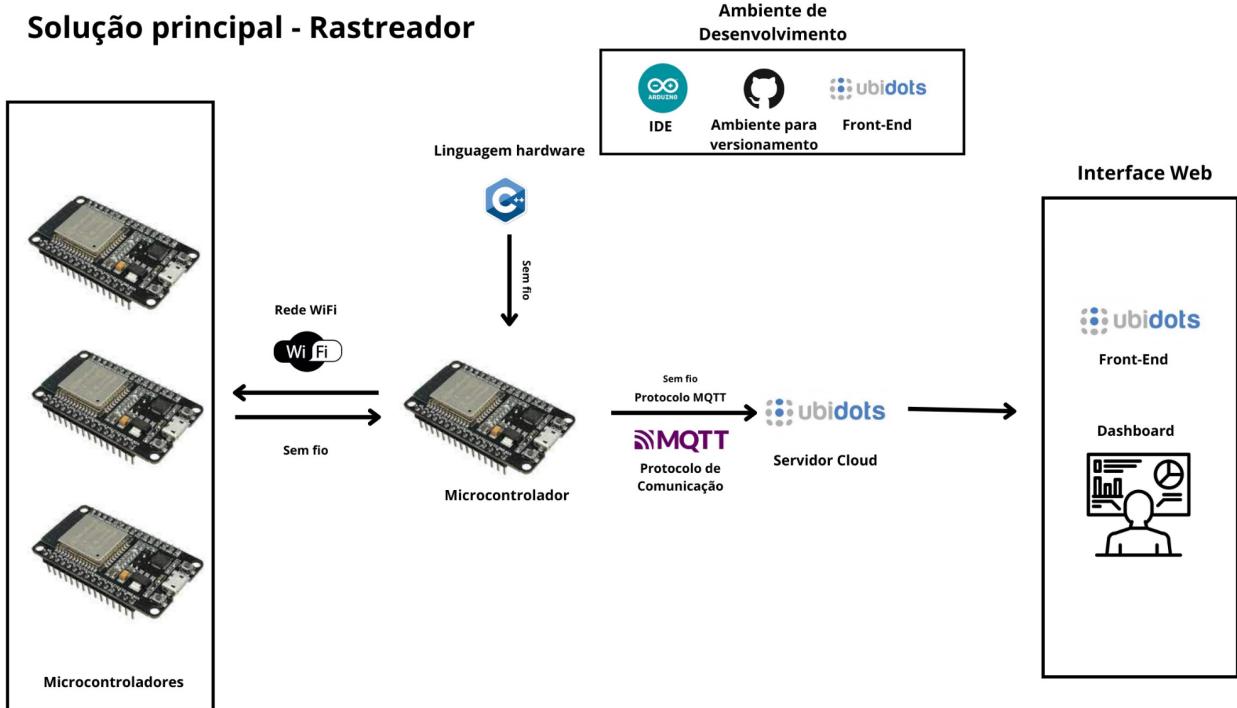


Imagen 16: Arquitetura da solução da caixa dos tablets.

Nesse contexto, para facilitar a visualização de quais tecnologias foram utilizadas e quais foram suas aplicações nas arquiteturas das soluções, segue uma legenda detalhada:

| Id | Foto | Tecnologia /Componente. | Descrição. | Aplicação. |
|----|--|-------------------------|---|---|
| 1 |  | ESP32. | <p>O ESP32 é um microcontrolador de baixo custo, de alto desempenho e baixo consumo de energia, amplamente utilizado em projetos IoT, devido a sua conectividade e facilidade de uso.</p> | <p>O ESP32 será o controlador geral da solução, responsável por realizar a conectividade entre os componentes. Além disso, é por meio dele que é possível efetuar a comunicação entre componentes (LED, LCD, etc.) e código, permitindo que scripts escritos em C++ possam realizar algumas funções dos componentes.</p> |
| 2 |  | C++. | <p>C++ é uma linguagem de programação derivada do C criada em 1980 pelo cientista da computação Bjarne Stroustrup.</p> | <p>O C++ será a principal linguagem de programação utilizada no projeto. Por meio dela, poderemos desenvolver scripts e funções que interagem com os componentes conectados ao ESP32. Com o C++, poderemos programar a lógica de controle do sistema, realizar operações e manipular dados, além de gerenciar a comunicação e interação com outros dispositivos conectados ao ESP32. O C++ é uma linguagem amplamente utilizada no desenvolvimento de sistemas embarcados, oferecendo recursos avançados e flexibilidade para implementar a lógica de programação no projeto.</p> |

| | | | | |
|---|---|------------|---|---|
| 3 |  | RFID. | RFID | O RFID será utilizado na caixa onde o tablet será carregado, sendo responsável por permitir a abertura da caixa. Após o funcionário passar seu cartão de identificação no sensor RFID, a caixa será aberta, possibilitando identificar qual funcionário está com o tablet no momento. Dessa forma, o RFID atua como um sistema de segurança, permitindo o acesso apenas às pessoas autorizadas, garantindo que apenas essas pessoas possam pegar o tablet da caixa. |
| 4 |  | LCD. | LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) é um dispositivo de exibição utilizado em televisores, monitores e outros dispositivos eletrônicos. | O LCD irá desempenhar o papel de comunicar ao usuário se o acesso ao tablet na caixa foi autorizado ou não. Quando o usuário passar o cartão no sensor do RFID, uma mensagem será exibida no LCD, informando se o acesso ao tablet foi permitido (“Acesso liberado”). Essa mensagem servirá como orientação ao usuário, indicando se ele tem permissão para retirar o tablet da caixa ou não. O LCD dará um feedback visual imediato ao usuário, facilitando a compreensão do status de acesso. |
| 5 |  | LED verde. | | |

| | | | | |
|---|---|-----------------------------|--|---|
| | | | <i>LED</i> <i>(Light-Emitting Diode) consiste em um dispositivo eletrônico que emite uma luz.</i> | <i>Caso o acesso ao tablet for permitido (ao passar o RFID), o LED verde acenderá.</i> |
| 6 |  | <i>LED vermelho.</i> | <i>LED (Light-Emitting Diode) consiste em um dispositivo eletrônico que emite uma luz.</i> | <i>Caso o acesso ao tablet não for permitido (ao passar o RFID), o LED vermelho acenderá.</i> |
| 7 |  | <i>Teclado de Membrana.</i> | <i>O teclado membrana é um tipo de teclado construído com uma estrutura de membrana flexível que permite registrar e imprimir comandos de teclas para microcontroladores como o ESP32.</i> | <i>O teclado de membrana será utilizado para o usuário poder escolher qual porta da caixa ele quer abrir. Portanto, caso ele queira abrir a porta 1, ele digita 1 no teclado de membrana e passa o cartão no RFID. Caso seja autorizado, a porta 1 será aberta.</i> |
| 8 |  | <i>Relé</i> | <i>Um relé é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor controlado eletricamente.</i> | <i>O relé será o componente responsável por liberar a porta da caixa, permitindo que o funcionário possa retirar ou guardar o tablet.</i> |
| 9 |  | <i>Arduino IDE</i> | <i>O Arduino IDE (Integrated Development Environment) é um ambiente de desenvolvimento integrado que facilita a programação de microcontroladores como a placa Arduino UNO ou o ESP32.</i> | <i>O Arduino IDE será um dos ambientes de desenvolvimento do projeto. Nele é possível realizar a criação de códigos para microcontroladores, e, além disso, ele também ajuda na hora de debugar e compilar o código.</i> |

| | | | | |
|----|---|--------------------|--|---|
| | | | | |
| 10 |  | Visual Studio Code | <p>O VS CODE é uma IDE utilizada por desenvolvedores para escrever, depurar e gerenciar o código de projetos de software.</p> | <p>Além do Arduino IDE, o VS CODE será outro ambiente de desenvolvimento do projeto.</p> |
| 11 |  | GitHub | <p>GitHub é uma plataforma de hospedagem de código-fonte e colaboração baseada em nuvem. Ela permite que desenvolvedores trabalhem em projetos de software, compartilhem e colaborem em código, controlem versões e gerenciem projetos eficientemente.</p> | <p>Todo o código e documentação desenvolvida do projeto será armazenada no GitHub.</p> |
| 12 |  | MQTT | <p>O MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) é um protocolo de mensagens projetado para comunicação entre dispositivos em redes com recursos limitados.</p> | <p>O protocolo MQTT será o principal protocolo utilizado no projeto, ele ficará responsável por enviar todas as informações provenientes dos sensores para o dashboard.</p> |
| 19 |  | WiFi | <p>Wi-Fi é uma tecnologia de comunicação sem fio que permite a transmissão de dados entre dispositivos eletrônicos usando ondas de rádio.</p> | <p>O WiFi ficará responsável por fazer a conexão entre os dispositivos (ESP 32) na fábrica, dessa forma, conseguimos determinar a localização do tablet.</p> |

| | | | |
|----|---|---|--|
| 20 |  A antena WiFi é um dispositivo que permite transmitir e receber sinais de WiFi de outros dispositivos. Ela é conectada ao ESP32 para facilitar a comunicação entre os dois. | A | A antena será utilizada para que os ESP32 consigam se conectar um com o outro por meio do WiFi de uma forma mais facilitada. |
|----|---|---|--|

3.3.6. Arquitetura Refinada da Solução (sprint 5)

Não houve alterações nas arquiteturas das soluções. Portanto, ambas as arquiteturas permanecem as mesmas da seção 3.3.4. Para facilitar o acesso, [clique aqui](#) para ir para a seção 3.3.4.

Além disso, é possível visualizar, a seguir, as imagens referentes à arquitetura de solução de cada artefato (rastreador e base de carregamento):

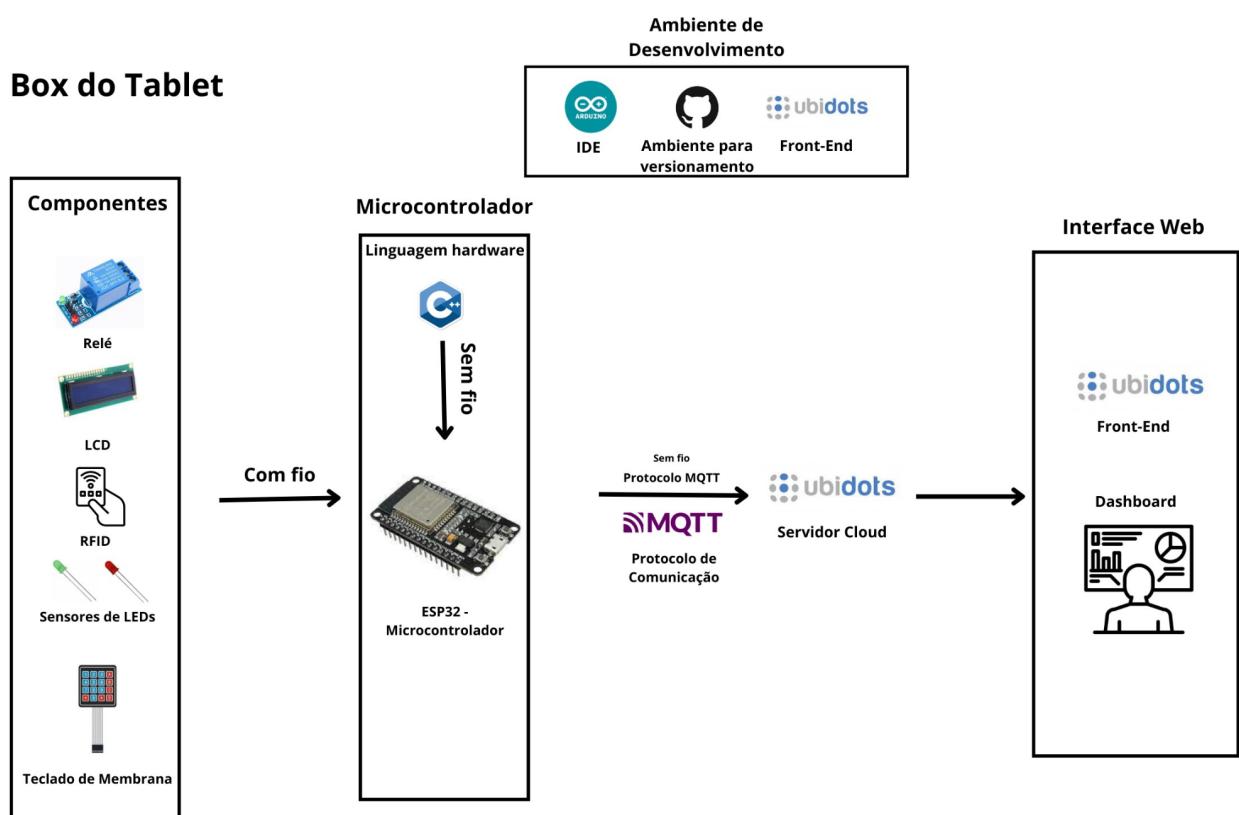


Imagen 17: Arquitetura da solução refinada da caixa do tablet.

