

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS**

CARLOS VITOR VIGARANI ROSSIGNOLLI

**SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO DE
EQUIPAMENTOS PARA PEQUENAS EMPRESAS**

**LINS/SP
2º SEMESTRE/2021**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS**

CARLOS VITOR VIGARANI ROSSIGNOLLI

**SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO DE
EQUIPAMENTOS PARA PEQUENAS EMPRESAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins para obtenção do
Título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento
de Sistemas.

Orientador: Prof. Me. Felipe Maciel Rodrigues

**LINS/SP
2º SEMESTRE/2021**

Dados fornecidos pelo(a) autor(a).

	Rossignolli, Carlos Vitor Vigarani
R834s	Sistema para gerenciamento de manutenção de equipamentos para pequenas empresas / Carlos Vitor Vigarani Rossignolli. — Lins, 2021. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) — Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra: Lins, 2021. Orientador(a): Ma. Felipe Maciel Rodrigues 1. Preventiva. 2. Corretiva. 3. Manutenção. I. Rodrigues, Felipe Maciel. II. Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra. III. Título.
	CDD 004.21

CARLOS VITOR VIGARANI ROSSIGNOLLI

**SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO EM PEQUENAS
EMPRESAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas sob orientação do Prof. Me. Felipe Maciel Rodrigues.

Data de aprovação: __/__/__

Prof. Me. Felipe Maciel Rodrigues

Prof. Dr. Fernando Augusto Garcia Muzzi

Prof. Me. Rodrigo Moura Juvenil Ayres

Aos meus pais, Roberto Carlos Rossignolli e Silvia Vigarani Rossignolli. A minha namorada Vanessa e aos meus amigos que me inspiraram e motivaram a busca pelo conhecimento.

Carlos Vitor Vigarani Rossignolli

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao Professor Me. Felipe Maciel, pelas orientações e palavras de encorajamento para a realização desse trabalho.

O apoio incondicional da minha namorada Vanessa Rodrigues, contribuindo com a delicadeza de suas palavras e organização excepcional.

À minha irmã, pelas suas palavras inspiradoras e por seu exemplo de coragem em minha vida.

Ao meu amigo David Penteado, por seu auxílio na pesquisa e adequação às normas acadêmicas.

À Fatec Lins – Prof. Antonio Seabra, por oferecer sua estrutura e talentos para me inspirar e ser fonte de conhecimento para realização desse trabalho.

Carlos Vitor Vigarani Rossignolli

RESUMO

A realização deste trabalho busca desenvolver um sistema para gerenciar manutenções preventivas e corretivas de equipamentos de pequenos negócios de forma a impactar positivamente nos custos de manutenção de seus negócios. O uso de uma ferramenta eficiente é fundamental para que técnicos das organizações possam planejar, monitorar e executar procedimentos de manutenção que precisam ser cumpridos de forma periódica. Esta aplicação também visa oferecer uma ferramenta mais intuitiva das demais do mercado, e se adequa a forma e precificação de empresas de pequeno porte, que nem sempre possuem recursos para implementar soluções robustas para gerenciar preventivas e corretivas. A aplicação também oferece um recurso para identificar equipamentos presentes nas instalações do negócio e disponibiliza um recurso de etiqueta para cada equipamento cadastrado no sistema, o que facilita o trabalho do técnico em identificar os equipamentos e o estado das manutenções com seu aparelho móvel, sem que precise se deslocar para um desktop. As tecnologias utilizadas para desenvolver foram, o *Typescript*, *Hypertext Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e ferramentas como Visual Studio Code para a programação e o *Astah* para a criação de diagramas do sistema. Também foi utilizado o banco de dados *PostgreSQL* para armazenamento das informações. Outras ferramentas utilizadas foram, *React.js*, *Next.js* e *Node.js* para criação do *backend*. Os serviços externos utilizados foram *Amazon Web Service* (AWS) para hospedagem de arquivos estáticos, a *Heroku* para hospedagem do *backend* e do banco de dados e a *Vercel* para hospedagem do *frontend*. Com a aplicação desse sistema, é esperado que se obtenha a redução nos custos de manutenção de pequenos negócios e uma maior facilidade no gerenciamento de manutenções.

Palavras-chave: Preventiva. Corretiva. Manutenção.

ABSTRACT

This work seeks to develop a system to manage preventive and corrective maintenance of equipment for small businesses in order to positively impact the maintenance costs of their businesses. The use of an efficient tool is essential for organizations' technicians to plan, monitor and execute maintenance procedures that need to be carried out periodically. This application also aims to offer a more intuitive tool than others on the market and adapts to size and budget of small businesses, which do not always have the resources to implement robust solutions to manage preventive and corrective measures. The application also offers a feature to identify equipment and provides a tag feature for each equipment registered in the system, which facilitates the technician's work in identifying the equipment and the status of maintenance with his mobile device, without having the need to move to a desktop. The technologies used to develop were Typescript, Hypertext Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) and tools such as Visual Studio Code for programming and Astah for creating system diagrams. The PostgreSQL database was also used to store information. Other tools used were React.js, Next.js and Node.js to create the backend. External services used were Amazon Web Service (AWS) for static file hosting, Heroku for backend and database hosting, and Vercel for frontend hosting. After applying this system, it is expected that maintenance costs for small businesses will be reduced and maintenance management easier.

Keywords: Preventive. Corrective. Maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - O modelo do <i>Icerberg</i> sobre custos de manutenção.....	12
Figura 2.2 - <i>Dashboard</i> do UpKeep.....	17
Figura 2.3 - <i>Dashboard</i> de operação do IBM Maximo®	18
Figura 3.1 - Diagrama de Casos de Uso	21
Figura 4.1 - Diagrama de Classes.....	30
Figura 4.2 - Manter Equipamento.....	31
Figura 4.3 - Manter Marcas	32
Figura 4.4 - Manter Procedimentos	33
Figura 4.5 - Acesso Técnico.....	34
Figura 4.6 - Gerar Relatório.....	35
Figura 4.7 - Aplicar Manutenção	36
Figura 4.8 - Manter Categoria	37
Figura 4.9 - Consultar Histórico	38
Figura 4.10 - Diagrama de Entidade e Relacionamento.....	39
Figura 5.1 - Tela de Login de Usuário	40
Figura 5.2 - Tela de Cadastro de Usuário	41
Figura 5.3 - Dashboard	42
Figura 5.4 - Tela de Suprimentos	43
Figura 5.5 - Tela de Equipamentos	44
Figura 5.6 - Formulário de Adicionar Equipamentos	45
Figura 5.7 - Tela de Detalhes de Equipamentos	46
Figura 5.8 - Modal de Definição de Datas	47
Figura 5.9 - Modal de Etiqueta de Identificação	48
Figura 5.10 - Tela de Manutenção	49
Figura 5.11 -Tela de Listagem de Técnicos	50
Figura 5.12 - Tela Promocional	51
Figura 5.13 - Tela Sobre Nós	52
Figura 5.14 - Tela de Precificação.....	53
Figura 5.15 - Tela da Navbar.....	54
Figura 5.16 - Tela da Edição de Perfil	54

TABELAS

Tabela 1.1 – Análise comparativa	19
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS

CSS 3 – *Cascading Style Sheets 3*

HTML 5 – *Hypertext Marked Language 5*

CMMS - *Computerized Maintenance Management System*

JSON - *JavaScript Object Notation*

API - *Application Programming Interface*

EAM - *Enterprise asset management*

IBM – *International Business Machines*

QR CODE – *Quick Response Code*

REST – *Representational State Transfer*

AWS – *Amazon Web Services*

CI/CD – *Continuous Integration and Continuous Delivery*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 ANÁLISE DE NEGÓCIOS.....	11
2.1 MODELO DE NEGÓCIO.....	13
2.2 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO COMPUTADORIZADO	13
2.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
2.4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO.....	15
2.5 CMMS DO MERCADO	15
2.5.1 Criando um CMMS com ferramentas modernas.....	15
2.5.2 Next.js.....	16
2.6 APLICAÇÃO UPKEEP.....	16
2.6.1 Aplicação IBM Maximo®.....	17
3 ANÁLISE DE REQUISITOS.....	21
3.1 CASOS DE USO.....	21
3.2 ESPECIFICAÇÕES DOS CASOS DE USO DO SISTEMA.....	21
3.2.1 Caso de Uso: Manter Equipamentos (Adicionar).....	22
3.2.2 Caso de Uso: Manter Equipamentos (Atualizar).....	22
3.2.3 Caso de Uso: Manter Equipamentos (Remover).....	23
3.2.4 Caso de Uso: Manter Marcas (Adicionar).....	23
3.2.5 Caso de Uso: Manter Marcas (Atualizar).....	24
3.2.6 Caso de Uso: Manter Marcas (Remover).....	24
3.2.7 Caso de Uso: Manter Categoria (Adicionar).....	25
3.2.8 Caso de Uso: Manter Categoria (Atualizar).....	25
3.2.9 Caso de Uso: Manter Categoria (Remover).....	26

3.2.10 Caso de Uso: Manter Suprimentos (Adicionar).....	26
3.2.11 Caso de Uso: Manter Suprimento (Atualizar)	27
3.2.12 Caso de Uso: Manter Suprimentos (Remover)	27
3.2.13 Caso de Uso: Manter Manutenção (Adicionar)	28
3.2.14 Caso de Uso: Manter Relatório (Adicionar)	28
3.2.15 Caso de Uso: Manter Consulta (Consulta)	29
4 ANÁLISE E DESIGN.....	30
4.1 DIAGRAMA DE CLASSES	30
4.2 DIAGRAMA DE ATIVIDADES.....	31
4.2.1 Manter Equipamentos.....	31
4.2.2 Manter Marcas	32
4.2.3 Manter Procedimentos.....	33
4.2.4 Acesso Técnico.....	34
4.2.5 Gerar Relatório	35
4.2.6 Aplicar Manutenção	36
4.2.7 Manter Categoria	37
4.2.8 Consultar Histórico.....	37
4.3 BANCO DE DADOS	39
5 MANUAL DE USUÁRIO.....	40
5.1 LOGIN DE USUÁRIO.....	40
5.2 REGISTRO DE USUÁRIO	41
5.3 DASHBOARD DE USUÁRIO	42
5.4 TELA DE SUPRIMENTOS.....	43
5.5 TELA DE EQUIPAMENTOS	44
5.6 TELA DE ADICIONAR EQUIPAMENTOS	45
5.7 TELA DE DETALHE DE EQUIPAMENTOS.....	46

5.8 TELA DE REALIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO	49
5.9 TELA DE LISTAGEM DE TÉCNICOS.....	50
5.10 TELAS PÚBLICAS PROMOCIONAIS DA APLICAÇÃO	51
5.11 TELA SOBRE NÓS	52
5.12 TELA DE PRECIFICAÇÃO	53
5.13 EDITAR PERFIL	54
6 Considerações Finais	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

O controle de processos administrativos tem se reinventado todos os dias, tornando os procedimentos cada vez mais digitais e dinâmicos, fáceis de metrificar e medir desempenho. Segundo Rose, Karen, Eldridge, Scott e Chapin, Lyman (2015) Estima-se que, até o ano de 2025, o mundo terá mais de 100 bilhões de dispositivos conectados, com o impacto na economia global de 11 trilhões de dólares. Ativos fazem parte das operações das empresas e são bases para toda a parte operacional de uma organização moderna. O gerenciamento de ativos se tornou imprescindível para obtenção de dados e visibilidade necessária para manter e controlar ativos, prolongar a vida produtiva dos seus ativos por meio da manutenção preventiva, aprimorar a eficiência e por consequência reduzir custos operacionais.

O processo de manutenção de preventivas e corretivas também é tratado na ISO 9001:2015, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas como Mentalidade de Risco:

A mentalidade de risco é essencial para se conseguir um sistema de gestão da qualidade eficaz. O conceito de mentalidade de risco estava implícito nas versões anteriores desta Norma, incluindo, por exemplo, a realização de ações preventivas para eliminar não conformidades potenciais, analisar quaisquer não conformidades que ocorram e tomar ação para prevenir recorrências que sejam apropriadas para os efeitos da não conformidade. (ABNT, 2015, p. 11).

Alguns ativos comuns em organizações são: estações de trabalho, aparelhos de controle de acesso e aparelhos de climatização que necessitam de constantes manutenções e revisões. Pode-se ainda, estender essa necessidade para grandes indústrias, com maquinários pesados e essenciais para a produção, sendo de extrema importância a ação sistemática de controle e monitoramento desses equipamentos, aumentando drasticamente o tempo de disponibilidade.

De acordo com a necessidade do mercado de monitorar, gerenciar, planejar e efetuar preventivas e corretivas em seu ambiente corporativo, e eventuais indisponibilidades de equipamentos de refrigeração, podem, por exemplo, causar a queda de acesso aos serviços hospedados em servidores que, devido a falha de equipamentos de ar-condicionado, podem apresentar falhas técnicas graves ou

moderadas por calor excessivo. Esse *downtime*¹ pode ser facilmente evitado caso a manutenção preventiva desse equipamento tivesse sido executada sistematicamente. A quantidade de equipamentos que uma organização de pequeno ou médio porte pode possuir e como o gerenciamento das manutenções podem, rapidamente, se tornarem desastrosas e não escaláveis, e ainda, frequentemente gerenciadas em planilhas complicadas e difíceis de se manter e metrificar.