Solução principal - Rastreador

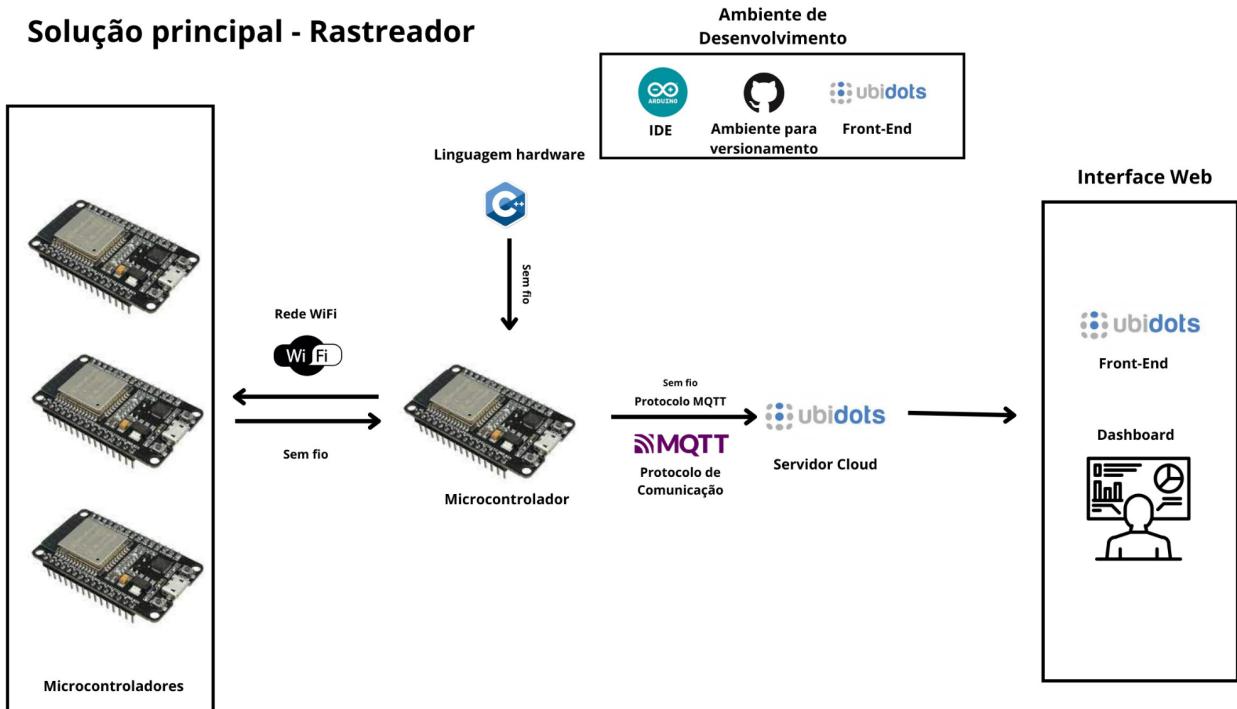


Imagen 18: Arquitetura da solução refinada do rastreador.

3.4. Resultados

3.4.1. Protótipo Inicial do Projeto usando o Simulador Wokwi

Neste primeiro momento do protótipo, foi testada a conexão do ESP32 ao *Wi-Fi* por meio de um botão. Além disso, adicionamos um *Keypad* para que o usuário possa desconectar da rede *Wi-Fi* ao digitar a senha corretamente. Dessa forma, foi elaborado um passo a passo para auxiliar na replicação dos procedimentos.

Passo a Passo dos procedimentos:

1º Passo: Ao ligar o ESP32, irá aparecer uma mensagem no LCD: “IoTrackers Inteli I Pirelli”.

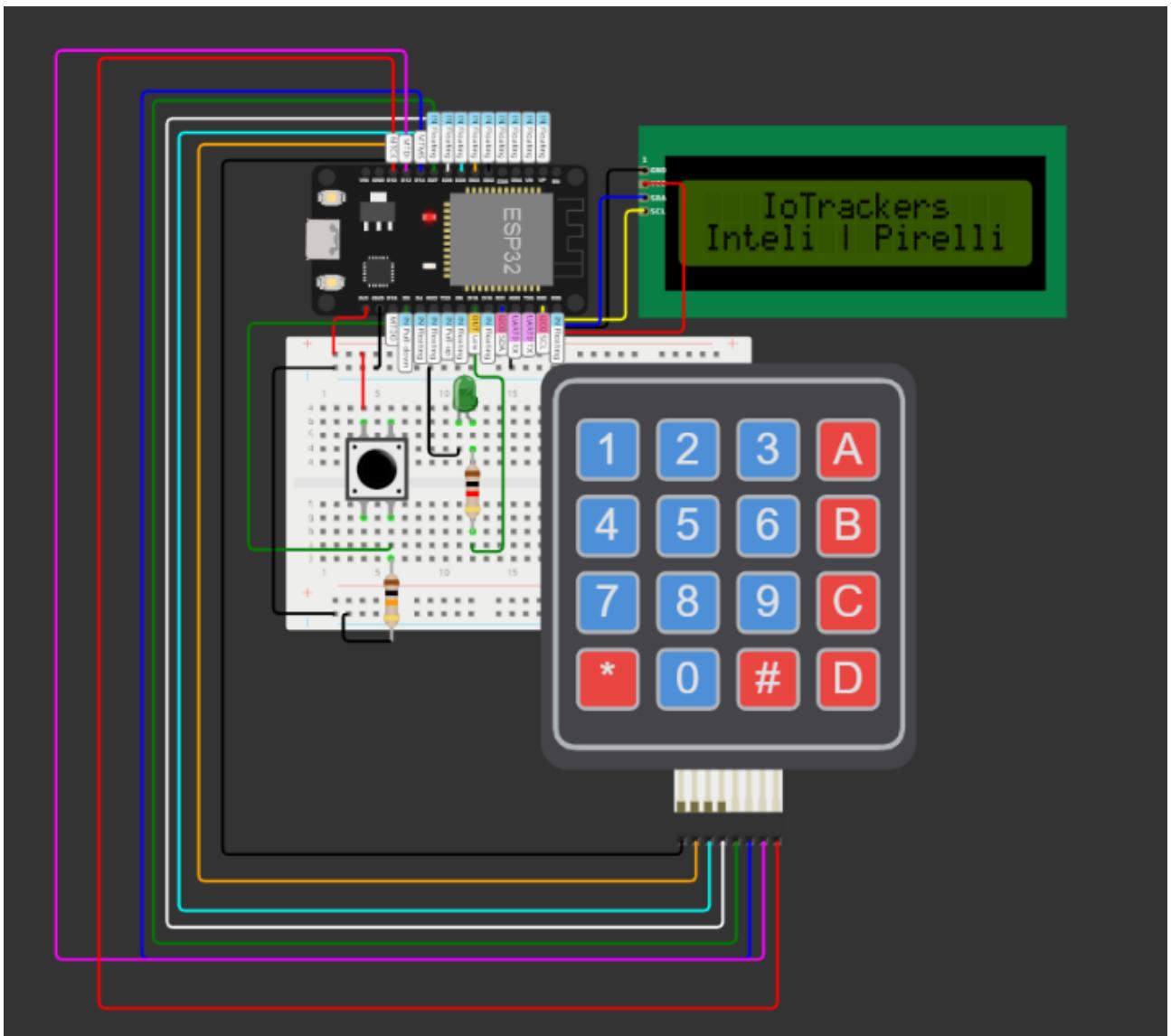


Imagen 19 : Primeira mensagem que aparece no LCD, ao ligar o ESP32 .

2º Passo: Após alguns segundos, irá aparecer uma mensagem pedindo para conectar o ESP32 ao Wi-Fi.

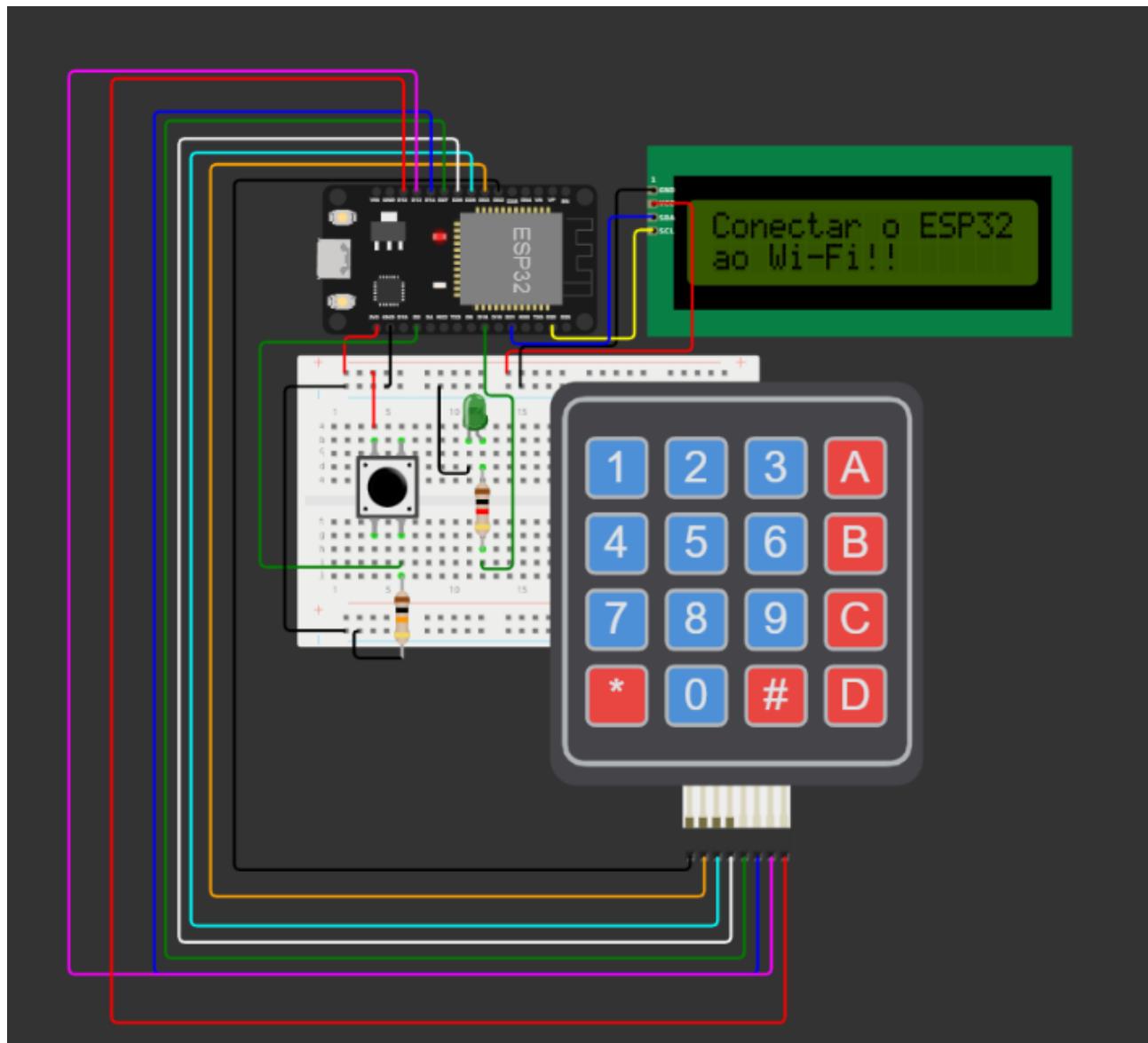


Imagen 20 : Mensagem solicitando conexão ao *Wi-Fi*.

3º Passo: Ao clicar no botão preto, no centro do *protoboard*, o ESP32 irá tentar conectar ao Wi-Fi. Em caso de sucesso, aparecerá a seguinte mensagem: “Wi-Fi Conectado! 10.10.0.2” e acenderá um led verde. Uma falha identificada é que após a conexão do Wi-Fi, caso o usuário clique novamente no botão, o sistema é reiniciado e a conexão ao Wi-Fi inicia-se novamente.