A bibliografia do autor Ammar Bessam (2014) sobre o planejamento de manutenções preventivas indica que existe uma forte relação entre o agendamento de ações preventivas, combinado com a produção, e o tempo de disponibilidade desses ativos, obtendo resultados positivos de eficiência e melhor uso de recursos humanos, aponta ainda, uma melhor otimização a respeito de quando os equipamentos devem ser postos em manutenção sem afetar a produção. A dificuldade aumenta quando é necessária a apresentação de laudos para auditorias ou gestores.

Assim, a proposta deste trabalho busca suprir a deficiência do mercado para empresas de pequeno e médio porte e facilitar a implementação de processos de gestão da qualidade com uma solução de baixo custo.

De acordo com os autores Sharma e Govindaraju (2020), o *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) foi responsável por uma melhora na produtividade de manutenção de 28,3%. Além disso, a implementação apresentou uma redução de 20,1% de *downtime* nos equipamentos, seguido por uma porcentagem expressiva na redução de gastos com materiais de 19,4%. Dessa vez, o valor referente ao *payback time* foi de apenas 14.5 meses.

O sistema proposto para desenvolvimento neste trabalho possibilita ainda a criação, atualização, exclusão e edição de monitoramento de preventivas e corretivas, comunicando o usuário por e-mail quando uma dessas ações está ou estará próxima do vencimento e necessitará de ação do usuário. O sistema também é capaz de extrair uma grande quantidade de dados na execução dessas ações na qual o usuário insere os suprimentos necessários para cada procedimento realizado durante as ações corretivas ou preventivas, bem como é possível adicionar vários procedimentos a cada ação, possibilitando o cálculo e gerenciamento de tempo e financeiro que cada ação custará para as organizações. Sendo de fácil acesso para gestores, a geração de relatórios específicos ou gerais dos custos das ações e tempo gastos por seus

¹ Palavra usada para indicar o período em que um equipamento fica indisponível para produção.

colaboradores, possibilitando prever com precisão orçamentos para o setor de infraestrutura.

Essa aplicação tem em seu núcleo tecnologias preparadas para devolver um aplicativo web e *mobile*, sendo o *front-end web* desenvolvido com *Hypertext Markup Language 5* (HTML5), *Cascading Style Sheets 3* (CSS3), o *framework Next.js*, a linguagem *Typescript* e as bibliotecas *React*, *React Dom*, *Styled-Components*, *Yup*, *Formik*, *Axios* e *JSON Web Token*, o desenvolvimento do *back-end* utiliza as linguagens de programação *Typescript* e *Javascript* usando o *runtime Node.js* utilizando o banco de dados *PostgreSQL* com as bibliotecas *Bcrypt.js*, *Date-Fns*, *Express*, *JSON Web Token*, *Multer*, *TypeORM* e *uuidv4*, toda essa estrutura é usada para construção de uma *Application Programming Interface* (API) responsável por servir a aplicação *web*.

Este trabalho segue a seguinte forma de estruturação: o primeiro capítulo descreve a análise de negócio, onde é identificado as principais necessidades do mercado e faz um comparativo com as ferramentas e aplicações disponíveis, dando um contexto na qual a aplicação será inserida. O segundo capítulo traz a análise de requisitos, onde será fundamentada todas as funcionalidades da aplicação especificando de uma forma detalhada, o terceiro capítulo exhibe a fundo a análise e design, o quarto capítulo apresenta o manual do usuário, as funcionalidades e por fim as interfaces. Na sequência a conclusão, onde é mostrado os benefícios e esclarecimentos que a aplicação traz para o contexto de ações preventivas e corretivas.

2 ANÁLISE DE NEGÓCIOS

O presente capítulo demonstra as principais funções da aplicação levantando o seu potencial competitivo no contexto do mercado atual, apontando seus diferenciais, seus pontos fortes e fracos. Ainda nesse capítulo, é realizado um comparativo minucioso com outras ferramentas e aplicações voltadas a categoria de CMMS e *Enterprise Asset Management* (EAM) do mercado.

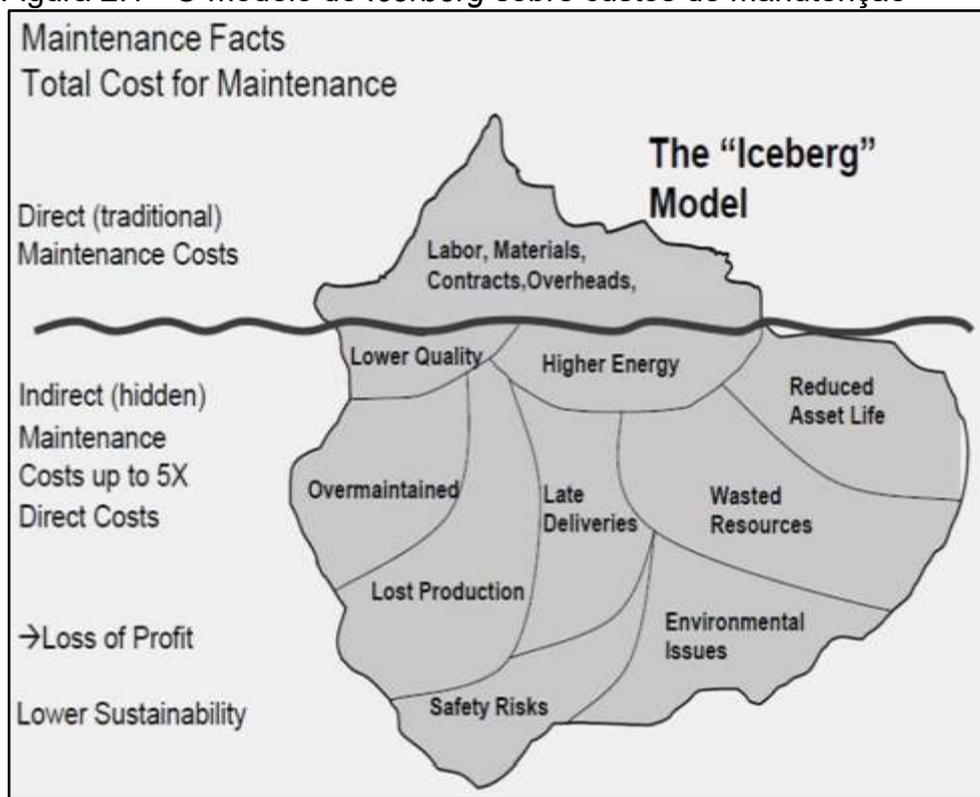
Um estudo indicou que mais de 3 milhões de dólares foram economizados em 10 empresas ao longo de 3 anos, como consequência da melhoria na indisponibilidade não prevista de equipamentos, considerando também um ótimo *payback time*² de 11 meses para seu investimento inicial na ferramenta. De acordo com o mesmo estudo, existem outros benefícios não quantificados para os clientes da (Internacional Business Machine (IBM), como uma redução de custos no processo de compra e negociação de peças para seus ativos, a otimização dos processos internos de compras e a informação sobre quantidade exata de materiais necessários (MUSTO, 2019, p.4).

The interviewed organizations experienced the following benefit, which is not quantified for this study: With MRO inventory Optimization, organizations also reduce procurement costs. Using MRO Inventory Optimization to order the right amount of spare parts at the right time reduces inventory bloat and improves forecasting, resulting in reductions in the amount of purchase orders and associated purchasing effort needed to maintain spare parts inventory levels for some interviewees (MUSTO, 2019, p.4)

A manutenção de equipamentos é uma parte significativa dos custos operacionais totais da maioria dos setores da indústria, mas o real impacto é frequentemente subestimado. O modelo *iceberg* (como ilustrado na figura 2.1) destaca o impacto oculto dos custos de manutenção de um negócio que é muito maior do que apenas os custos diretos associados aos tradicionais de manutenção.

² Tempo que uma empresa leva para recuperar seu investimento inicial.

Figura 2.1 - O modelo do *Iceberg* sobre custos de manutenção



Fonte: WIENKER, HENDERSON, VOLKERTS, 2016, p. 414

A filosofia de muitas empresas para reduzir esses custos “escondidos” é uma mudança de comportamento da abordagem “Conserte quando quebrar” para uma atitude mais proativa baseada em confiabilidade. Para que essa forma de pensar mude, alguns pontos chaves devem estar claros:

- Uma estratégia bem definida
- Políticas para colocar em prática a estratégia
- Procedimentos e processos para viabilizar a implementação dessas políticas e estratégias
- Ferramentas para apoiar a implementação
- Um processo bem consolidado de manutenção como verificações e balanços periódicos

Esses pontos chaves formam uma base de “gerenciamento de manutenção”.
(WIENKER, HENDERSON, VOLKERTS, 2016).

2.1 MODELO DE NEGÓCIO

A aplicação é uma versão de baixo ou nenhum custo (baseado no tamanho da organização) para pequenas e médias empresas que desejam uma implantação simplificada de gerenciamento de manutenção, se propondo a atender os requisitos básicos dessas ferramentas, sendo possível adicionar equipamentos para serem monitorados, bem como aviso de vencimento de manutenções preventivas, relatórios detalhados das atividades realizadas, relatórios de insumos, relatórios de recursos humanos gastos, entre outros recursos presentes em *softwares* mais caros e mais burocráticos de serem adquiridos.

A mobilidade é um dos principais diferenciais competitivos da aplicação a ser desenvolvida neste trabalho, chamada Prae, sendo possível o técnico responsável pelas manutenções escanear o QR CODE³, identificando as condições do equipamento, tendo rapidamente várias informações importantíssimas para um bom funcionamento do equipamento e um prolongamento da vida útil. Essas informações podem ser vistas após a realização da leitura do código são, por exemplo: nome do equipamento, marca, última preventiva realizada, situação da preventiva (vencida ou não) e relatório geral da eficiência do equipamento. Essas informações podem auxiliar o profissional de tecnologia da informação na tomada de decisão diariamente, evitando anotações em papéis para eventuais consultas em aplicações que estão disponíveis somente para ambientes Desktops, trazendo ainda benefícios na segurança da informação da empresa, pois o acesso a determinados equipamentos se deve a níveis de permissão e/ou verificação de credenciais.

2.2 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO COMPUTADORIZADO

A implementação de gerenciamento de manutenção computadorizado em operações industriais grandiosas são extremamente complexas e podem impactar diretamente o lucro das empresas, aumentando seus custos com manutenção e diminuindo a vida útil do ativo.

³ QR CODE, ou Quick Response Code, é uma expressão em inglês que significa em tradução direta código de resposta rápida.

Sistemas de gerenciamento de manutenção solução tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema *web* e *mobile* conhecido no mercado como CMMS ou como proposta para soluções mais completas conhecidas como EAM.

Softwares como estes, centralizam as informações sobre as manutenções para resolver, de forma eficiente, o gerenciamento dessas operações. Como exemplo de aplicação bem sucedida de *software* de gerenciamento de manutenção e ativos, o IBM Maximo®, *software* proprietário da IBM, tem gerado resultados significativos em redução de custos e maximização de produção, também indicou resultados expressivos para as empresas que aplicaram o seu uso, um estudo feito pela a *Forrester Total Economic Impact*TM comissionado pela IBM e seus clientes, trouxe os benefícios chave de apenas 3 anos de otimização de inventário, uma redução de 60 milhões de dólares de valor de inventário além de evitar um *carrying costs*⁴ de 9 milhões de dólares.(MUSTO, 2019, p. 3). O estudo ainda ressalta outros benefícios:

To reduce costs while maintaining or improving uptime and enabling operational efficiencies, organizations must invest in an analytics solution that can provide data-driven recommendations to optimize spare parts inventory. Benefits from MRO optimization solutions include reduction in inventory holdings and costs, reduction in unplanned downtime by reducing stockouts of critical spares, and efficiency across inventory, warehouse, and supply chain teams. (MUSTO, 2019, p. 3)

2.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A implementação de sistemas informatizados de gestão manutenção não é nova e traz um histórico sólido de resultados consistentes juntamente com economia de dinheiro para grandes empresas, citando como exemplo o IBM Maximo® que teve a sua primeira versão lançada oficialmente em 1985, sendo aprimorado ao longo do tempo. O crescimento de qualquer organização é inevitável e pode escalar rápido tanto em número de colaboradores quanto em infraestrutura, trazendo um problema inerente de qualquer dispositivo eletrônico e a deterioração.

⁴ Valor monetário que uma empresa despende para manter seu inventário.

2.4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A principal proposta é um *software* que gerencia manutenções e dispara avisos aos técnicos responsáveis agirem quando necessário. O empoderamento da mobilidade, a agilidade para que os técnicos tenham informações importantes em qualquer lugar de sua empresa. Em sua essência, traz a simplicidade e eficiência com custos extremamente baixos comparado a outros CMMS do mercado.