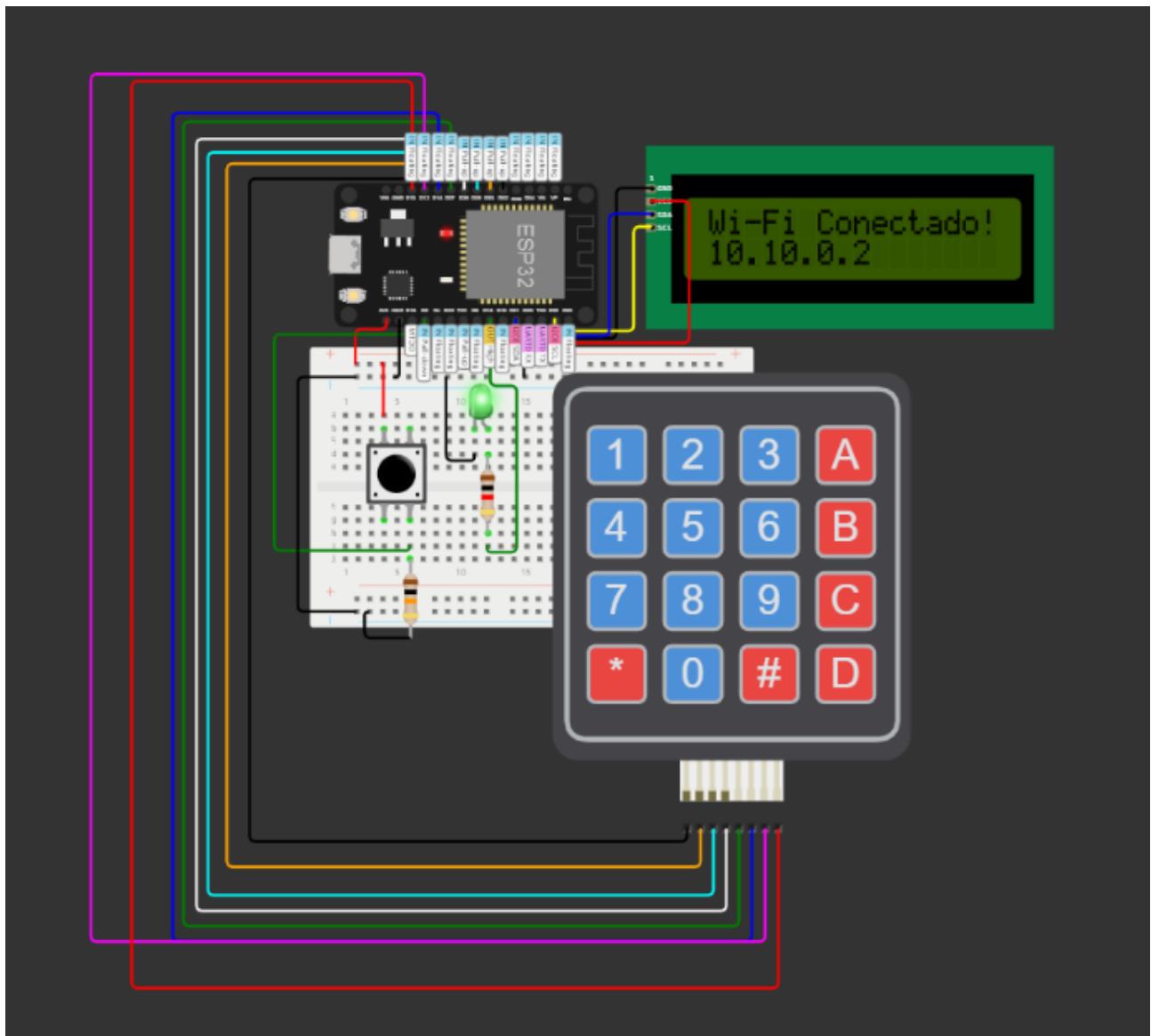


Imagen 21: Confirmação da conexão do Wi-Fi no ESP32.

4º Passo: Caso o usuário queira desconectar o ESP32 da rede Wi-Fi, com o objetivo de realizar alguma manutenção no dispositivo, é preciso digitar a senha ‘1234’ no teclado. Caso a senha esteja incorreta, irá aparecer uma mensagem de senha incorreta. Por outro lado, caso a senha seja digitada corretamente, o Wi-Fi será desconectado.

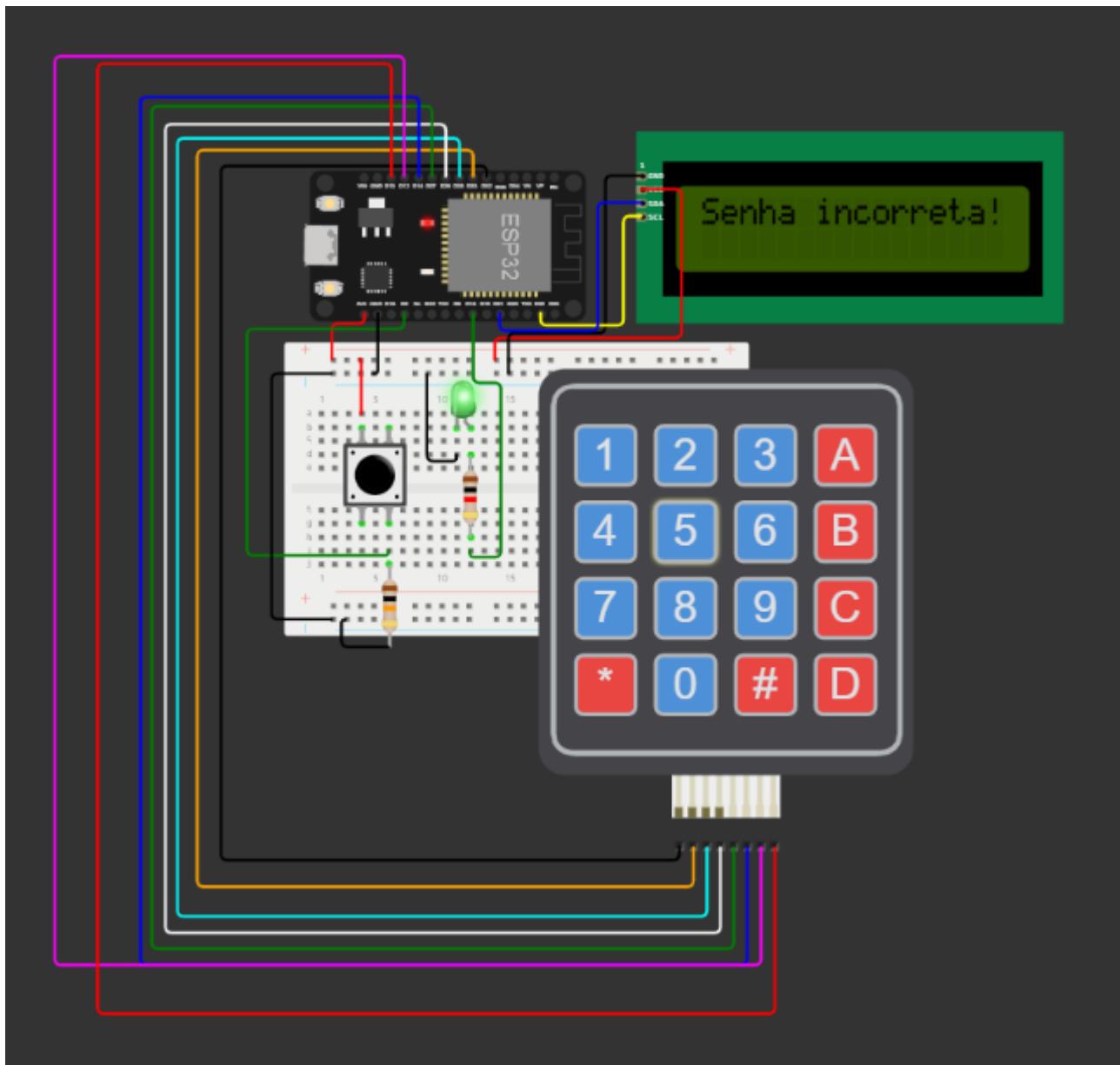


Imagen 22 : Senha digitada incorretamente.

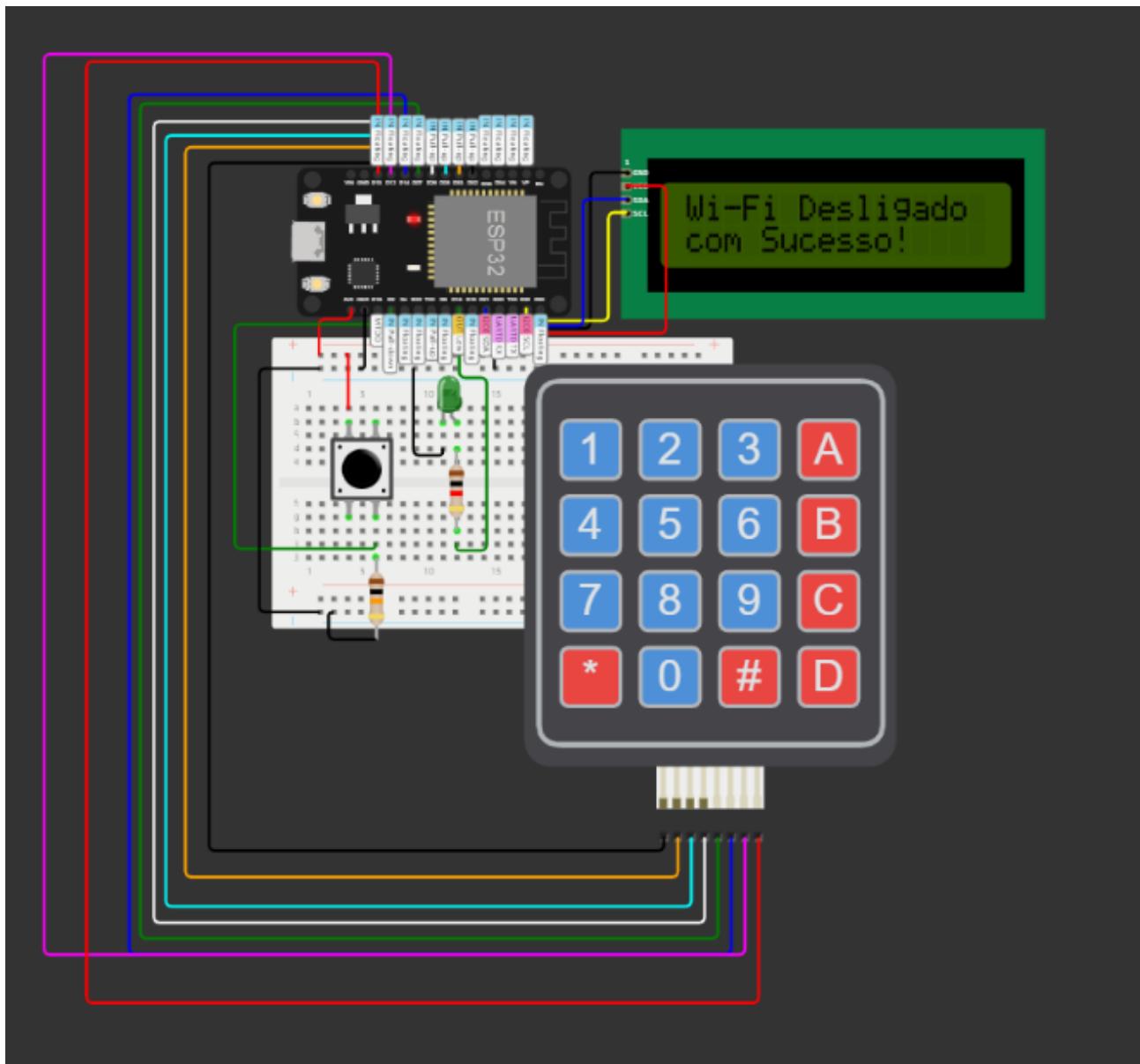


Imagen 23 : Senha digitada corretamente e Wi-Fi desligado com sucesso.

Para fins de testar o simulador na plataforma WokWi, [clique aqui.](#)

Nesse contexto, a fim de facilitar o entendimento do protótipo, segue uma tabela mostrando os procedimentos presentes até o momento:

| # | <i>Bloco.</i> | <i>Componente de entradas.</i> | <i>Leitura de entrada.</i> | <i>Componentes de saída.</i> | <i>Leitura de saída.</i> | <i>Descrição.</i> |
|---|----------------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--------------------------|---|
| 1 | <i>Conectar ao Wi-Fi</i> | Botao | HIGH | LCD | Mensagem no LCD | Visualização da mensagem: "Wi-Fi conectado. 10.10.2". |
| 2 | <i>Desconectar o Wi-Fi</i> | Keypad(teclado) | valores entre 0-10, além das teclas A, B, C, D, # e * A senha configurada é "1234" | LCD | Mensagem no LCD | Caso a senha esteja correta, aparece a mensagem: "Wi-Fi desconectado com sucesso". Em caso de falha, irá aparecer a seguinte mensagem: "Senha incorreta". |
| 3 | <i>Ligar o LED</i> | Botao | HIGH | LED | HIGH | Ao clicar no botão, além de se conectar ao Wi-Fi, um LED verde será ligado. |

3.4.2. Protótipo Físico do Projeto (offline)

Neste segundo momento do protótipo, foi testada a autenticação de cartões de acesso por meio do Radio Frequency Identification (RFID), termo utilizado para definir um método de identificação automática por meio de sinais de rádio. Com isso, foi utilizado, além do componente ESP32, um RFID para extrair sinais dos cartões de acesso e um componente LCD (display de cristal líquido) junto com leds, para transmitir a situação atual do sistema para o usuário.

Além disso, em um código separado, foi elaborada a forma de conexão com Wi-Fi configurado previamente no algoritmo, além da obtenção de dados da localização dos dispositivos.

Nesse sentido, será mostrado o passo a passo dos procedimentos relacionados ao funcionamento da autenticação de cartões de acesso, por conta dos *outputs* visíveis no LCD para o usuário.