2.5 CMMS DO MERCADO

O mercado de *software* de gerenciamento de manutenção é vasto e possui várias aplicações disponíveis para diferentes categorias de empresas, uma característica bem comum entre eles, é a cobrança em dólar e a cobrança fixa por usuários, algumas opções gratuitas dessas aplicações são limitadas e prendem a sua base de dados a serviços de terceiros, fazendo os dados da sua companhia refém da plataforma, dificultando muito uma possível migração de serviço em caso de necessidade de alguma função não atendida pela plataforma atual.

2.5.1 Criando um CMMS com ferramentas modernas

Durante a definição de ferramentas para construção da solução, foi avaliado que a linguagem de programação principal seria Javascript. Com a evolução do Javascript passamos a usar o Typescript que é uma evolução do Javascript fortemente tipada, sendo transpilada para Javascript em produção.

Para construção de interfaces foi decidido não utilizar bibliotecas de construção de interfaces como jQuery ou Javascript convencional já que o processo de construção com as essas bibliotecas não é tão performático e nem escalável, contendo uma construção muito declarativa e imperativa, sendo difícil de realizar manutenções.

Vale a pena destacar as tecnologias que foram usadas para a criação das telas como por exemplo: O framework React tornando fácil criar interfaces de usuário interativas. Projetando visualizações simples para cada estado aplicativo. O React

também atualiza e renderiza com eficiência os componentes certos quando seus dados são alterados. Tornando o seu código mais previsível e fácil de depurar.

2.5.2 Next.js

Construído em cima do React.js ele oferece uma das melhores experiências de desenvolvedor com todos os recursos de que você precisa para produção: renderização híbrida estática e de servidor, pre-carregamento de rota e muito mais.

Com a infraestrutura da Vercel o Next.js pode hospedar seus projetos sem nenhuma configuração necessária, todos os recursos de cache são hospedados na *Edge Network* da Vercel prontos para escalar e pronto para produção. Vale também ressaltar as API Routes, que rodam em funções *serverless*, possibilitando chamadas pelo lado do servidor para qualquer recurso externo.

Como poderemos observar no capítulo do manual do usuário as páginas de promoção do software construídas nesse trabalho usaram as tecnologias citadas acima, em especial o Next.js. Como o React.js é uma tecnologia que renderiza os componentes da tela pelo lado do cliente essas informações nem sempre são renderizadas a tempo para que os robôs do Google possam indexar, com o Next.js podemos pre-renderizar a tela pelo lado do servidor, permitindo que esse conteúdo esteja pronto para os robôs do Google indexarem.

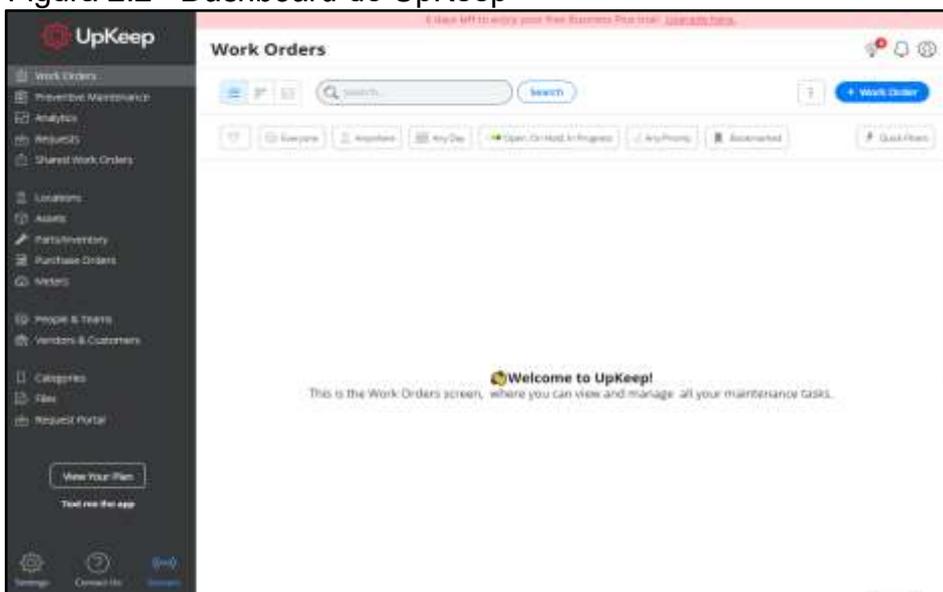
2.6 APLICAÇÃO UPKEEP

A aplicação UpKeep foi criada pela empresa UpKeep, fundada em 2015 pelo CEO, Ryan Chan. O *software* possui recursos de gerenciamento de ativos, gerenciamento de partes e peças, gerenciamento de ordens preventivas e corretivas, relatórios, gerenciamento de vendedores e fornecedores e categorias, entre outros. Apesar de possuir recursos de escaneamento de QR CODE o sistema não possui uma geração de etiquetagem para gerenciamento do equipamento e padronização da identificação, algumas funções estão por trás de um *pay-wall*⁵ no plano “Starter” de USD \$40 dólares por usuário ao mês, indo até o seu plano mais caro de USD \$120

⁵ Termo em inglês usado para descrever acesso a determinado recurso de produtos ou serviços mediante pagamento.

por usuário ao mês. Novamente, a tentativa de se tornar um produto mais completo e se diferenciar de seus concorrentes, essas aplicações acabam se tornando complexas de se usar e inadequadas para pequenas empresas em expansão que desejam implementar medidas de manutenção eficientes, acompanhadas de altas mensalidades.

Figura 2.2 - *Dashboard* do UpKeep



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

2.6.1 Aplicação IBM Maximo®

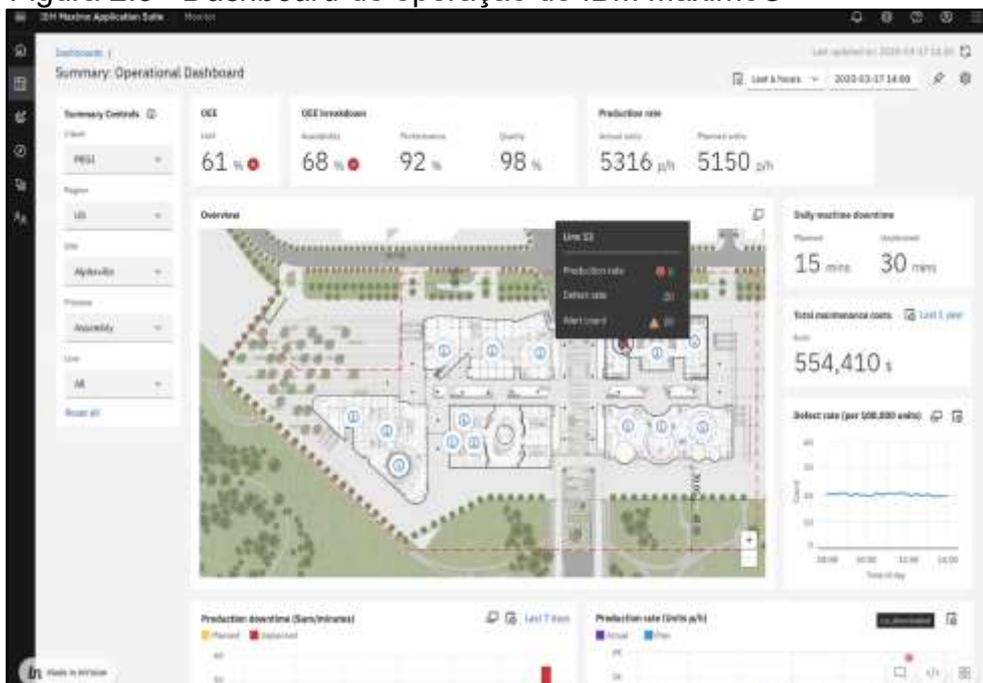
A aplicação IBM Maximo® é uma das principais opções de grandes empresas que pensam em uma solução completa de CMMS, EAM e Application Performance Management (APM), com seu início de desenvolvimento no começo dos anos 80, adquirida posteriormente pela grande empresa IBM se tornou rapidamente uma alternativa relevante e foi aos poucos dominando o gerenciamento de ativos da indústria como um todo, suas funcionalidades formam uma longa lista devido ao seu enorme tempo no mercado, se tornando uma solução bem completa, mas não muito amigável aos bolsos das empresas que compram suas licenças.

Algumas das funcionalidades do IBM Maximo® são: gerenciamento de ativos, gerenciamento de manutenções, gerenciamento de indústrias, previsão de manutenção com inteligência artificial entre outras funcionalidades desejáveis para um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado.

Com pouco mais de 40 anos no mercado, o IBM Maximo® foi se modernizando e se expandindo, tornando-se uma solução robusta e respeitada, porém, pouco viável para pequenas e médias empresas, sendo burocrático de adquirir e aumentando significativamente o seu tempo de projeto para implementação de gerenciamento de manutenção computadorizado. Outro fator importante que pesa em desfavor dessa adoção é o visual pouco atraente e amigável. Sendo um *software* extremamente robusto, a principal consequência é uma curva de aprendizado relativamente longa por parte do colaborador responsável por manter a alimentação de informações na base de dados, prejudicando os possíveis benefícios de todas as suas funcionalidades.

Como principal fator de não ser adotado por pequenas e médias empresas é o processo burocrático para adesão do *software*, atualmente em seu site oficial não é possível visualizar prévias do *software* e nem mesmo demonstrações, somente apresentações controladas e vistas através de vídeos disponíveis em sua página. Caso a empresa interessada deseje implementá-lo, é necessário um responsável pela empresa agendar uma reunião com um consultor oficial da IBM deixando os dados da empresa interessada no seu website.

Figura 2.3 - *Dashboard* de operação do IBM Maximo®



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

Tabela 2.1 – Análise comparativa

Funcionalidades	UpKeep	IBM Maximo®	Prae
Gerenciamento de equipamentos	✓	✓	✓
Gerenciamento de preventivas e corretivas	✓	✓	✓
Relatórios	✓	✓	✓
Notificações de eventos	✓	✓	✓
Fácil aprendizado	✓	X	✓
Fácil implementação	X	X	✓
Preço acessível para pequenos e médios negócios	✓	X	✓
Versão Gratuita	X	X	✓
Versão Mobile	✓	✓	✓
Etiqueta personalizada para Mobile	X	X	✓

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

Baseado nas informações disponíveis nos sites promocionais dos aplicativos analisados, foi elaborada a tabela 2.1, com análise entre as funcionalidades disponíveis pelos *softwares* pesquisados e a aplicação proposta.

Baseado na análise da tabela 2.1, é possível concluir que os aplicativos analisados possuem diversas funcionalidades, alguns como o IBM Maximo®, se tornaram uma opção robusta que possui uma curva de aprendizado grande. O UpKeep vem com uma versão mais moderna e um pouco mais simples, entretanto, ambas as aplicações analisadas não são preparadas para pequenos e médios negócios, possuindo uma enorme burocracia para serem adquiridos e tendo versões com altos preços por cada usuário na plataforma. O aplicativo proposto é preparado para pequenos negócios e possui uma curva de aprendizado simples, possuindo também o recurso de etiquetas personalizadas e leitura rápida com QR code,

possibilitando uma melhor identificação do equipamento, sendo eficiente na sua proposta de entregar os resultados do gerenciamento computadorizado de manutenção e por consequência aumentando a vida útil dos ativos da empresa acarretando redução de custos.

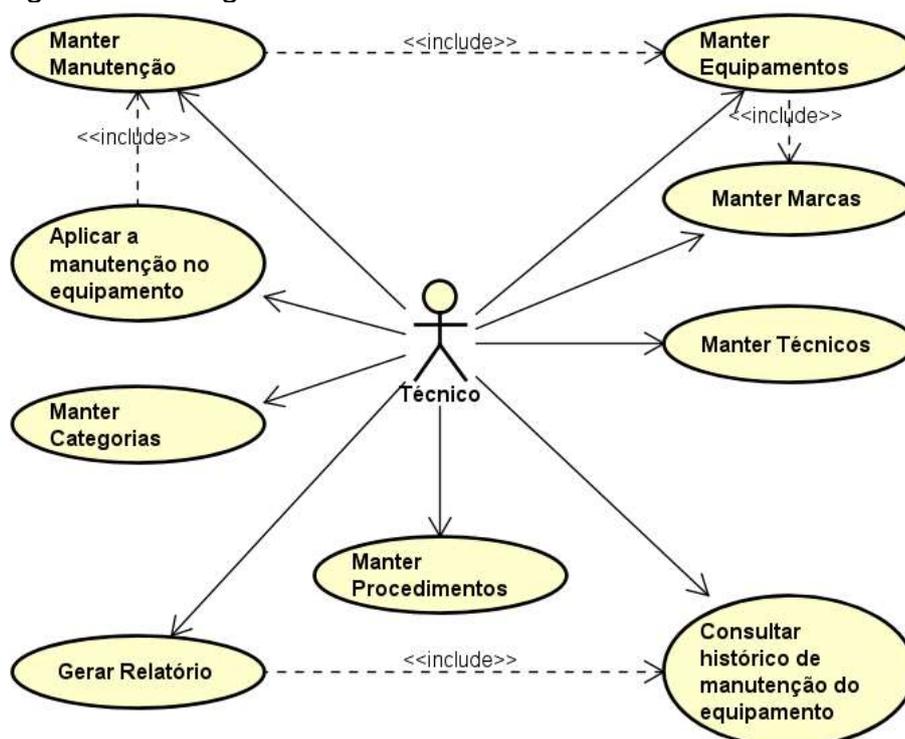
3 ANÁLISE DE REQUISITOS

Este capítulo apresenta os requisitos funcionais do aplicativo proposto, bem como demonstra as funcionalidades do software.