Passo a Passo dos procedimentos:

1º Passo: Ao clicar no botão para ligar o ESP32, irá aparecer uma mensagem no LCD: “IoTrackers Inteli I Pirelli”. Após 5 segundos irá aparecer a mensagem “Aproxime o cartão”, em que o leitor RFID irá ser ativado.

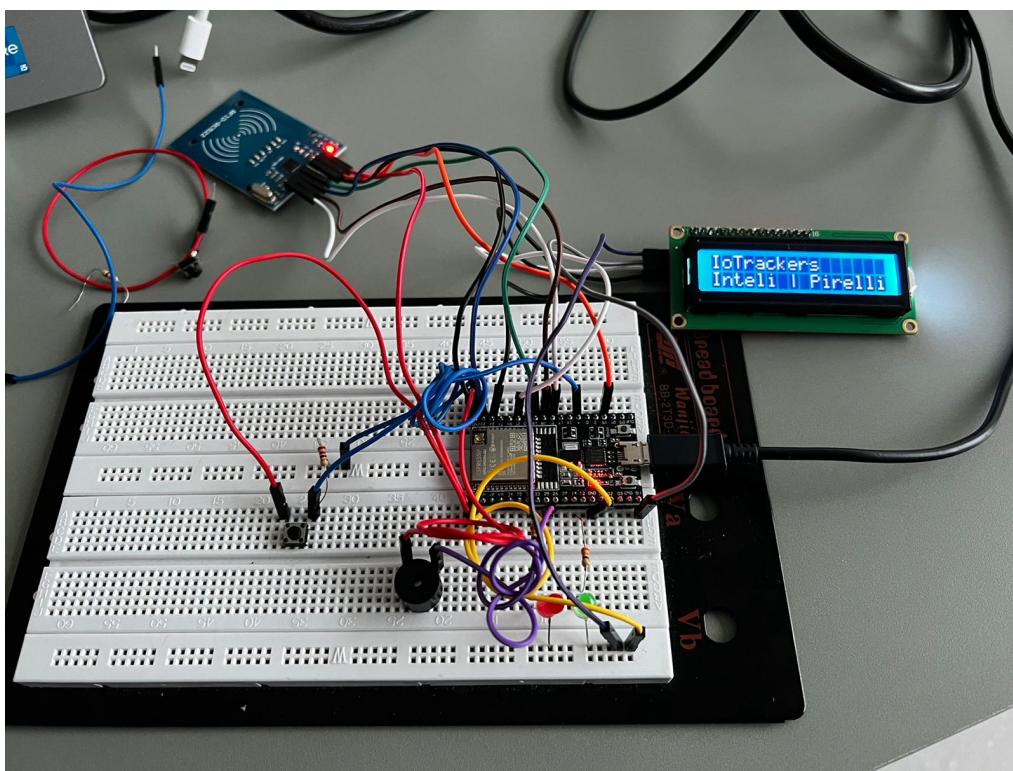


Imagen 24 : Primeira mensagem que aparece no LCD, ao ligar o ESP32 .

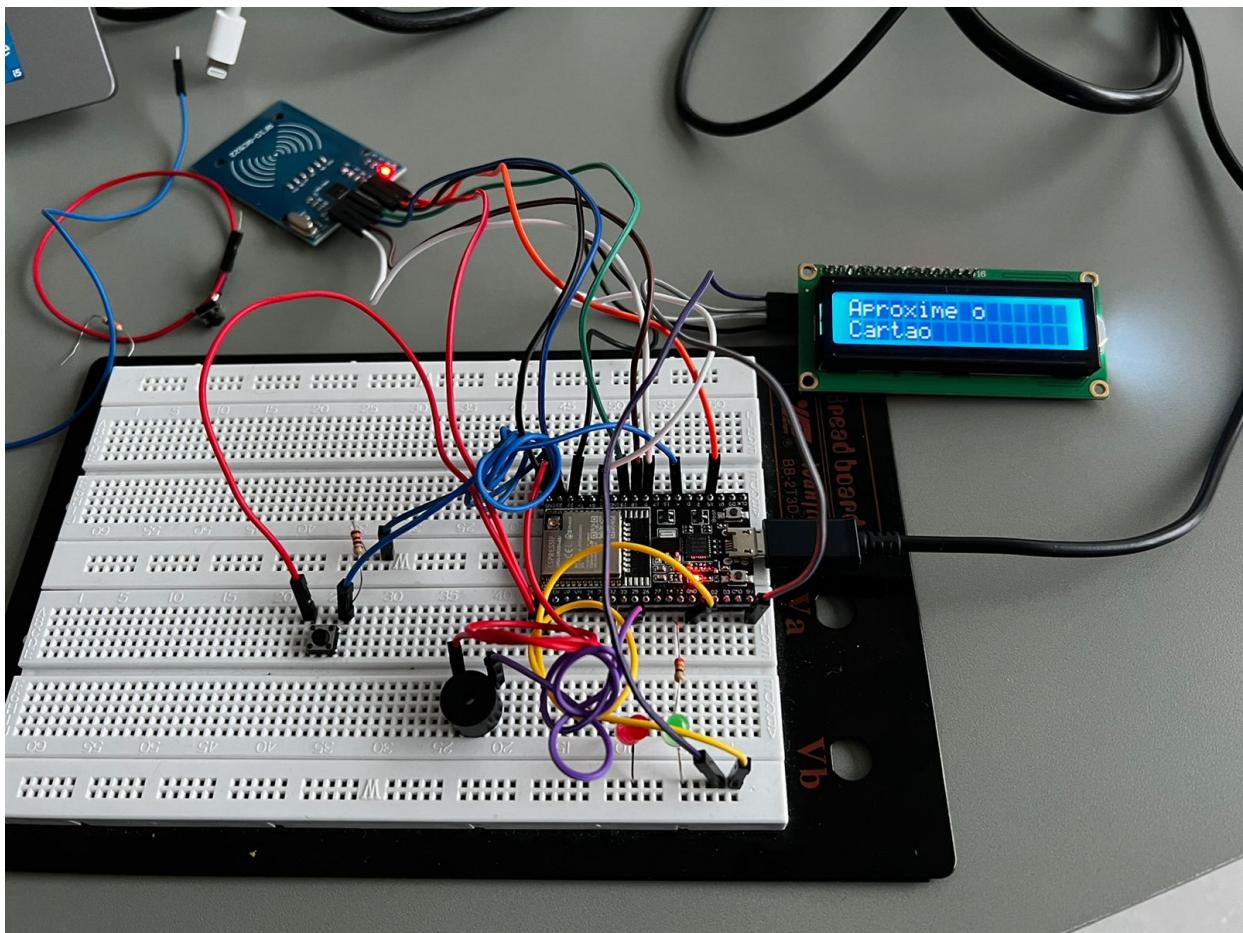


Imagen 25 : Segunda mensagem que aparece no LCD, ao ligar o ESP32 .

2º Passo: Ao aproximar o cartão do RFID, ele irá capturar os dados do cartão de acesso e validar se ele possui credenciais com acesso.

Com isso, caso ele possua credenciais com acesso, irá acender o led verde e irá fornecer a seguinte mensagem no LCD: “Acesso Autorizado: “, seguido pelo identificador do cartão.

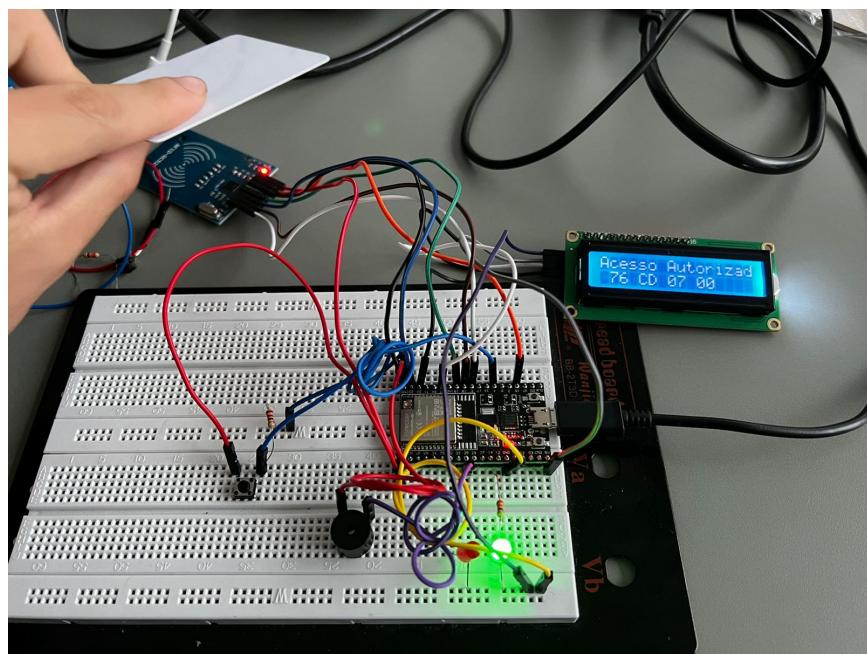


Imagen 26: Teste de cartão com as credenciais corretas .

Entretanto, caso a credencial não seja validada, irá acender o led vermelho e fornecer a seguinte mensagem no LCD: “Acesso Negado: “, seguido pelo identificador do cartão.

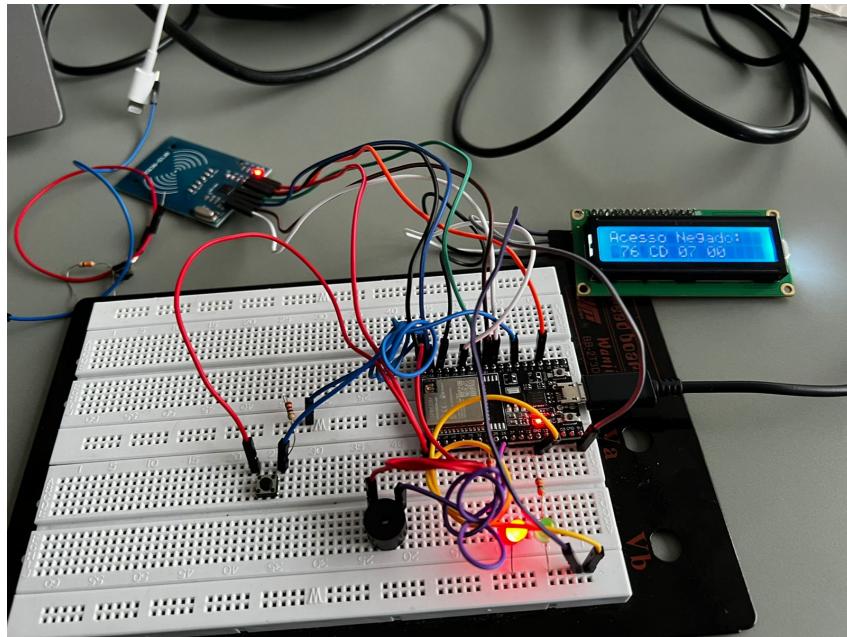


Imagen 27: Teste de cartão com as credenciais incorretas.

Feito esse procedimento inicial, foi elaborado uma tabela com alguns blocos de funcionalidades do protótipo físico:

| # | bloco | componente de entrada | leitura da entrada | componente de saída | leitura da saída | Descrição |
|---|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--|
| 1 | Ligar o LCD | Botão | HIGH | LCD | Mensagem no LCD | Visualização da mensagem "IoTrackers - Inteli I Pirelli", seguido por "Aproxime o cartão" |
| 2 | Validação do cartão | sensor RFID | HIGH | LCD | Mensagem no LCD | Em caso de cartões com acesso permitido, irá acender o led verde e aparecer no LCD a mensagem "Acesso Autorizado" seguido pelo ID do cartão. Caso contrário, irá acender o led vermelho e aparecer no LCD a mensagem "Acesso Negado," seguido pelo ID do cartão. |
| 3 | Conectar ao Wi-Fi | Botao | HIGH | Serial Monitor | Mensagem no Serial Monitor | Visualização da mensagem: "Wi-Fi conectado." |
| 4 | Obter geolocalização | Loop | Loop | Serial Monitor | Mensagem no Serial Monitor | De forma constante, ou seja, em loop (sem precisar de inputs), é feito requisições para a API do Google retornar a geolocalização do dispositivo. Caso a requisição seja feita com sucesso, irá aparecer o 'Endereço MAC' do dispositivo, a intensidade do sinal, a latitude e longitude desse dispositivo. Entretanto, caso a |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | <p><i>requisição apresente falhas, como por exemplo não estar conectado ao Wi-Fi, for enviado inputs errado para o servidor do Google, irá aparecer “Falha na requisição HTTP. Código da resposta: ”, seguido pelo código da resposta da requisição.</i></p> |
|--|--|--|--|--|--|

3.4.3. Protótipo do Projeto com MQTT e I2C

Nesta sprint, iniciamos a transmissão de dados utilizando o protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), com a plataforma Ubidots atuando como coletora e gerenciadora do artefato IoT. Isso nos proporcionou uma visualização mais detalhada dos dados por meio do *dashboard* da plataforma. Simultaneamente, realizamos o desenvolvimento do front-end e back-end usando React e Node.js, para uma possível interface alternativa ao Ubidots.

Visando aprimorar nossa interface e alinhá-la aos nossos interesses, consideramos a possibilidade de realizar uma alteração futura da plataforma Ubidots para essa aplicação web. No entanto, ressaltamos que essa ideia pode ser revista posteriormente, caso seja necessário.

Atualmente, a transmissão de dados para a plataforma Ubidots envolve duas informações: localização e potência do sinal. No que diz respeito à localização, optamos por adotar um modelo baseado no endereço MAC dos roteadores em vez de utilizar a API do Google Maps. Essa mudança foi motivada pela necessidade de obter uma localização mais precisa e compreender as transições entre as áreas da fábrica. Em resumo, com o novo modelo, sempre que um usuário trocar de área, o roteador será alterado, permitindo-nos identificar sua localização de forma mais eficiente.

Nesse contexto, foi registrado diversas situações de uso do sistema como um todo, indicando exemplos de ação do usuário e resposta do sistema, apontando como o ambiente deverá estar configurado para receber a ação e produzir a resposta.

| # | Configuração do ambiente | Ação do usuário | Resposta esperada do sistema |
|---|---|---|--|
| 1 | É necessário os componentes 'RFID' e 'LCD' acoplados a um ESP32. | Usuário visa liberar seu acesso ao tablet através da aproximação do seu cartão de acesso ao 'RFID'. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Em caso de cartões com acesso permitido, irá acender o led verde e aparecer no LCD a mensagem "Acesso Autorizado" seguido pelo ID do cartão.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>Em casos de cartões com acesso não permitido, irá acender o led vermelho e aparecer no LCD a mensagem "Acesso Negado", seguido pelo ID do cartão.</p> |
| 2 | É necessário um computador conectado à interface e uma antena 'Wi-Fi ESP32' acoplada ao conector 'IPEX' do ESP32. | A pessoa responsável por fazer o gerenciamento dos tablets, ao estar logado na interface web desenvolvida, visa saber as redes Wi-Fi ao qual o artefato pode se conectar, através do botão "buscar redes próximas". | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Interface do sistema mostra as redes disponíveis, informando nome, endereço MAC e intensidade do sinal.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32, com a antena, não conseguirá encontrar nenhuma rede WiFi, onde seria mostrado no Serial Monitor a seguinte mensagem: "Nenhuma rede WiFi encontrada".</p> |

| | É | Caso de sucesso: O ESP32 mostrará a mensagem “Conectando ao Wi-Fi...” enquanto estiver tentando se conectar. Após ter se conectado, irá mostrar “Conectado ao Wi-Fi com sucesso!” |
|---|--|---|
| 3 | necessário um computador conectado à internet e um microcontrolador ESP32 com uma antena. | Caso de falha: O ESP32, com a antena, não conseguirá se conectar ao WiFi, onde ficaria em <i>loop</i> a tentativa de conexão, até que seja bem sucedida. |
| 4 | Necessária fonte de energia conectada ao ESP32 e conexão com internet para obter a localização do artefato. | Caso de sucesso: Envio ao Ubidots da localização do artefato. Caso de falha: Mostrar <i>log</i> no sistema: “Não foi possível obter a localização do artefato” e tentar novamente, em <i>loop</i> , até atingir o sucesso. |
| 5 | Necessária fonte de energia conectada ao ESP32 e conexão com internet para obter a potência do sinal do Wi-Fi do artefato. | Caso de sucesso: Envio ao Ubidots da potência do sinal Wi-Fi conectado ao artefato. Caso de falha: Mostrar <i>log</i> no sistema: “Não foi possível obter a potência de sinal do artefato”, e tentar |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | | novamente, em <i>loop</i> , até atingir o sucesso. |
| 6 | É necessário um computador conectado à interface. | A pessoa responsável por fazer o gerenciamento dos tablets, ao estar logado na no sistema web desenvolvido, visa adicionar um novo cartão com permissão de acesso aos tablets no setor de carregamento. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Ao adicionar o ID do cartão, aparecerá a mensagem na tela “Cartão adicionado com sucesso”.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>Ao adicionar o ID do cartão, aparecerá a mensagem na tela “Falha ao tentar adicionar um novo cartão”. Tente novamente mais tarde”.</p> |
| 7 | É necessário um computador conectado à internet e um ESP32 com antena. | O usuário gostaria que o Wi-Fi do artefato alterasse automaticamente para um roteador com uma potência alta de sinal, conforme se locomove através da fábrica. Com isso, será necessário verificar constantemente a potência de sinal do Wi-Fi do roteador atual. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>O ESP32 verifica a potência de sinal do Wi-Fi atual e, caso esteja com potência considerada baixa (inferior a -50 dbm) e tenha outro roteador com uma potência melhor, será feita a troca de roteador. Nesse sentido, caso não seja inferior a -50 dBm, manterá conectado no Wi-Fi atual.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32 não consegue verificar a potência de sinal do Wi-Fi atual ou, caso consiga detectar e o sinal esteja considerado baixo (inferior a -50dbm) e tenha outro roteador com sinal mais forte, o ESP32 não consegue trocar para</p> |

para esse novo roteador com sinal mais forte no momento.

Nesse contexto, será mostrado o passo a passo dos procedimentos relacionados ao funcionamento da conexão ao *WiFi* e os registros no Serial Monitor desse processo como um todo.

Passo a Passo dos procedimentos:

1º Passo: Ao ligar o dispositivo, o ESP32 com a antena irá escanear as redes Wifi, as quais serão mostradas no Serial Monitor todas as redes encontradas e a intensidade do sinal de cada uma.

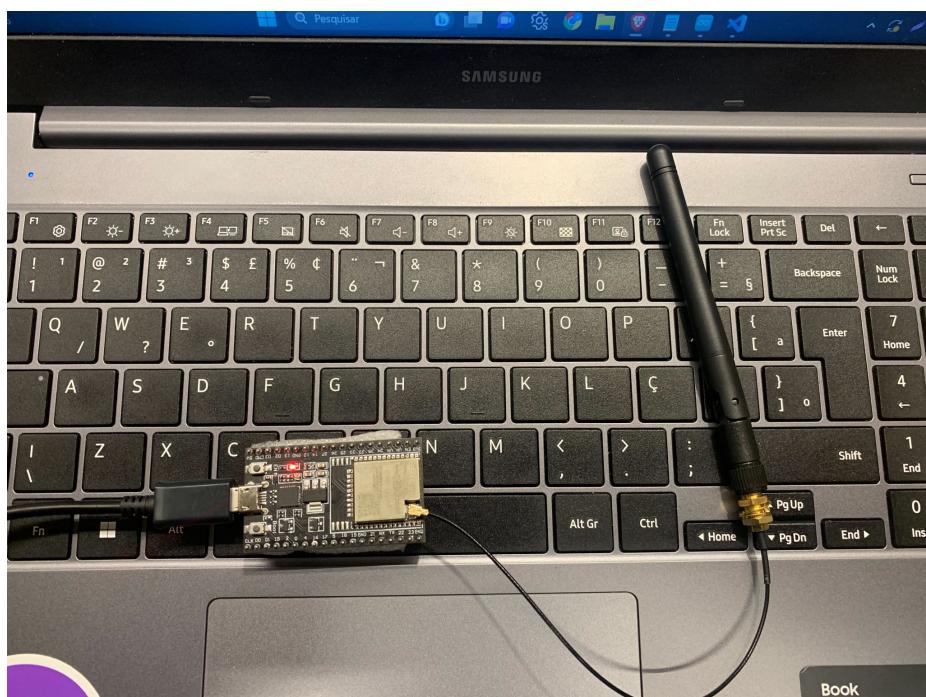


Imagen 28: Esp32 Conectado à uma antena Wi-Fi

```

Escaneando redes WiFi...
Redes encontradas: 22
Redes WiFi encontradas:
SSID: Inteli-COLLEGE | Intensidade do sinal (RSSI): -50 dBm
SSID: Inteli-welcome | Intensidade do sinal (RSSI): -50 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -51 dBm
SSID: DIRECT-Yv-EPSON-L5290 Series | Intensidade do sinal (RSSI): -59 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -59 dBm
SSID: Inteli-welcome | Intensidade do sinal (RSSI): -59 dBm
SSID: Inteli-COLLEGE | Intensidade do sinal (RSSI): -60 dBm
SSID: Inteli-COLLEGE | Intensidade do sinal (RSSI): -62 dBm
SSID: Inteli-welcome | Intensidade do sinal (RSSI): -63 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -63 dBm
SSID: Inteli-welcome | Intensidade do sinal (RSSI): -66 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -66 dBm
SSID: Inteli-COLLEGE | Intensidade do sinal (RSSI): -66 dBm
SSID: AT_401_RAC_056905_WW_a204 | Intensidade do sinal (RSSI): -69 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -71 dBm
SSID: Inteli-COLLEGE | Intensidade do sinal (RSSI): -71 dBm
SSID: Inteli-welcome | Intensidade do sinal (RSSI): -71 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -74 dBm
SSID: Inteli-COLLEGE | Intensidade do sinal (RSSI): -77 dBm
SSID: Inteli-welcome | Intensidade do sinal (RSSI): -78 dBm
SSID: Inteli-Tech | Intensidade do sinal (RSSI): -89 dBm
SSID: TF-WIFI_A253AC | Intensidade do sinal (RSSI): -93 dBm

```

Imagen 29: Escaneando todas as redes WiFi da região.

2º Passo: Ao identificar os dispositivos, ele irá procurar o nome do WiFi que seja igual ao que configuramos inicialmente, a fim de se conectar. No nosso caso, o nome da rede escolhida é "Intel-COLLEGE", sendo a senha: "QazWsx@123". Ele ficará em looping tentando se conectar até que a conexão seja bem sucedida.

```

Conectando ao Wi-Fi...
Conectado ao Wi-Fi!
WiFi connected
IP address:
10.128.70.170

```

Imagen 30: WiFi conectado com o ESP32

3º Passo: Após a conexão ser bem sucedida, ele irá se conectar automaticamente com o Ubidots, imprimindo a porta e o endereço do *broker*, dizendo que a conexão MQTT foi bem sucedida.

```
broker:industrial.api.ubidots.com
brokerPort:1883
B4:8A:0A:AD:A7:B4
BBFF-L2UWDy9jLghHCxu8o0xL100jOrWxcM
Attempting MQTT connection...connected
Subscribing to/v2.0/devices/testevinicius/vartestevinicius/lv
```

Imagen 31: Broker MQTT conectando com o ubidots.

4º Passo: Após se conectar com o Ubidots, ele irá imprimir o endereço MAC puro e endereço MAC formatado do roteador, fornecendo também a intensidade do sinal atual e o BSSID (nome do identificador) do roteador. Posteriormente, a cada 10 segundos ele verifica se houve mudança de posição do roteador, onde, caso não, mostrará a mensagem “Não houve mudança de posição do roteador”. Entretanto, caso sim, imprimirá o novo endereço MAC e todas as características apontadas anteriormente.

```
Endereço MAC: B4:8A:0A:AD:A7:B4
Endereço MAC formatado: b4:8a:0a:ad:a7:b4
Intensidade do Sinal: -53 dBm
BSSID do roteador: Roteador não Mapeado
Não houve mudança de posição do roteador.
```

Imagen 32: Coleta do MAC Address do roteador, identificando a intensidade do sinal e qual roteador está conectado ao ESP32.

3.4.4. Protótipo Físico do Projeto (online)

Esta sessão visa registrar diversas situações de uso do sistema, indicando exemplos de ações do usuário e a resposta esperada do sistema.

Neste sentido, na sprint 04 demos prosseguimento na transmissão de dados utilizando o protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), com a plataforma Ubidots atuando como coletora e gerenciadora do artefato IoT. Isso nos proporcionou uma visualização mais detalhada dos dados por meio do *dashboard* da plataforma.

Atualmente, a transmissão de dados para a plataforma Ubidots envolve quatro dados: localização, potência do sinal, nome do dispositivo, o setor onde ele se encontra e o BSSID (endereço MAC) do tablet.