3.1 CASOS DE USO

A figura 3.1 apresenta o diagrama de caso de uso definindo os requisitos funcionais do *software*, indicando as funções e interações dos usuários. O principal ator do diagrama é o técnico responsável por manter as manutenções dos equipamentos em dia, gerando relatórios para a gerência e ajudando a minimizar custos não previstos para as empresas.

Figura 3.1 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

3.2 ESPECIFICAÇÕES DOS CASOS DE USO DO SISTEMA

Nas seções de 3.2 a 3.2.17 são exibidas as especificações de caso de uso do

aplicativo proposto nesse trabalho.

3.2.1 Caso de Uso: Manter Equipamentos (Adicionar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de adicionar equipamentos

Fb2: O usuário insere as informações do novo equipamento.

Fb3: O usuário confirma a adição do novo equipamento.

Fb4: Este caso de uso é encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb3, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb2.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4,

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4

3.2.2 Caso de Uso: Manter Equipamentos (Atualizar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de editar equipamento e os campos de edição são abertos.

Fb2: O usuário insere as informações atualizada e a atualização é confirmada pelo sistema.

Fb3: O sistema atualiza as informações do equipamento.

Fb4: Este caso de uso é encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fa1, Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.3 Caso de Uso: Manter Equipamentos (Remover)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de remover um equipamento

Fb2: O sistema exibe uma tela de confirmação de remoção

Fb3: O usuário confirma a exclusão do equipamento.

Fb4: O sistema deleta o equipamento.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso o usuário aborte a exclusão retornar para o Fb5.

Fa2: No passo Fb3, caso os requisitos não sejam atendidos retornar para o Fb5.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4, Fb5.

Cn2: Fb1, Fb2, Fa1, Fb5.

Cn3: Fb1, Fb2, Fa2, Fb5.

3.2.4 Caso de Uso: Manter Marcas (Adicionar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de adicionar uma marca

Fb2: O usuário insere as informações da marca

Fb3: O usuário confirma a adição da marca

Fb4: Este caso de uso está encerrado

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb3, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb2.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.5 Caso de Uso: Manter Marcas (Atualizar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de editar a marca e os campos de edição são abertos

Fb2: O usuário insere as informações atualizada e a atualização é confirmada pelo sistema

Fb3: O sistema atualiza as informações da marca

Fb4: Este caso de uso é encerrado

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fa1, Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.6 Caso de Uso: Manter Marcas (Remover)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de remover uma marca

Fb2: O sistema exibe uma tela de confirmação de remoção

Fb3: O usuário confirma a exclusão da marca

Fb4: O sistema deleta a marca.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso o usuário aborte a exclusão retornar para o Fb5.

Fa2: No passo Fb3, caso os requisitos não sejam atendidos retornar para o Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fb2, Fa1, Fb5.

Cn3: Fb1, Fb2, Fa2, Fb5.

3.2.7 Caso de Uso: Manter Categoria (Adicionar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de adicionar uma categoria

Fb2: O usuário insere as informações da categoria

Fb3: O usuário confirma a adição da categoria

Fb4: Este caso de uso está encerrado

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb3, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb2.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.8 Caso de Uso: Manter Categoria (Atualizar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de editar uma categoria e os campos de edição são abertos.

Fb2: O usuário insere as informações atualizada e a atualização é confirmada pelo sistema.

Fb3: O sistema atualiza as informações da categoria.

Fb4: Este caso de uso é encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fa1, Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.9 Caso de Uso: Manter Categoria (Remove)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de remover uma categoria

Fb2: O sistema exibe uma tela de confirmação de remoção

Fb3: O usuário confirma a exclusão da categoria.

Fb4: O sistema deleta a categoria.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso o usuário aborte a exclusão retornar para o Fb5.

Fa2: No passo Fb3, caso os requisitos não sejam atendidos retornar para o Fb5.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fb2, Fa1, Fb5.

Cn3: Fb1, Fb2, Fa2, F1.

3.2.10 Caso de Uso: Manter Suprimentos (Adicionar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de adicionar um suprimento

Fb2: O usuário insere as informações do suprimento

Fb3: O usuário confirma a adição do suprimento.

Fb4: Este caso de uso está encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb3, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb2.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4

3.2.11 Caso de Uso: Manter Suprimento (Atualizar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de editar um suprimento e os campos de edição são abertos.

Fb2: O usuário insere as informações atualizada e a atualização é confirmada pelo sistema.

Fb3: O sistema atualiza as informações do suprimento.

Fb4: Este caso de uso é encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fa1, Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.12 Caso de Uso: Manter Suprimentos (Remover)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de remover um suprimento

Fb2: O sistema exibe uma tela de confirmação de remoção

Fb3: O usuário confirma a exclusão de suprimento.

Fb4: O sistema deleta o suprimento.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso o usuário aborte a exclusão retornar para o Fb1.

Fa2: No passo Fb3, caso os requisitos não sejam atendidos retornar para o Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fb2, Fa1.

Cn3: Fb1, Fb2, Fa2, F1.

3.2.13 Caso de Uso: Manter Manutenção (Adicionar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de adicionar uma manutenção

Fb2: O usuário insere as informações da manutenção

Fb3: O usuário confirma a adição da manutenção

Fb4: Este caso de uso está encerrado

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb3, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb2.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4.

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4.

3.2.14 Caso de Uso: Manter Relatório (Adicionar)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de gerar um relatório.

Fb2: O usuário insere as opções desejadas para a geração do relatório

Fb3: O sistema exibe o relatório solicitado.

Fb4: Este caso de uso está encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb3, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb2.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4

3.2.15 Caso de Uso: Manter Consulta (Consulta)

Fluxo Básico:

Fb1: O usuário seleciona a opção de realizar consulta.

Fb2: O usuário indica qual equipamento deseja consultar.

Fb3: O sistema exibe as informações do equipamento.

Fb4: Este caso de uso está encerrado.

Fluxo alternativo:

Fa1: No passo Fb2, caso algum requisito não seja atendido, notificar o usuário e retornar para Fb1.

Cenário

Cn1: Fb1, Fb2, Fb3, Fb4

Cn2: Fb1, Fb2, Fb3, Fa1, Fb2, Fb3, Fb4

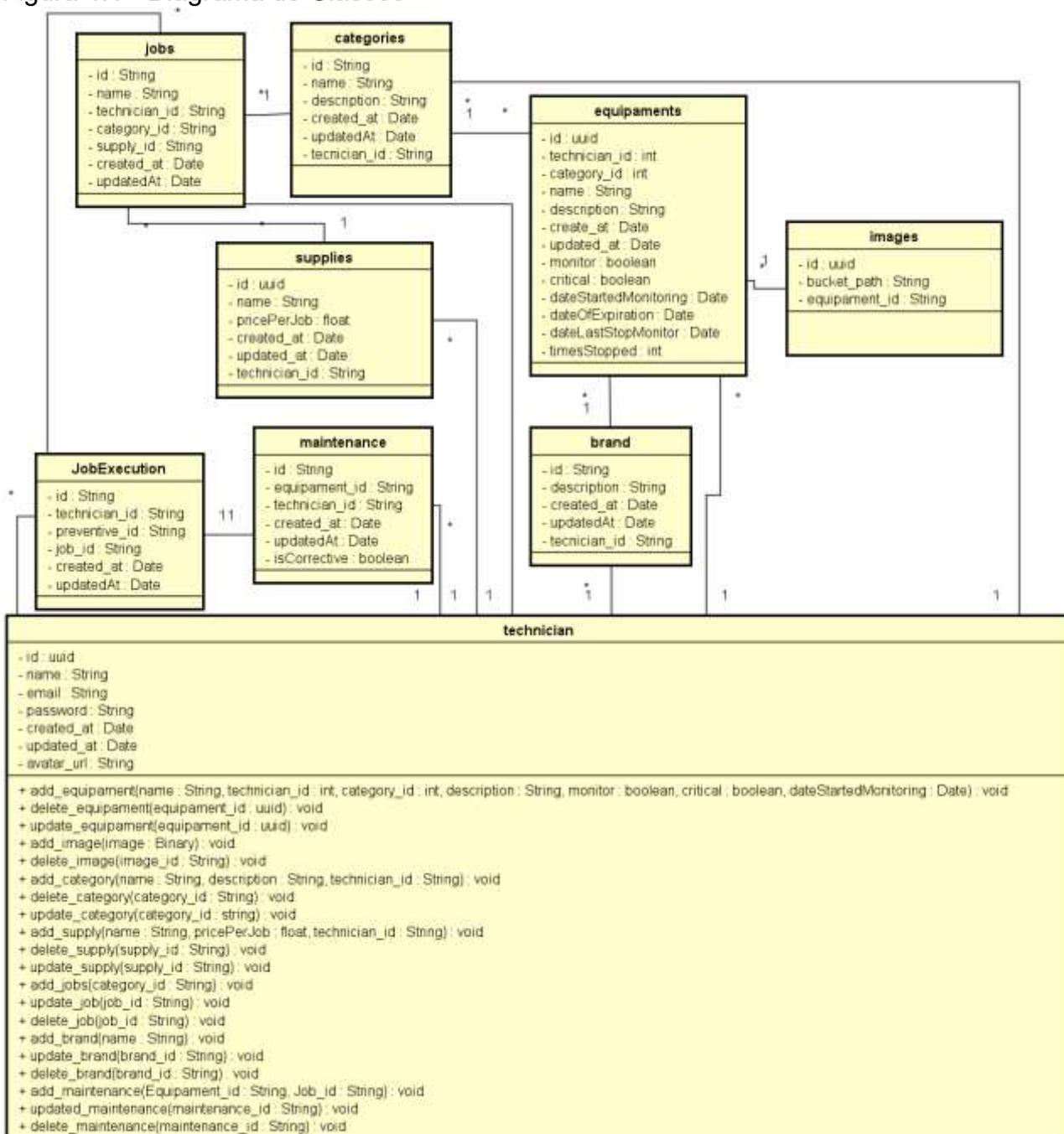
Esse capítulo demonstra de forma detalhada todo o fluxo que o usuário realiza durante o uso da aplicação. Baseado nisso, podemos determinar como as funcionalidades do sistema se comportam em cada ação ou dado inserido pelo usuário. Fluxos pequenos e concisos facilitam a usabilidade do software e ainda facilita o desenvolvimento dessas funcionalidades por parte do desenvolvedor.

4 ANÁLISE E DESIGN

4.1 DIAGRAMA DE CLASSES

Na figura 4.1 pode-se observar a representação das classes do sistema de gerenciamento.

Figura 4.1 - Diagrama de Classes



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

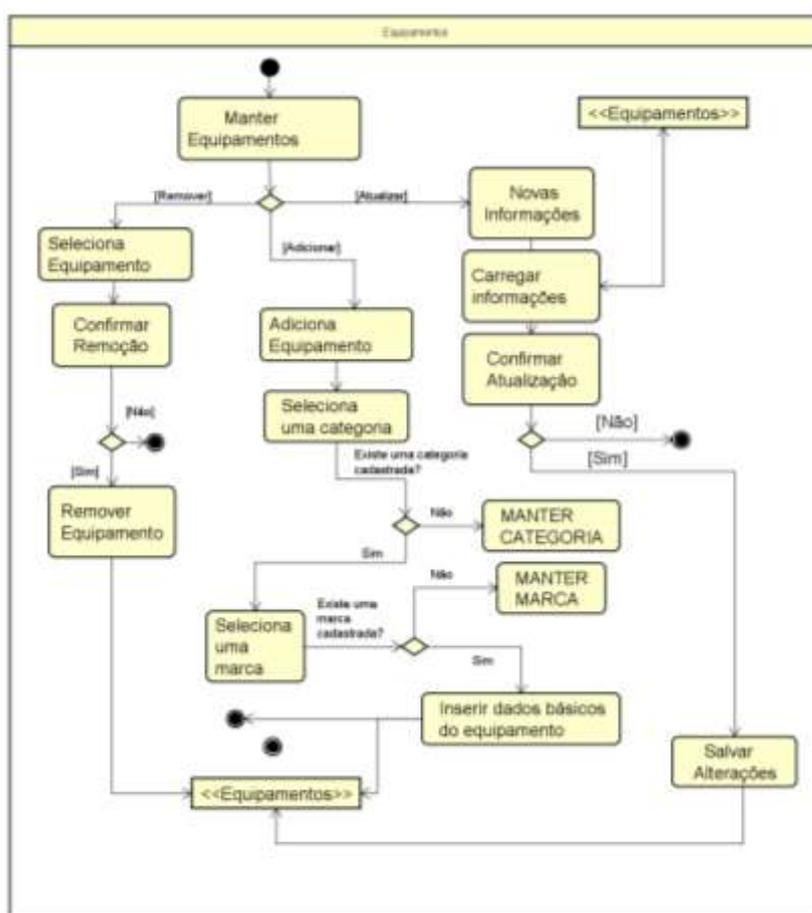
4.2 DIAGRAMA DE ATIVIDADES

Nesta fase, são demonstrados os diagramas de atividades dos casos de uso passo a passo, listados acima no capítulo 3, item 3.1.

4.2.1 Manter Equipamentos

Na figura 4.2, podemos analisar o fluxo básico de adição, atualização e remoção de equipamento no sistema, permitindo o gerenciamento deles.

Figura 4.2 - Manter Equipamento

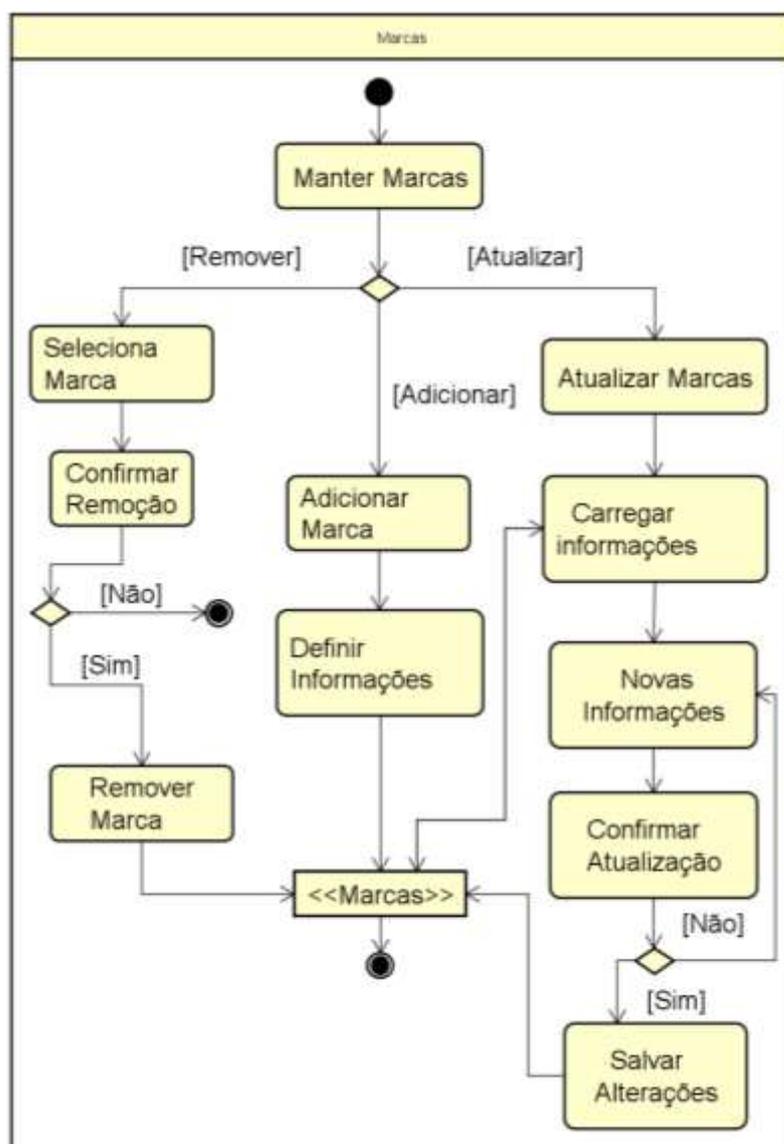


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.2 Manter Marcas

Na figura 4.3, podemos observar a adição, atualização e remoção de marcas no sistema. Equipamentos devem estar associados a uma marca na sua criação.

Figura 4.3 - Manter Marcas

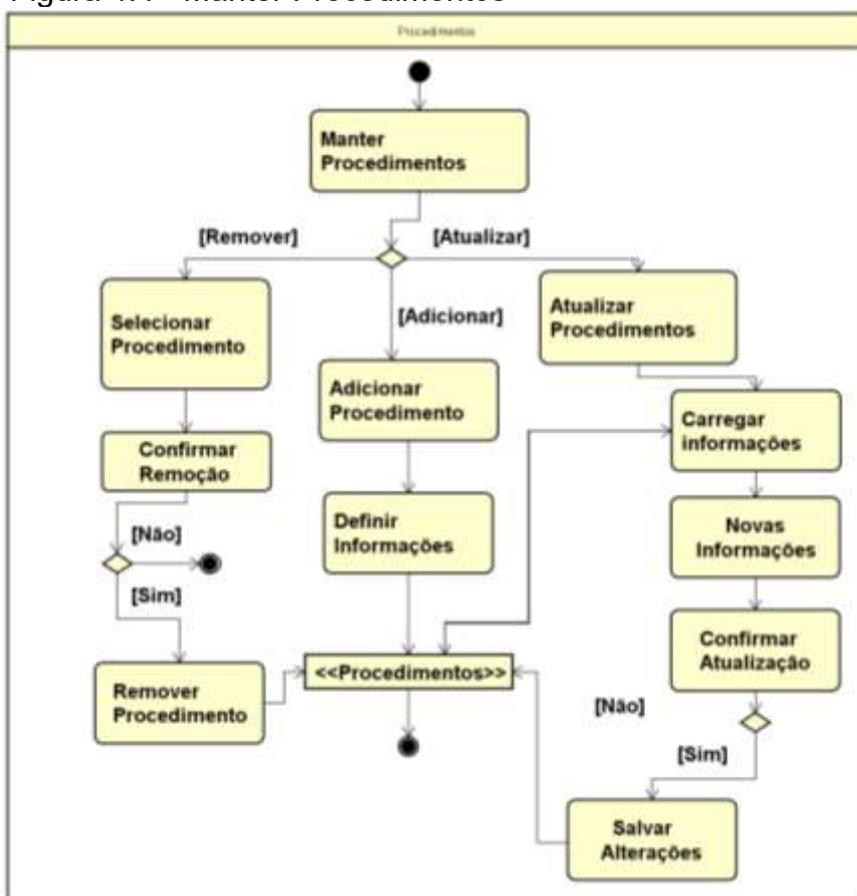


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.3 Manter Procedimentos

Na figura 4.4, podemos observar a adição, atualização e remoção de procedimentos. Eles estão associados a alguma categoria que podem estar associados a algum equipamento. Não é possível adicionar procedimentos a uma manutenção que não estejam associados a mesma categoria do equipamento. Por exemplo: não é possível adicionar um procedimento de um equipamento de refrigeração a uma manutenção de equipamentos de categoria computadores de mesa.

Figura 4.4 - Manter Procedimentos

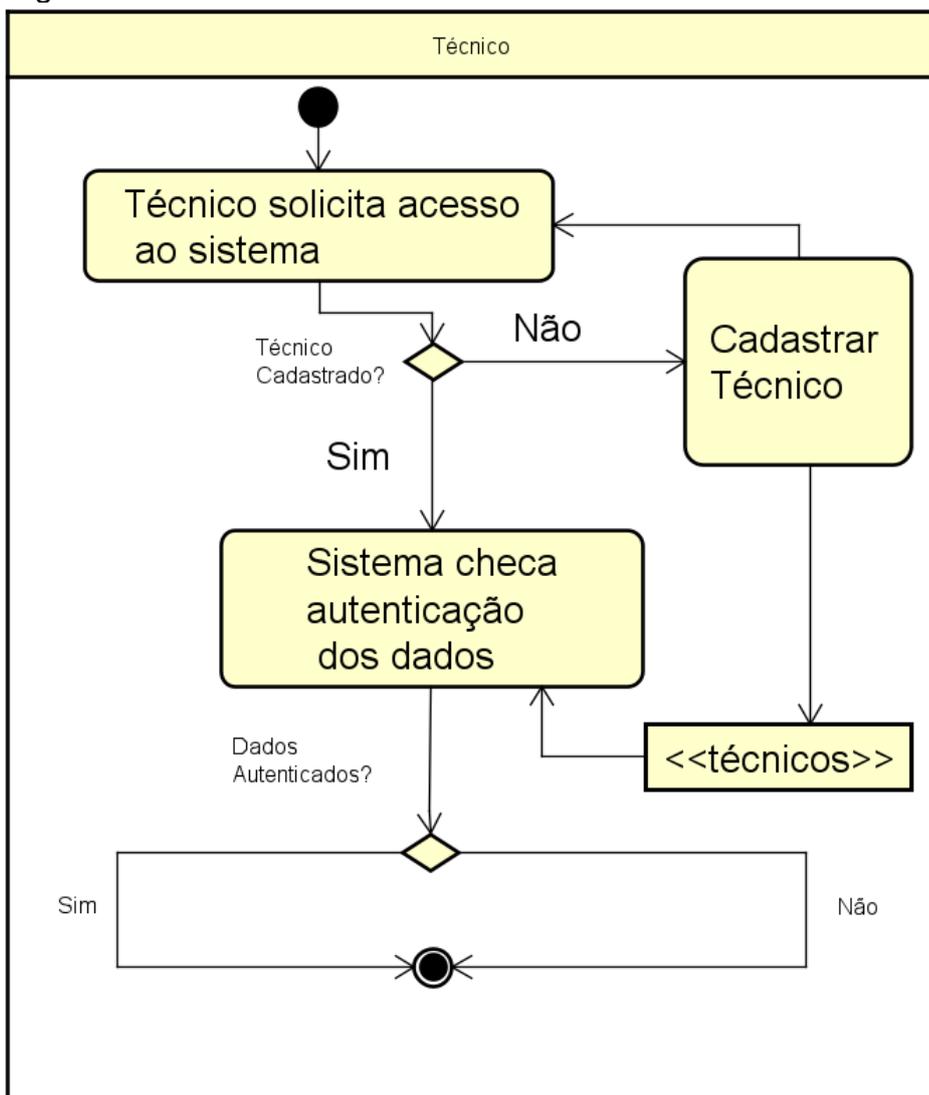


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.4 Acesso Técnico

Na figura 4.5, é observado as condições de acesso de um técnico na plataforma.

Figura 4.5 - Acesso Técnico

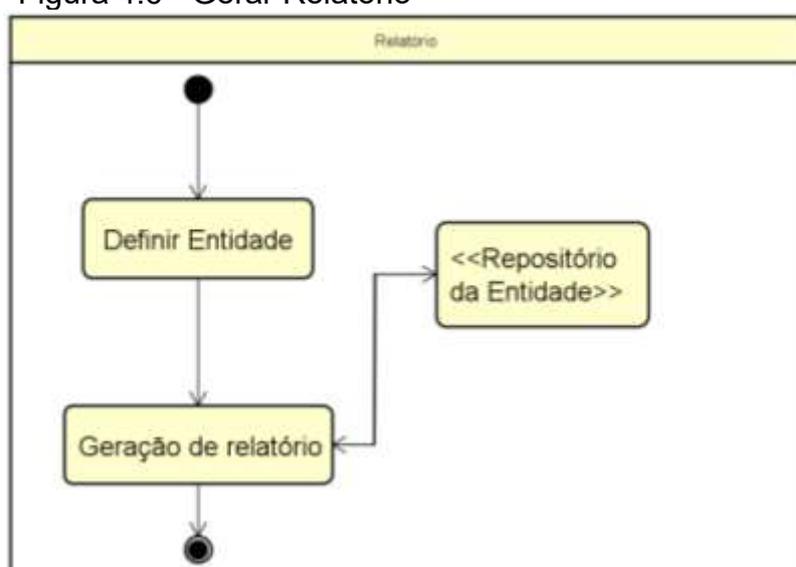


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.5 Gerar Relatório

Na figura 4.6, podemos observar geração de relatório, ferramenta fundamental para obter dados para gestores.