Dessa forma, o Dashboard, antes de o estilizarmos, está assim:

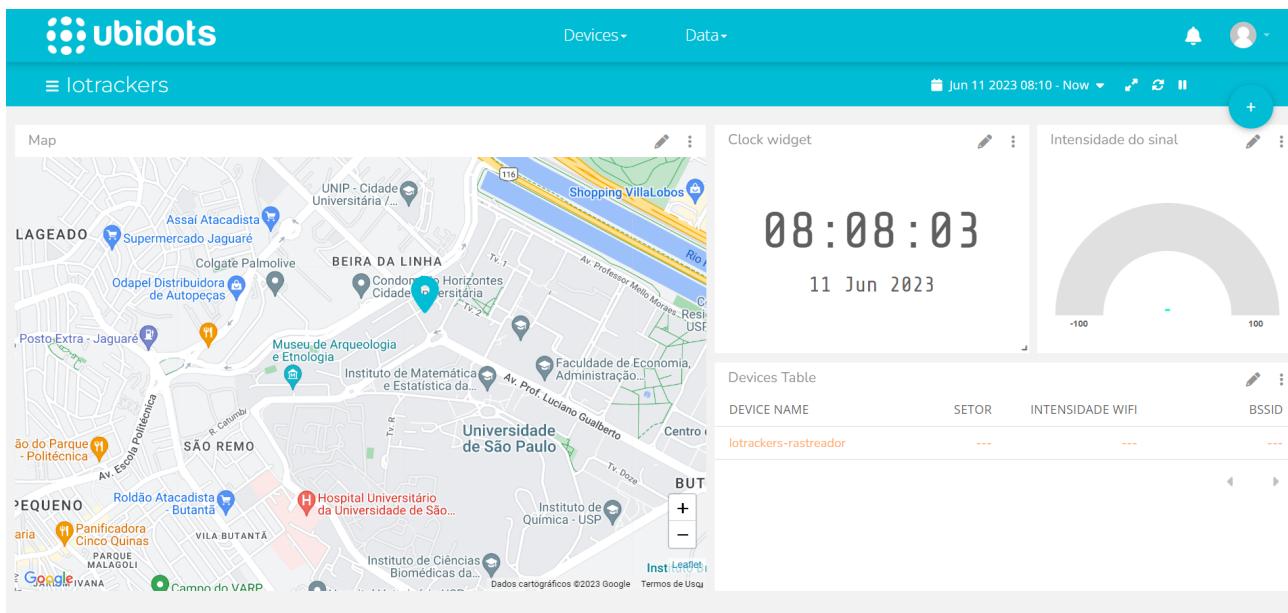


Imagen 33: Página principal do Ubidots.

No que diz respeito à localização, optamos por adotar um modelo baseado no endereço MAC dos roteadores em vez de utilizar a API do Google Maps. Essa mudança foi motivada pela necessidade de obter uma localização mais precisa e compreender as transições entre as áreas da fábrica. Em resumo, com o novo modelo, sempre que um usuário trocar de área, o roteador será alterado, permitindo-nos identificar sua localização de forma mais eficiente.

Nesse contexto, foi registrado diversas situações de uso do sistema, indicando exemplos de ação do usuário e resposta do sistema, apontando como o ambiente deverá estar configurado para receber a ação e produzir a resposta.

| # | Configuração do ambiente | Ação do usuário | Resposta esperada do sistema |
|---|--|---|--|
| 1 | É necessário os componentes 'RFID' e 'LCD' acoplados a um ESP32. | Usuário visa liberar seu acesso ao tablet através da aproximação do seu cartão de acesso ao 'RFID'. | Caso de sucesso: Em caso de cartões com acesso permitido, irá acender o led verde e aparecer no LCD a mensagem "Acesso Autorizado" seguido pelo ID do cartão. |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | | | <p>Caso de falha:</p> <p>Em casos de cartões com acesso não permitido, irá acender o led vermelho e aparecer no LCD a mensagem “Acesso Negado”, seguido pelo ID do cartão.</p> |
| 2 | É necessário um computador conectado à interface e uma antena 'Wi-Fi ESP32' acoplada ao conector 'IPEX' do ESP32. | A pessoa responsável por fazer o gerenciamento dos tablets, ao estar logado na no sistema web desenvolvido, visa saber as redes Wi-Fi ao qual o artefato pode se conectar, através do botão “buscar redes próximas”. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Interface do sistema mostra as redes disponíveis, informando nome, endereço MAC e intensidade do sinal.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32, com a antena, não conseguirá encontrar nenhuma rede WiFi. Nesse caso seria mostrado, no Serial Monitor, a seguinte mensagem: “Nenhuma rede WiFi encontrada”.</p> |
| 3 | É necessário um computador conectado à internet e um microcontrolador ESP32 com uma antena. | Conectar o ESP32 à alguma fonte de energia. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>O ESP32 mostrará a mensagem “Conectando ao Wi-Fi...” enquanto estiver tentando se conectar. Após ter se conectado, irá mostrar “Conectado ao Wi-Fi com sucesso!”</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32, com a antena, não conseguirá se conectar ao WiFi, onde ficará em <i>loop</i> a tentativa de conexão, até que seja bem</p> |

| | | | |
|---|---|---------------|--|
| | | | sucedida. Nesse contexto, caso fique por mais de 10 minutos em <i>loop</i> , chegará um alerta ao setor do TI através do Ubidots, reportando, assim, o problema. |
| 4 | Necessária fonte de energia conectada ao ESP32 e conexão com internet para obter a localização do artefato. | Nenhuma ação. | Caso de sucesso: Envio ao Ubidots da localização do artefato. Caso de falha: Mostrar <i>log</i> no sistema: “Não foi possível obter a localização do artefato” e tentar novamente, em <i>loop</i> , até atingir o sucesso. Nesse contexto, caso fique por mais de 10 minutos em <i>loop</i> , chegará um alerta ao setor do TI através do Uibots, reportando, assim, o problema. |
| 5 | Necessária fonte de energia conectada ao ESP32 e, conexão com internet para obter a potência do sinal do Wi-Fi do artefato. | Nenhuma ação. | Caso de sucesso: Envio ao Ubidots da potência do sinal Wi-Fi conectado ao artefato. Caso de falha: Mostrar <i>log</i> no sistema: “Não foi possível obter a potência de sinal do artefato”, e tentar novamente, em <i>loop</i> , até atingir o sucesso. Nesse contexto, caso fique por mais de 10 minutos em <i>loop</i> , chegará um alerta ao setor do TI através do Uibots, reportando, assim, o problema. |

| | | | Caso de sucesso: Ao adicionar o ID do cartão, aparecerá a mensagem na tela “Cartão adicionado com sucesso”. |
|---|--|---|---|
| 6 | É necessário um computador conectado à interface. | A pessoa responsável por fazer o gerenciamento dos tablets, ao estar logado no sistema web desenvolvido, visa adicionar um novo cartão com permissão de acesso aos tablets no setor de carregamento. | Caso de falha: Ao adicionar o ID do cartão, aparecerá a mensagem na tela “Falha ao tentar adicionar um novo cartão”. Tente novamente mais tarde”. |
| 7 | É necessário um computador conectado à internet e um ESP32 com antena. | O usuário gostaria que o Wi-Fi do artefato alterasse automaticamente para um roteador com uma potência alta de sinal, conforme se locomove através da fábrica. Com isso, será necessário verificar constantemente a potência de sinal do Wi-Fi do roteador atual. | Caso de sucesso: O ESP32 verifica a potência de sinal do Wi-Fi atual e, caso esteja com potência considerada baixa (inferior a -50 dbm) e tenha outro roteador com uma potência melhor, será feita a troca de roteador. Nesse sentido, caso não seja inferior a -50 dBm, manterá conectado no Wi-Fi atual. Caso de falha: O ESP32 não consegue verificar a potência de sinal do Wi-Fi atual ou, caso consiga detectar e o sinal esteja considerado baixo (inferior a -50dbm) e tenha outro roteador com sinal mais forte, o ESP32 não consegue trocar para esse novo roteador com sinal mais forte no momento. |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | É | O usuário gostaria de saber quais tablets estão disponíveis para serem retirados da base de carregamento. | Caso de sucesso: A plataforma Ubidots consegue transmitir com precisão a numeração das caixas da base de carregamento que possuem tablets disponíveis. |
| 8 | necessário uma tela conectada a algum computador com acesso à internet e ao Ubidots. | | Caso de falha: A plataforma Ubidots transmite de forma errônea a numeração das caixas da base de carregamento que possuem tablets disponíveis, ou seja, mostra tablets indisponíveis como disponíveis e vice-versa. |
| 9 | É necessário um Teclado Matricial Membrana vinculado a um ESP32. | O usuário gostaria de escolher qual tablet, dentre os disponíveis, ele irá pegar da base de carregamento. | Caso de sucesso: O ESP32 consegue se comunicar com os sensores da base de carregamento e liberar a tranca para o usuário conseguir remover o tablet desejado. |

3.4.5. Protótipo Final do Projeto

O protótipo final do projeto consiste na junção da parte física do projeto com a parte online (*dashboard*). A parte física é dividida em duas partes: a primeira, responsável pelo rastreador e a segunda, pela caixa que irá armazenar os tablets. Tanto para o rastreador, quanto para a caixa, utilizamos MDF (*Medium Density Fiberboard*) para sua confecção. Com a criação de uma modelagem 3D e a utilização de uma máquina de corte a laser, conseguimos construir as caixas que irão armazenar as soluções físicas.

- Rastreador.

Composto por 1 antena WiFi, 1 ESP32 e uma bateria de litio.

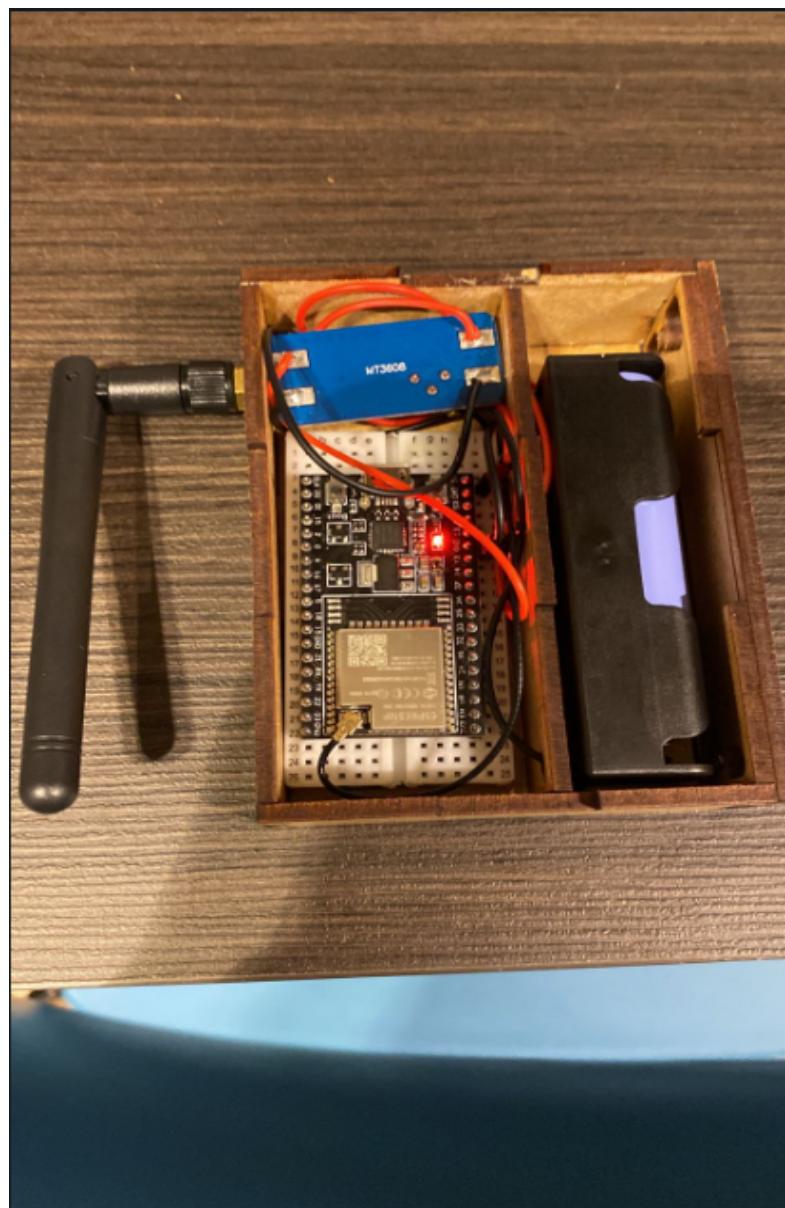


Imagen 34: Caixa do rastreador aberta.



Imagen 35: Visão lateral da caixa do rastreador.



Imagen 36: Caixa do rastreador fechada.



Imagen 37: Local para trocar a bateria do rastreador.

- Caixa do tablet.

Composto por 1x Sensor RFID, 1x Teclado de membrana, 1x Ultrassônico, 1x LCD, 1xESP32, 1x Relé e 1x Solenóide.