Figura 4.6 - Gerar Relatório

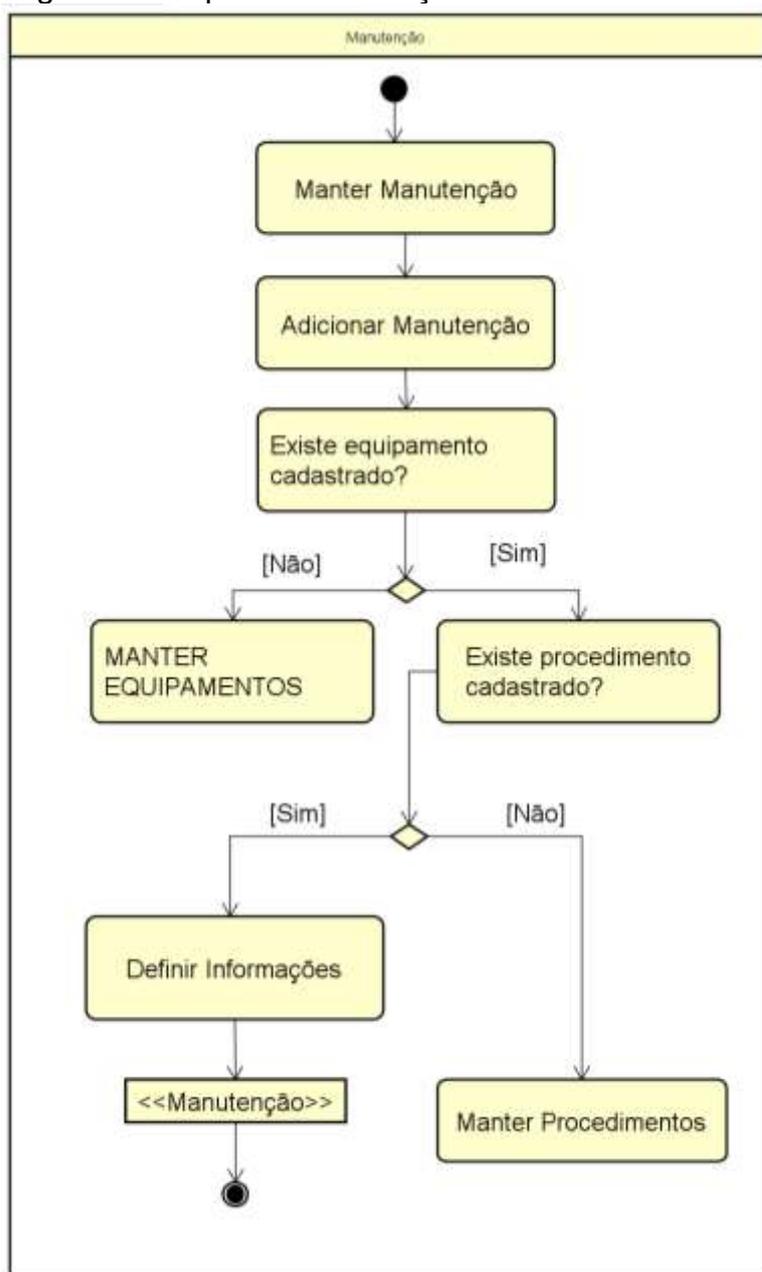


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.6 Aplicar Manutenção

Na figura 4.7, podemos observar a aplicação, atualização e remoção de manutenção no sistema. Manutenções devem ser aplicadas a equipamentos e são divididas em duas categorias: preventivas e corretivas.

Figura 4.7 - Aplicar Manutenção

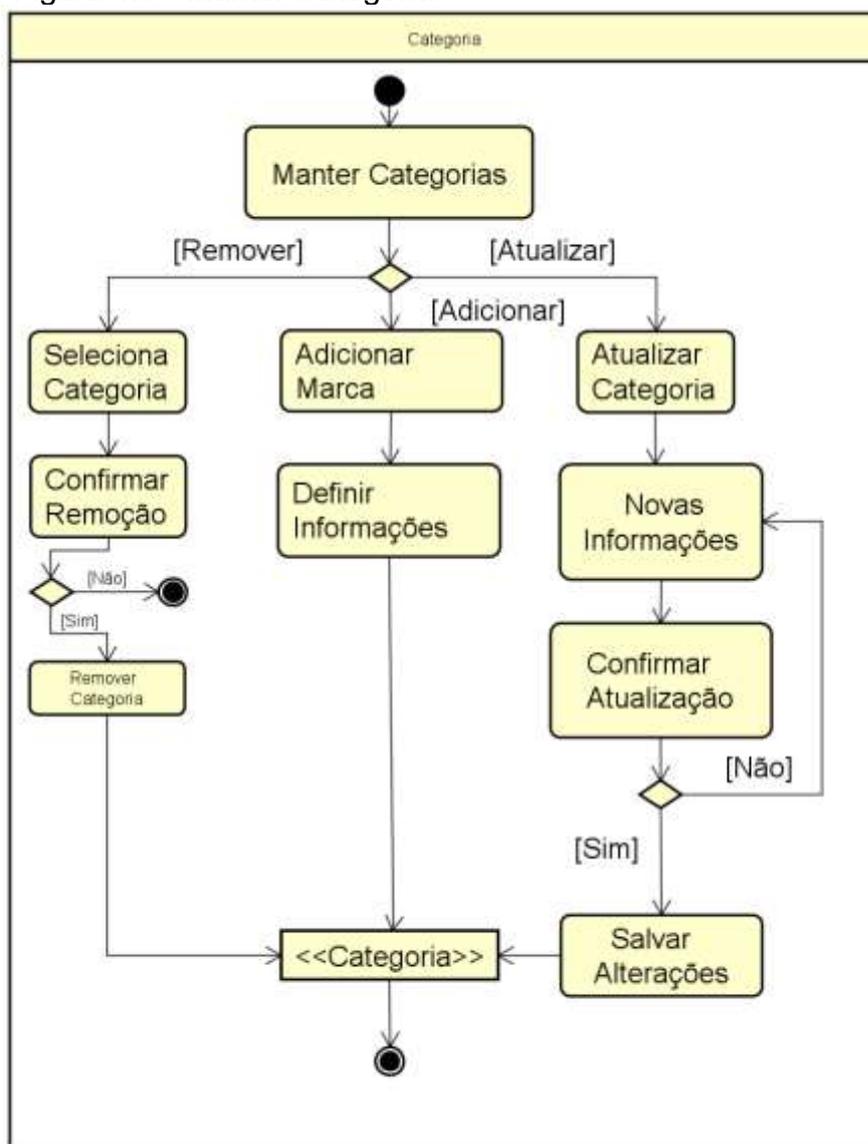


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.7 Manter Categoria

Na figura 4.8, podemos observar a adição, atualização e remoção de categoria no sistema. Categorias são associadas a equipamentos e procedimentos.

Figura 4.8 - Manter Categoria

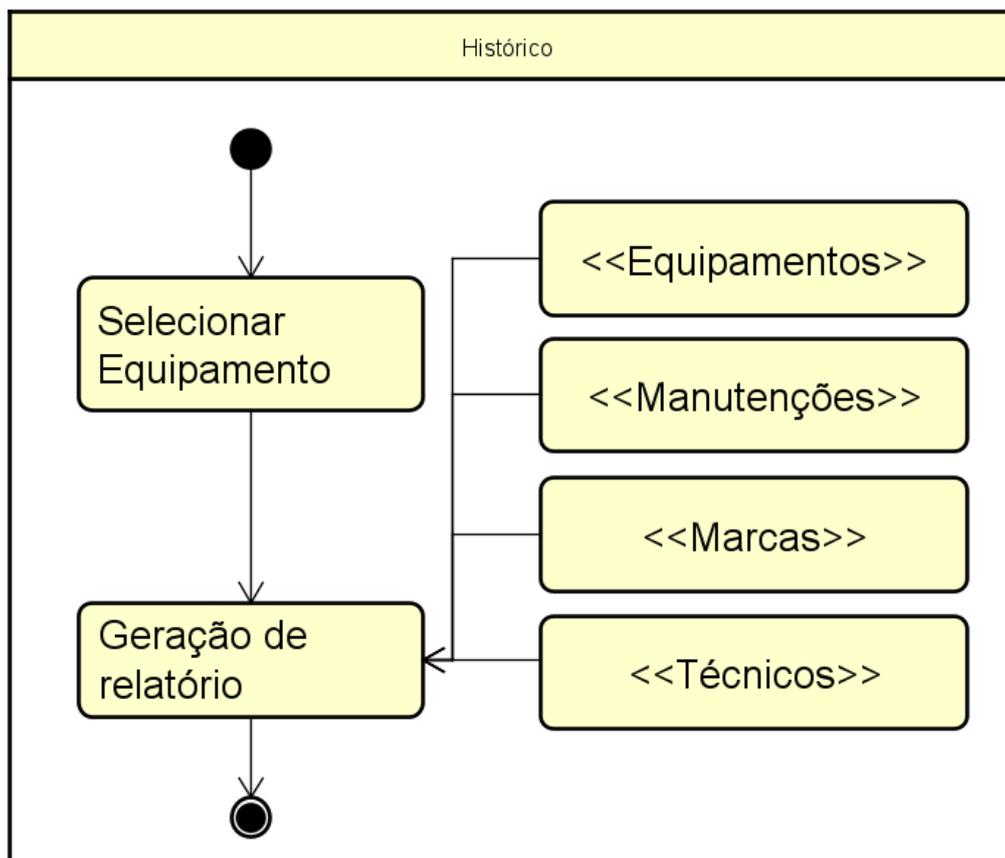


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.2.8 Consultar Histórico

Na figura 4.9, podemos observar a atividade de consultar histórico completo do equipamento, incluindo técnicos, marcas e manutenções.

Figura 4.9 - Consultar Histórico

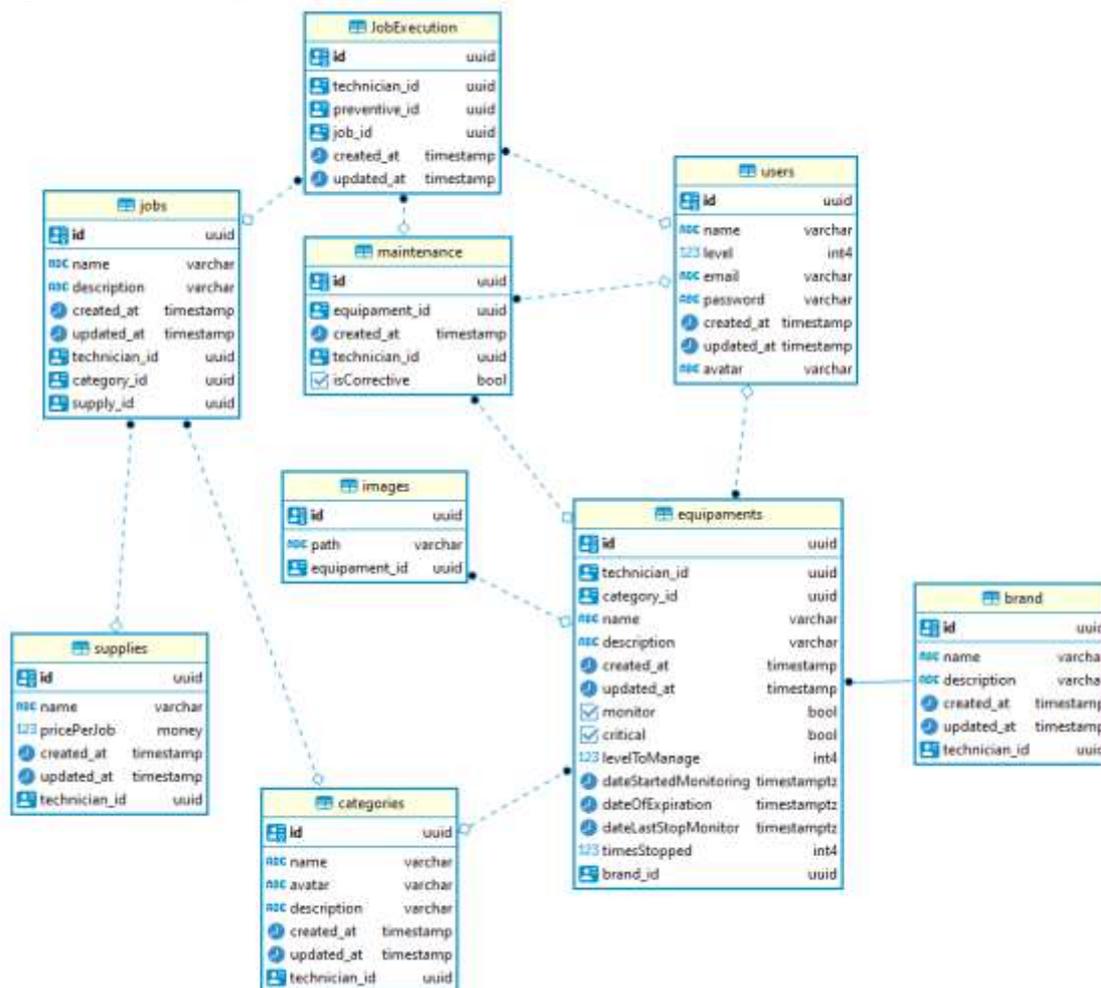


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

4.3 BANCO DE DADOS

Nesta fase, é demonstrado a modelagem de dados da aplicação, detalhando as tabelas em que os dados deveram ser armazenados. Na figura 4.10, é possível visualizar o diagrama de entidade e relacionamento.

Figura 4.10 - Diagrama de Entidade e Relacionamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

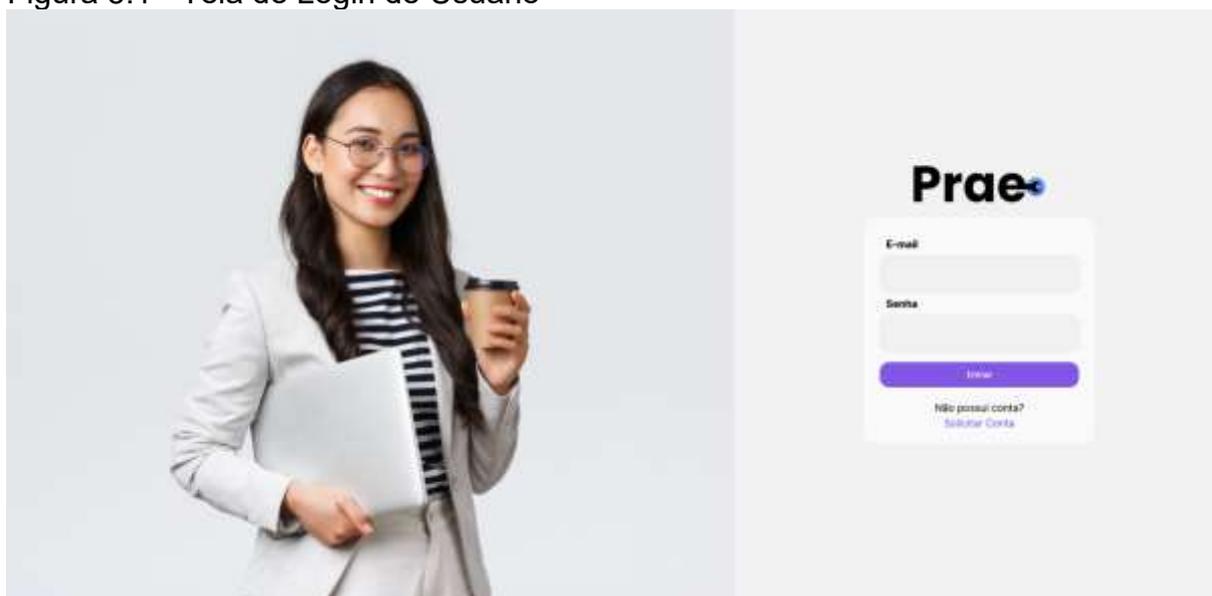
5 MANUAL DE USUÁRIO

Este capítulo busca introduzir e instruir o usuário a como interagir e a como extrair o máximo da aplicação aproveitando funcionalidades disponibilizadas pelo sistema, contendo uma descrição das ações e interações.

5.1 LOGIN DE USUÁRIO

Como pode ser observado na figura 5.1, o sistema solicita que o usuário insira as informações necessárias para a autenticação da aplicação. Avisos de eventuais erros de autenticação ou requisitos não atendidos em formulários são exibidos logo abaixo dos campos.

Figura 5.1 - Tela de Login de Usuário

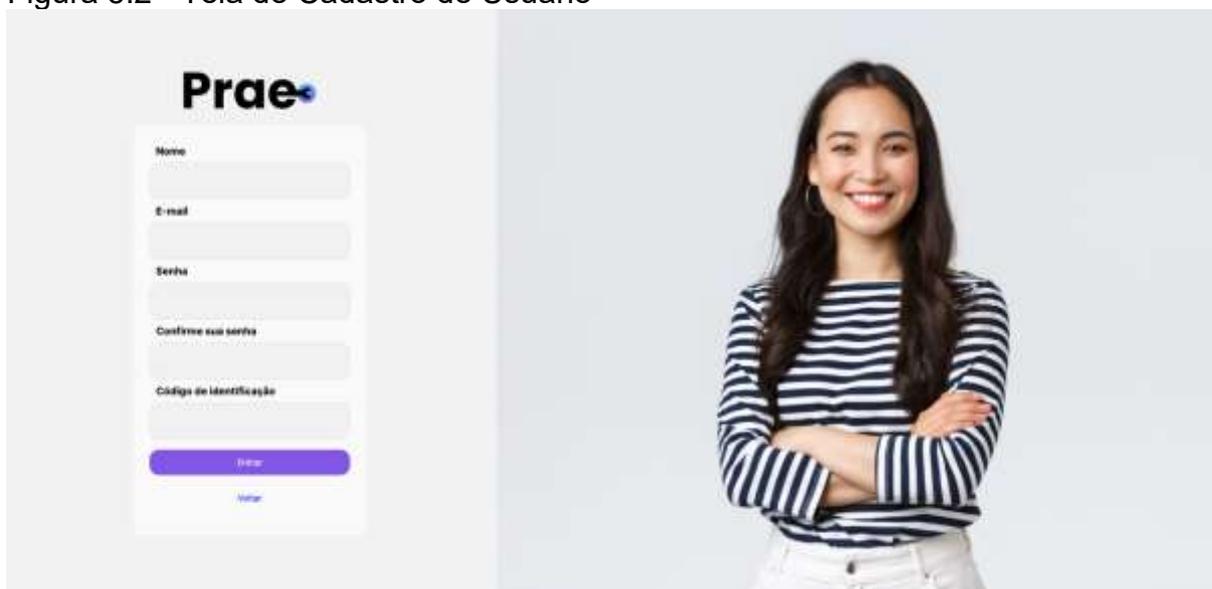


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.2 REGISTRO DE USUÁRIO

Caso o usuário não possua uma conta previamente cadastrada na aplicação, ele poderá se cadastrar clicando no botão de Solicitar uma conta. O usuário deve preencher o formulário com suas informações básicas e confirmar o e-mail clicando no link de confirmação que será enviado após cadastro, conforme demonstra a figura 5.2.

Figura 5.2 - Tela de Cadastro de Usuário

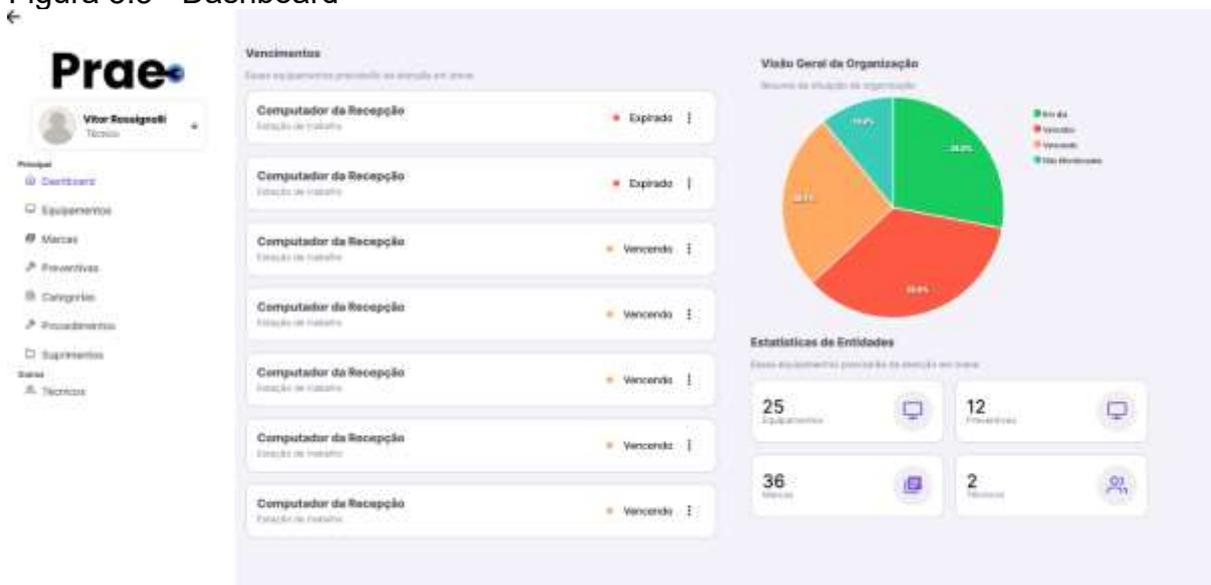


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.3 DASHBOARD DE USUÁRIO

Conforme apresentada na figura 5.3 o Dashboard de usuário exibe as principais informações da aplicação, trazendo um contexto geral dos equipamentos que precisam de atenção imediata e um resumo das entidades envolvidas na aplicação. Exibindo também um menu lateral esquerdo que permeia por toda aplicação, permitindo que o usuário possa navegar por todas as opções.

Figura 5.3 - Dashboard



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.4 TELA DE SUPRIMENTOS

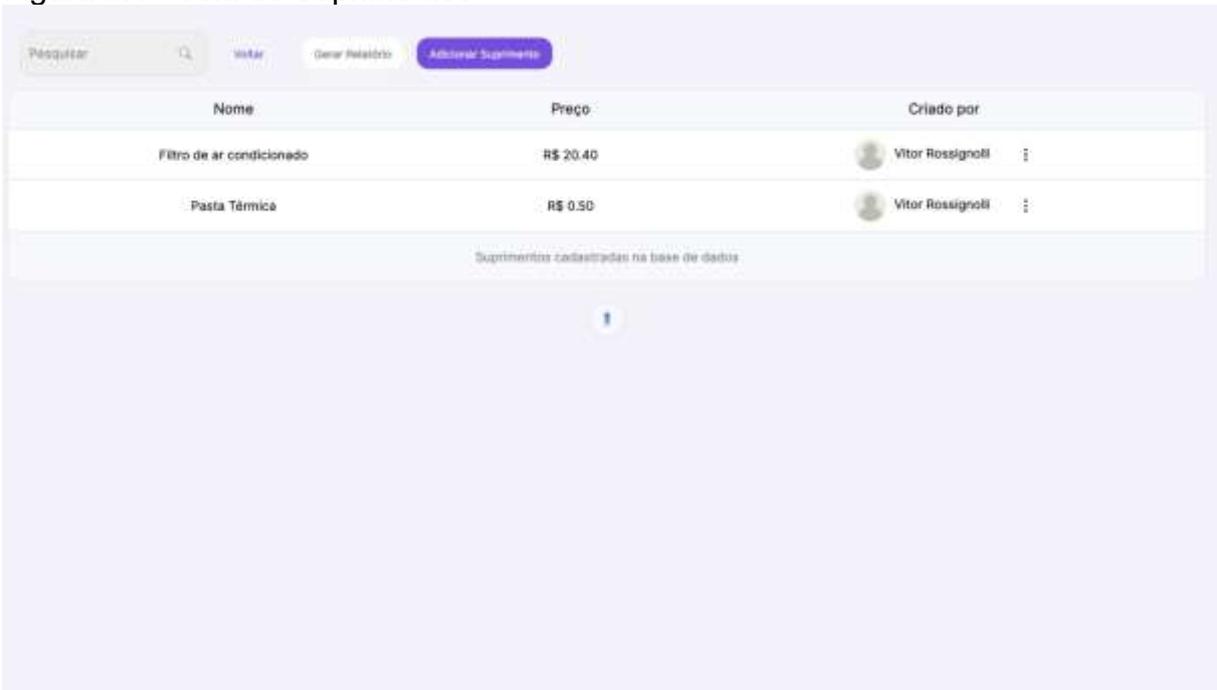
Começando na entidade base de todo o processo de monitoramento de manutenções de equipamentos, encontram-se os suprimentos, eles são usados em execuções de procedimentos. Como podemos notar na figura 5.4 essa é a tela de exibição dos suprimentos cadastrados, o menu de navegação lateral foi omitido por ser o mesmo em todas as telas facilitar na visualização.

Nesta tela é disponibilizado a opção “Pesquisar” para pesquisar suprimentos na lista exibida e “Gerar Relatório” para geração de relatório da entidade. Nesta etapa, o usuário também pode adicionar, excluir ou editar suprimentos clicando sobre os três pontos na tabela logo ao lado do técnico responsável pela criação.

Ainda nessa tela, podemos observar um círculo branco com conteúdo de texto roxo, logo abaixo da tabela de suprimentos correspondendo ao recurso de paginação, sendo cada número dentro do círculo uma nova página disponível.

As telas de Procedimentos, Categorias e Marcas são semelhantes, se tratando apenas de entidades diferentes da aplicação, todas possuindo os mesmos recursos apresentados na figura.