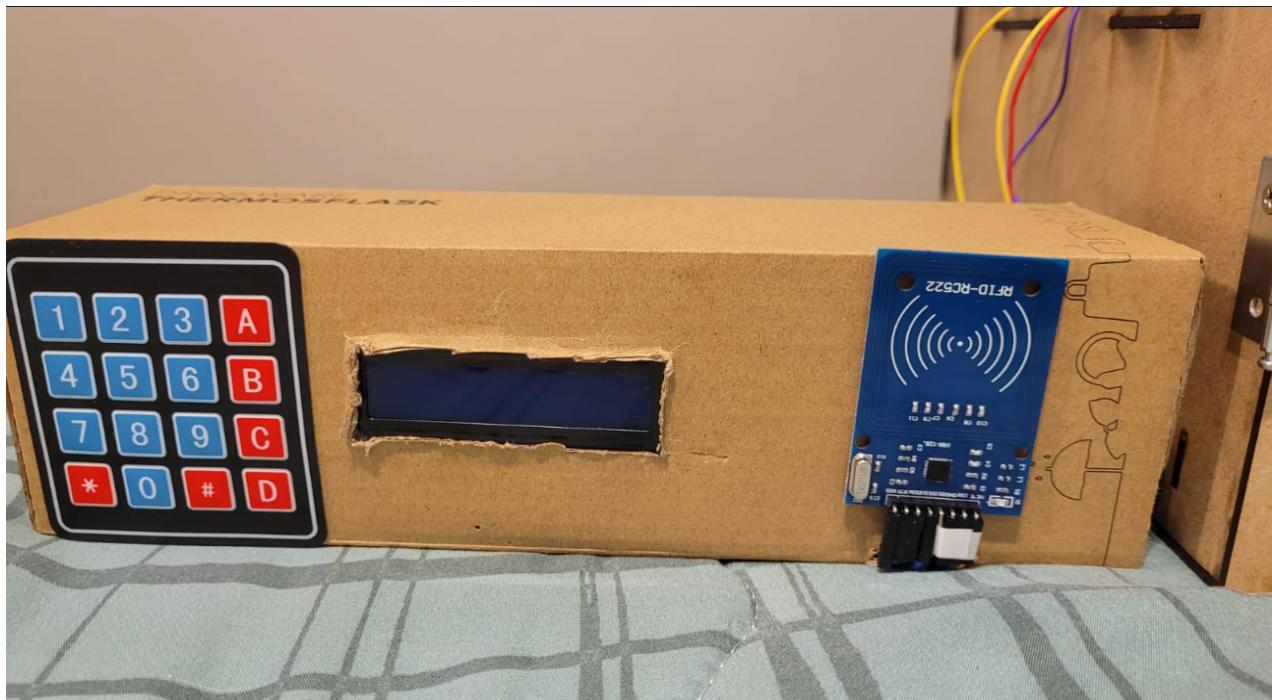


Imagen 38: Painel central.



Imagen 39: Caixa do tablet.

O funcionamento da caixa é composto por 3 etapas: Escolha de caixa que queira abrir, Passar o cartão de funcionário no autenticador (RFID) e pegar o tablet quando a caixa abrir.



Imagen 40: Caixa do tablet ligado.

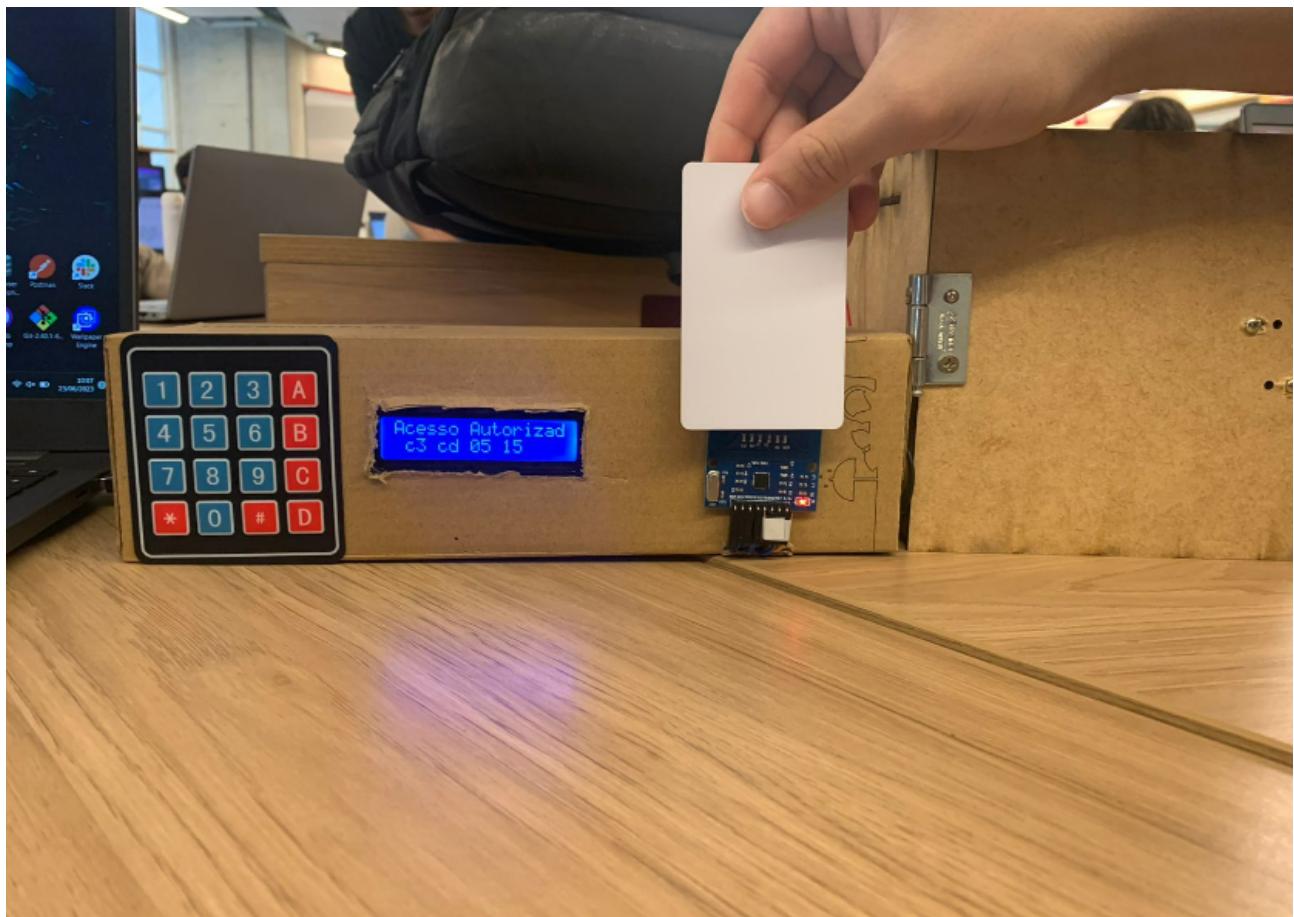


Imagen 41: Autenticando o cartão no RFID.



Imagen 42: Abertura da caixa para retirada do tablet.

Para realizar a devolução do tablet na caixa, é preciso realizar as mesmas etapas anteriores: clicar no teclado de membrana, passar o RFID e guardar o tablet após a caixa abrir.

Caso seja necessário a construção de mais caixas, segue o arquivo do modelo 3D, [clique aqui](#). Vale ressaltar que é preciso ter uma máquina de corte a laser com o material de produção(MDF).

- Dashboard.

O *dashboard* irá armazenar todas as informações relacionadas à localização e identificação obtidas pelos componentes das soluções. A plataforma de *dashboard* escolhida foi o Ubidots, no qual consiste em uma plataforma responsiva e de fácil integração com equipamentos IoT.

The dashboard displays a map of São Paulo with numerous location markers. Key points include UNIP - Cidade Universitária, Universidade paulista, P2 USP - Portaria 2 da Universidade de São Paulo, Marginal Pinheiros, CRE Butantá, Av. Jaguare, CL Sanca - Jaguare, Palomive, Arena Jaguaré, Condomínio Horizontes Cidade Universitária, Instituto de Tecnologia e Inovação, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Instituto de Relações Internacionais, Auditó, Sweden Restaurante, Museu de Arqueologia e Etnologia, IPT - Prédio 56, Instituto de Energia e Ambiente da USP, Instituto de Física da Universidade de São..., Faculdade de Economia, Administração, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da..., Praça do Oceanógrafo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São..., and Centro de Ciência e Tecnologia da... .

Clock widget

10:19:54
23 Jun 2023

Intensidade do sinal

| DEVICE NAME | INTENSIDADE WIFI | BSSID | SETOR |
|-----------------------|------------------|-------------------|----------|
| lotrackers-rastreador | -89.00 | 26.83:44:20:48:BF | Ateliê 9 |

Imagen 43: Página do dashboard.

Com a utilização da plataforma, conseguimos observar as principais informações captadas pelos sensores e componentes que compõem nossas soluções. Dentro dessas informações presentes no *dashboard*, temos o nome do dispositivo (“iotrackers-rastreador”), a intensidade desse WiFi, o setor que o tablet se encontra (“ateliê 2”). Por fim, temos o mapa para mostrar em tempo real a localização do tablet.

Nesse sentido, caso o gerente de TI queira visualizar a localização de um determinado tablet, será realizada por meio da tabela “Device Table”. Nesse caso, só existe um tablet cadastrado na plataforma, fazendo com que, a única localização disponível no mapa seja a do tablet cadastrado.

| Devices Table | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------|----------|
| DEVICE NAME | INTENSIDADE WIFI | BSSID | SETOR |
| lotrackers-rastreador | -89.00 | 26:83:44:20:48:BF | Ateliê 9 |

Imagen 44: Tabela dos dispositivos cadastrados.

Dessa forma, caso o gerente de TI queira cadastrar outro tablet, basta acessar o manual do usuário, especificamente no tópico 'Guia de Instalação'. Com isso, caso ele queira visualizar outro tablet, é necessário, na plataforma Ubidots, clicar na opção 'Devices' (na parte superior da tela) e selecionar o rastreador desejado.

Além disso, foi registrado diversas situações de uso do sistema, indicando exemplos de ação do usuário e resposta do sistema, apontando como o ambiente deverá estar configurado para receber a ação e produzir a resposta.

| # | Configuração do ambiente | Ação do usuário | Resposta esperada do sistema |
|---|--|---|--|
| 1 | É necessário os componentes 'RFID' e 'LCD' acoplados a um ESP32. | Usuário visa liberar seu acesso ao tablet através da aproximação do seu cartão de acesso ao 'RFID'. | Caso de sucesso: Em caso de cartões com acesso permitido, irá acender o led verde e aparecer no LCD a |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | <p>mensagem “Acesso Autorizado” seguido pelo ID do cartão.</p> |
| | | | <p>Caso de falha:</p> <p>Em casos de cartões com acesso não permitido, irá acender o led vermelho e aparecer no LCD a mensagem “Acesso Negado”, seguido pelo ID do cartão.</p> |
| 2 | É necessário um computador conectado à interface e uma antena ‘Wi-Fi ESP32’ acoplada ao conector ‘IPEX’ do ESP32. | <p>A pessoa responsável por fazer o gerenciamento dos tablets, ao estar logado na no sistema web desenvolvido, visa saber as redes Wi-Fi ao qual o artefato pode se conectar, através do botão “buscar redes próximas”.</p> | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Interface do sistema mostra as redes disponíveis, informando nome, endereço MAC e intensidade do sinal.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32, com a antena, não conseguirá encontrar nenhuma rede WiFi. Nesse caso seria mostrado, no Serial Monitor, a seguinte mensagem: “Nenhuma rede WiFi encontrada”.</p> |
| 3 | É necessário um computador conectado à internet e um microcontrolador ESP32 com uma antena. | Conectar o ESP32 à alguma fonte de energia. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>O ESP32 mostrará a mensagem “Conectando ao Wi-Fi...” enquanto estiver tentando se conectar. Após ter se conectado, irá mostrar “Conectado ao Wi-Fi com sucesso!”</p> |

| | | | |
|---|---|---------------|--|
| | | | <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32, com a antena, não conseguirá se conectar ao WiFi, onde ficará em <i>loop</i> a tentativa de conexão, até que seja bem sucedida. Nesse contexto, caso fique por mais de 10 minutos em <i>loop</i>, chegará um alerta ao setor do TI através do Ubidots, reportando, assim, o problema.</p> |
| 4 | Necessária fonte de energia conectada ao ESP32 e conexão com internet para obter a localização do artefato. | Nenhuma ação. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Envio ao Ubidots da localização do artefato.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>Mostrar <i>log</i> no sistema: “Não foi possível obter a localização do artefato” e tentar novamente, em <i>loop</i>, até atingir o sucesso. Nesse contexto, caso fique por mais de 10 minutos em <i>loop</i>, chegará um alerta ao setor do TI através do Uibots, reportando, assim, o problema.</p> |
| 5 | Necessária fonte de energia conectada ao ESP32 e, conexão com internet para obter a potência do sinal do Wi-Fi do artefato. | Nenhuma ação. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Envio ao Ubidots da potência do sinal Wi-Fi conectado ao artefato.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>Mostrar <i>log</i> no sistema: “Não foi possível obter a potência de sinal do artefato”, e tentar novamente, em <i>loop</i>, até atingir o sucesso. Nesse contexto, caso</p> |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | | fique por mais de 10 minutos em <i>loop</i> , chegará um alerta ao setor do TI através do Uibots, reportando, assim, o problema. |
| 6 | É necessário um computador conectado à interface. | A pessoa responsável por fazer o gerenciamento dos tablets, ao estar logado no sistema web desenvolvido, visa adicionar um novo cartão com permissão de acesso aos tablets no setor de carregamento. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>Ao adicionar o ID do cartão, aparecerá a mensagem na tela “Cartão adicionado com sucesso”.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>Ao adicionar o ID do cartão, aparecerá a mensagem na tela “Falha ao tentar adicionar um novo cartão”. Tente novamente mais tarde”.</p> |
| 7 | É necessário um computador conectado à internet e um ESP32 com antena. | O usuário gostaria que o Wi-Fi do artefato alterasse automaticamente para um roteador com uma potência alta de sinal, conforme se locomove através da fábrica. Com isso, será necessário verificar constantemente a potência de sinal do Wi-Fi do roteador atual. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>O ESP32 verifica a potência de sinal do Wi-Fi atual e, caso esteja com potência considerada baixa (inferior a -50 dbm) e tenha outro roteador com uma potência melhor, será feita a troca de roteador. Nesse sentido, caso não seja inferior a -50 dBm, manterá conectado no Wi-Fi atual.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32 não consegue verificar a potência de sinal do Wi-Fi atual ou, caso consiga detectar e o sinal esteja considerado baixo</p> |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | | (inferior a -50dbm) e tenha outro roteador com sinal mais forte, o ESP32 não consegue trocar para esse novo roteador com sinal mais forte no momento. |
| 8 | É necessário uma tela conectada a algum computador com acesso à internet e ao Ubidots. | O usuário gostaria de saber quais tablets estão disponíveis para serem retirados da base de carregamento. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>A plataforma Ubidots consegue transmitir com precisão a numeração das caixas da base de carregamento que possuem tablets disponíveis.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>A plataforma Ubidots transmite de forma errônea a numeração das caixas da base de carregamento que possuem tablets disponíveis, ou seja, mostra tablets indisponíveis como disponíveis e vice-versa.</p> |
| 9 | É necessário um Teclado Matricial Membrana vinculado a um ESP32. | O usuário gostaria de escolher qual tablet, dentre os disponíveis, ele irá pegar da base de carregamento. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>O ESP32 consegue se comunicar com os sensores da base de carregamento e liberar a tranca para o usuário conseguir remover o tablet desejado.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>O ESP32 não consegue se comunicar com os sensores da base de carregamento. Além disso, outro caso de falha é o ESP32 conseguir se comunicar,</p> |

| | | | |
|----|--|--|--|
| | | | mas liberar a tranca para o tablet errado. |
| 10 | É necessário um computador com acesso à internet e à plataforma 'Ubidots'. | O usuário gostaria de escolher qual tablet gostaria de visualizar os dados, incluindo localização. | <p>Caso de sucesso:</p> <p>O usuário consegue acessar a busca pelos dispositivos, filtrar pelo nome do tablet desejado e aparecer os dados do dispositivo no <i>dashboard</i>.</p> <p>Caso de falha:</p> <p>Ao filtrar o dispositivo pelo nome do tablet desejado e ele não estiver cadastrado ou se o usuário digitar errado, irá aparecer 'No devices found' para o usuário.</p> |

4. Possibilidades de Descarte

A documentação a seguir descreve a possibilidade de descarte dos materiais utilizados na construção da aplicação IoT:

1. Placa ESP32:

O ESP32 é uma placa de desenvolvimento que consiste em microcontroladores e transceptores sem fio, permitindo a conexão e controle de dispositivos conectados.

A vida útil da placa é prolongada, podendo funcionar por vários anos, desde que mantida e utilizada adequadamente.

Para o descarte adequado, recomenda-se encaminhá-la para centros de reciclagem eletrônica, assegurando que seja tratada corretamente. **A placa ESP32 pode conter pequenas quantidades de chumbo (Pb) em seus terminais, sendo um material tóxico.**

2. Fios Macho-Fêmea:

Os fios macho-fêmea são utilizados para realizar as conexões entre os componentes eletrônicos no MVP. Esses fios, compostos geralmente por cobre e plástico, não possuem uma vida útil definida.

No entanto, é importante verificar regularmente se os fios estão em boas condições, sem danos visíveis, e substituí-los se necessário.

Para o descarte, recomenda-se encaminhá-los para centros de reciclagem eletrônica, ou ainda separá-los entre suas partes de plástico e metal para centros de reciclagem dedicados.

3. Resistores:

Os resistores são componentes eletrônicos utilizados para limitar a corrente em um circuito.

Eles não possuem uma vida útil específica e, quando estão funcionando corretamente e não apresentam danos físicos, podem ser considerados duráveis.

Caso necessite substituí-los, recomenda-se fazer o descarte com outros componentes eletrônicos em centros de reciclagem eletrônica.

4. Botões Simples:

Os botões simples são utilizados para interações com a aplicação IoT. Não possuem uma vida útil definida, mas é importante verificar regularmente se estão funcionando corretamente e sem danos físicos.

Para o descarte adequado, recomenda-se encaminhar os botões simples para centros de reciclagem eletrônica, onde poderão ser tratados corretamente.

5. Buzzer:

O buzzer é um componente eletrônico que produz sons audíveis. Ele tem uma vida útil considerável e sua durabilidade depende do uso e das condições de operação.

Caso seja necessário descartar o buzzer, ele deverá ser considerado um componente eletrônico e encaminhado para centros de reciclagem especializados.

6. LEDs:

Os LEDs são componentes eletrônicos que emitem luz quando ativados. Sua vida útil pode variar conforme o fabricante e o tipo de LED.

Geralmente, LEDs de boa qualidade podem durar de 25.000 a 100.000 horas de uso contínuo.

Para o descarte adequado, é importante encaminhar os LEDs, juntamente com outros componentes eletrônicos, para centros de reciclagem eletrônica.

LEDs podem conter materiais tóxicos, como chumbo (Pb), cádmio (Cd) ou mercúrio (Hg). Certifique-se de seguir as diretrizes de descarte apropriadas para materiais tóxicos.

7. Protoboard:

A protoboard é uma placa utilizada para realizar conexões temporárias entre os componentes eletrônicos. Ela não possui uma vida útil específica e pode ser reutilizada várias vezes, desde que não apresente danos físicos, como trilhas quebradas ou pontos de conexão soltos.

Quando não for mais utilizável, a protoboard deve ser encaminhada para centros de reciclagem eletrônica.

8. Painel LCD:

O painel LCD é uma tela utilizada para exibir informações no MVP. Sua vida útil varia conforme o fabricante e as condições de uso, podendo durar de 20.000 a 100.000 horas.

Quando chegar ao fim de sua vida útil ou não estiver mais funcionando corretamente, o painel LCD deve ser encaminhado para centros de reciclagem eletrônica, onde será tratado de maneira adequada.

9. Cabo USB:

Os cabos USB são utilizados para conectar a placa ESP32 a outras fontes de energia ou dispositivos.

Sua vida útil pode variar dependendo da qualidade e frequência de uso. É importante inspecionar regularmente os cabos em busca de danos físicos, como fios expostos ou conectores danificados, e substituí-los quando necessário.

Para o descarte adequado, recomenda-se encaminhar os cabos USB para centros de reciclagem especializados, onde serão processados corretamente.

Abaixo temos alguns centros de reciclagem eletrônica em Campinas:

Reversis: <http://www.reversis.com.br/>

Dynels: <https://www.dynels.eco.br/>

Sucatasbs: <https://www.sucatasbs.com.br/compra-de-sucatas/lixo-eletronico>

5. Conclusões e Recomendações

Com base em diversas pesquisas sobre a Pirelli e sobre a definição do problema a ser solucionado, chegamos à algumas conclusões, abordando soluções abrangentes para todas as fábricas da Pirelli pelo mundo.

Para o primeiro problema, relacionado às perdas dos tablets na fábrica da Pirelli, chegamos a uma solução de rastreamento para sabermos em qual local da fábrica o tablet está localizado. Para isso usamos um microcontrolador ESP32 com uma antena, no qual consegue enviar os dados da localização como coordenadas, intensidade do sinal da rede conectada, o endereço MAC do roteador e se o dispositivo está conectado ou não a uma rede. Os dados de rastreamento são enviados por meio de um protocolo chamado MQTT, que garante a segurança dos dados, para a plataforma do Ubidots, onde fica o nosso *dashboard*.

Já para o segundo problema, no quesito da construção de uma base de carregamento, a solução consiste em um armário com carregador para guardar e retirar os tablets com a ajuda do sensor RFID. O armário pode ser aberto somente por um cartão de acesso disponibilizado

pelo TI da Pirelli, a fim de identificar o usuário e conseguir obter os dados de quando o tablet foi retirado.

Com base nisso, acreditamos que com essas soluções conseguimos atingir nossos objetivos, resolvendo os problemas da Pirelli de perdas e extrativos de tablets, além da falta de uma estrutura organizada para carregamento dos tablets.

As nossas soluções visam proporcionar melhoria na segurança, no qual podemos saber sobre o local e a pessoa responsável que está com determinado tablet, conseguindo registrar estes dados na plataforma *Ubidots*, e, assim, melhorar a gestão dos equipamentos.

Nesse sentido, caso venha acontecer alguma perda ou extravio, o time responsável será notificado por meio do *dashboard* no *Ubidots*.

Dessa forma, recomendamos que sigam o manual de usuário disponibilizado, fazendo com que todas as configurações do projeto estejam conforme foram programadas.

5.1. Próximos passos

Foi elaborado alguns passos para serem implementados para dar prosseguimento com o projeto:

1. Testes adicionais e refinamento do protótipo: É crucial conduzir verificações completas do armário equipado com o sensor RFID e ultrassônico, bem como do dispositivo de rastreamento de tablets, em variadas situações e ambientes. A razão é que a atmosfera de uma fábrica pode alterar a eficácia das soluções propostas.
2. Criação de uma plataforma web: Uma vez concluído o protótipo inicial, é aconselhável alocar recursos para o desenvolvimento de uma plataforma online que se integre com as soluções oferecidas. Dessa forma, será possível personalizar melhor as funcionalidades do *dashboard*.
3. Treinamento e conscientização dos funcionários: À medida que a solução for aplicada em todas as unidades da Pirelli, é crucial oferecer um treinamento apropriado aos trabalhadores para que eles compreendam a operação do armário com o sensor RFID, o dispositivo de rastreamento de tablets e a plataforma de gestão. Além disso, é imprescindível conscientizá-los sobre a importância da manutenção adequada dos equipamentos e da adesão aos procedimentos determinados.
4. Ajustes com base no feedback dos usuários: durante a fase de teste, é vital obter feedback dos usuários sobre a facilidade de uso e a eficiência da solução. A partir desses retornos, é necessário realizar as alterações e aperfeiçoamentos indispensáveis para o sistema atender de maneira satisfatória às necessidades e expectativas dos usuários.
5. Monitoramento contínuo e manutenção do sistema: uma vez que a solução esteja em operação, deve-se definir um plano de monitoramento e manutenção regular. Isso inclui

o exame periódico do armário, dos sensores e do dispositivo de rastreamento de tablets, além da realização de testes para validar a qualidade dos dados produzidos.

6. Avaliação de resultados e otimização contínua: após a implementação completa da solução, é relevante avaliar os resultados obtidos em relação aos objetivos propostos. Examine métricas como diminuição de perdas e extravios de tablets, eficiência na gestão de equipamentos e satisfação dos usuários. Com base nessa avaliação, faça ajustes e aprimoramentos contínuos no sistema para maximizar seus benefícios.

6. Referências

Pirelli *Corporate Culture*, *Corporate Culture*. Disponível em:

<<https://corporate.pirelli.com/corporate/en-ww/aboutus/pirelli-corporate-culture>>. Acesso em 17/04/2023.

Pirelli `s History, Pirelli `s History. Disponível em:

<<https://corporate.pirelli.com/corporate/en-ww/aboutus/history>>. Acesso em 17/04/2023

CarLogos, The Largest Tire Manufacturers in the World (New). Disponível em:

<https://www.carlogos.org/reviews/Pirelli_Corporate_Culture/largest-tire-manufacturers.html>.

Acesso em 17/04/2023

Pirelli, O PORQUÊ DE ESCOLHER PIRELLI. Disponível em:

<<https://www.pirelli.com/tyres/pt-br/carro/sobre-nos/por-que-pirelli>>. Acesso em 17/04/2023.

Continental, *Headquarters and Plants*. Disponível em:

<<https://www.continental-tires.com/transport/company/businessunit/headquarters-plants#:~:text=W>>

e%20are%20manufacturing%20at%2013%20plants%20in%2012%20countries.›. Acesso em 19/04/2023.

Continental, *Continental History*. Disponível em:

⟨<https://www.conti.com.br/about-us/history.html>⟩. Acesso em 19/04/2023.

Britannica, Michelin History. Disponível em: ⟨<https://www.britannica.com/topic/Michelin>⟩. Acesso em 19/04/2023.

Bridgestone, Informações sobre a Bridgestone. Disponível em:

⟨<https://www.bridgestone.com.br/pt/sobre-nos/informacion-corporativa>⟩. Acesso em 19/04/2023.

De Oliveira, Ricardo, Visitamos a fábrica da Bridgestone em Santo André/SP, Notícias Automotivas, 2021. Disponível em:

⟨<https://www.noticiasautomotivas.com.br/visitamos-a-fabrica-da-bridgestone-em-santo-andre/#:~:text=Atualmente%20a%20Bridgestone%20tem%20178,pneus%20e%20emprega%20139.000%20pessoas>⟩. Acesso em 19/04/2023

Anexos

Utilize esta seção para anexar materiais extras que julgar necessário.