Figura 5.4 - Tela de Suprimentos



Nome	Preço	Criado por
Filtro de ar condicionado	R\$ 20.40	Vitor Rossignoli
Pasta Térmica	R\$ 0.50	Vitor Rossignoli

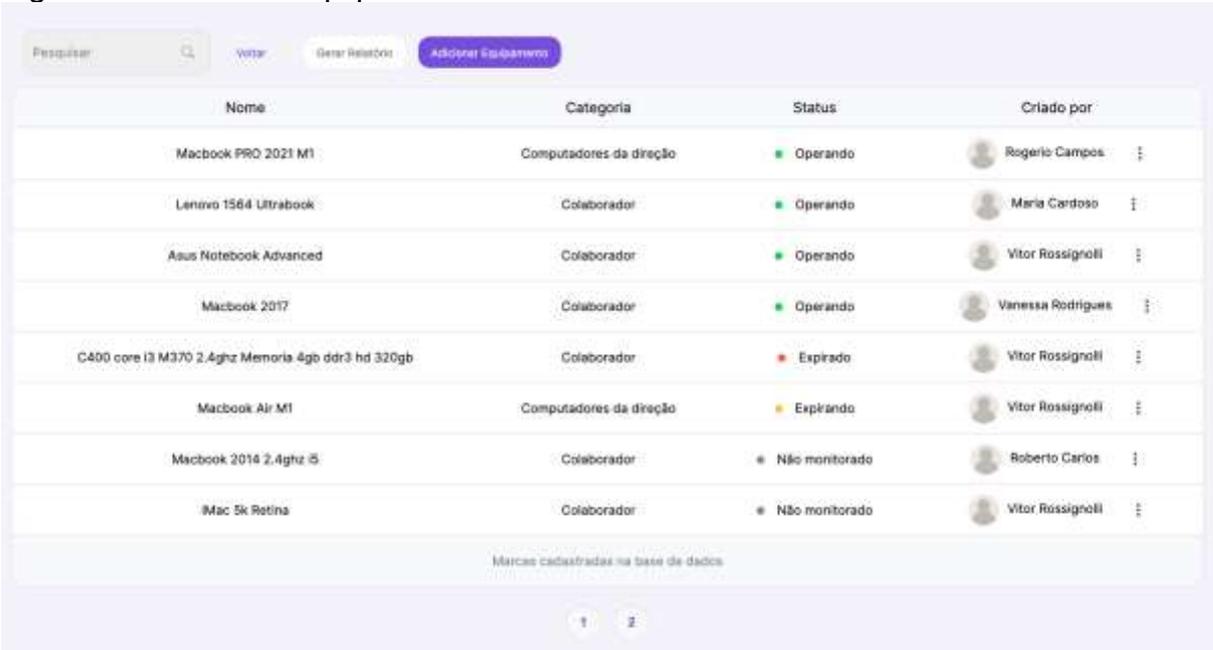
Suprimentos cadastradas na base de dados

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.5 TELA DE EQUIPAMENTOS

Tela principal de equipamentos para gerenciamento de equipamentos, relatada pela figura 5.5, nela são exibidas todas as atividades disponíveis para um equipamento, sendo semelhante as de interações com outras entidades, trazendo mais informações sobre a categoria do equipamento e o estado da manutenção deles, o círculo verde indica que o período de manutenção do equipamento ainda é válido e não precisa de atenção. O círculo vermelho que precede a palavra “expirado” indica que o equipamento está com a sua última manutenção vencida, o círculo cinza indica que o equipamento não está sendo monitorado, por fim o círculo amarelo indica que o equipamento está com no mínimo a cinco dias do vencimento da sua manutenção. Interagir com os três pontos também exibe as opções de exclusão e edição dos equipamentos. Também é possível visualizar detalhes sobre o equipamento clicando sobre o nome.

Figura 5.5 - Tela de Equipamentos



Nome	Categoria	Status	Criado por
Macbook PRO 2021 M1	Computadores da direção	Operando	Rogério Campos
Lenovo 1564 Ultrabook	Colaborador	Operando	Maria Cardoso
Asus Notebook Advanced	Colaborador	Operando	Vitor Rossignoli
Macbook 2017	Colaborador	Operando	Vanessa Rodrigues
C400 core i3 M370 2.4ghz Memória 4gb ddr3 hd 320gb	Colaborador	Expirado	Vitor Rossignoli
Macbook Air M1	Computadores da direção	Expirando	Vitor Rossignoli
Macbook 2014 2.4ghz i5	Colaborador	Não monitorado	Roberto Carlos
iMac 5k Retina	Colaborador	Não monitorado	Vitor Rossignoli

Marcas cadastradas na base de dados.

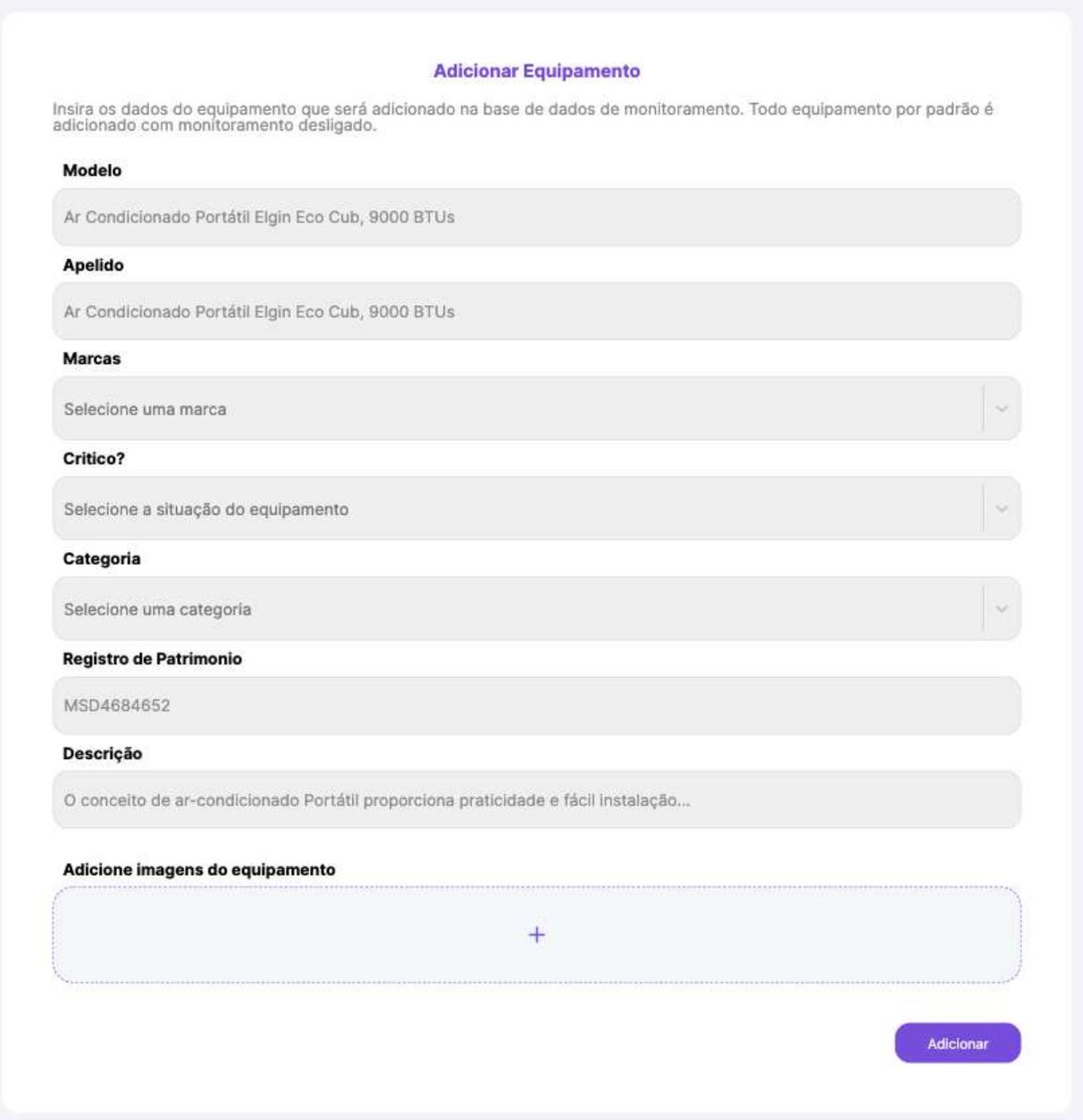
1 2

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.6 TELA DE ADICIONAR EQUIPAMENTOS

Tela de adicionar equipamentos é ilustrada na figura 5.6, basta o usuário preencher todos os campos e adicionar imagens para facilitar identificação do equipamento, após isso basta selecionar a opção “Adicionar”.

Figura 5.6 - Formulário de Adicionar Equipamentos



Adicionar Equipamento

Insira os dados do equipamento que será adicionado na base de dados de monitoramento. Todo equipamento por padrão é adicionado com monitoramento desligado.

Modelo
Ar Condicionado Portátil Elgin Eco Cub, 9000 BTUs

Apelido
Ar Condicionado Portátil Elgin Eco Cub, 9000 BTUs

Marcas
Selecione uma marca

Critico?
Selecione a situação do equipamento

Categoria
Selecione uma categoria

Registro de Patrimonio
MSD4684652

Descrição
O conceito de ar-condicionado Portátil proporciona praticidade e fácil instalação...

Adicione imagens do equipamento

+

Adicionar

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.7 TELA DE DETALHE DE EQUIPAMENTOS

Tela de detalhe de equipamentos, representada da figura 5.7 exibe todos os recursos disponíveis para os equipamentos. No canto superior esquerdo é exibida as fotos do equipamento inserida no registro.

Figura 5.7 - Tela de Detalhes de Equipamentos

Macbook PRO 2021 M1
Computador de desktop

Apple
86 dias sem corretivas
12 preventivas executadas

Expiração
28 setembro 2021

Relatório Monitorar On Code Issue Ação

Preventivas
Listagem completa de todas as preventivas executadas no equipamento:

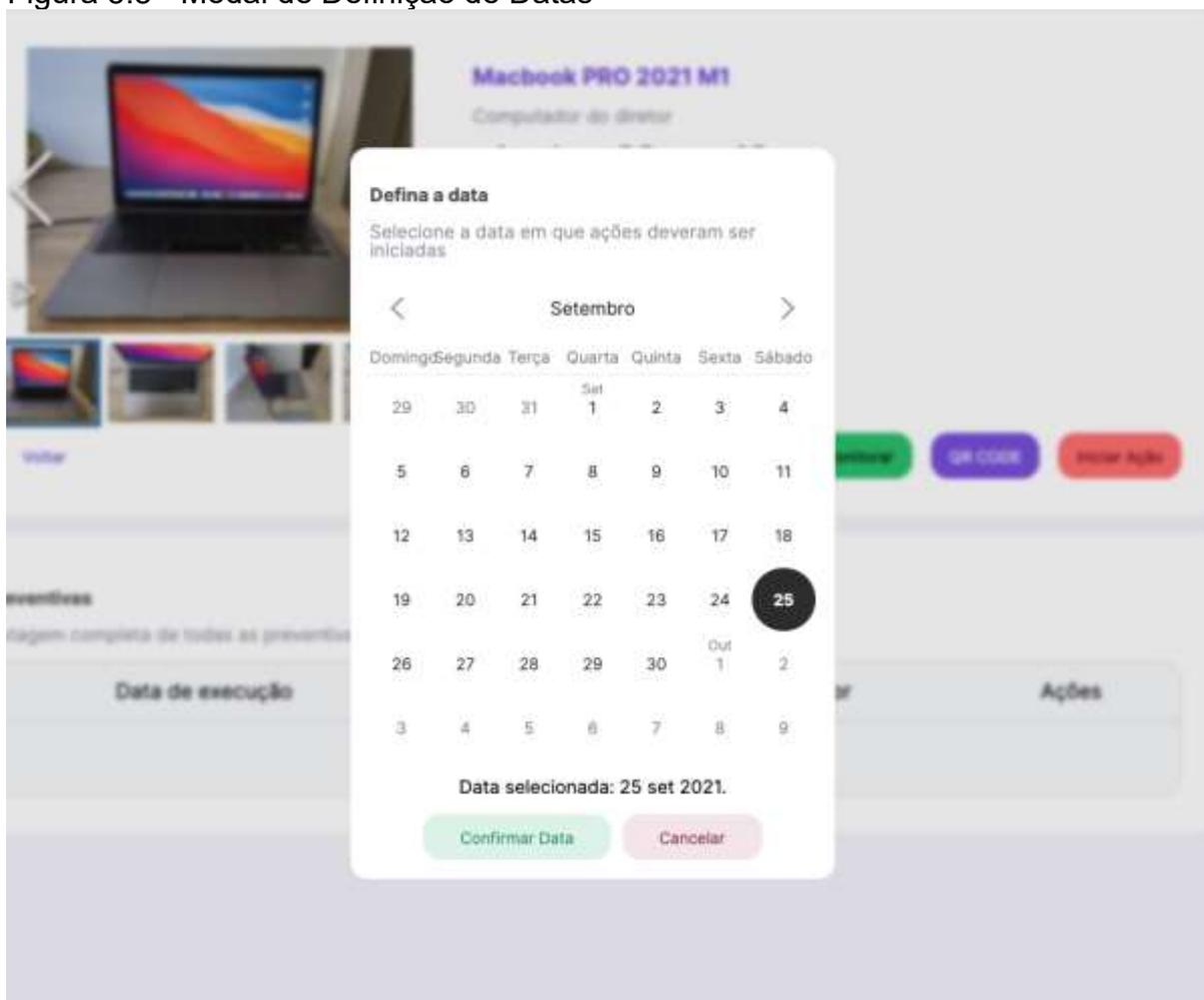
Data de execução	Tipo	Realizado por	Ações
31 de Agosto	Preventiva	Vitor Rassignoli	Ver detalhes
22 de Setembro	Corretiva	Vitor Rassignoli	Ver detalhes

Manutenções executadas nesse equipamento

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

Outras informações relevantes são exibidas em resumo no canto superior direito, logo abaixo podemos visualizar os quatro principais botões dessa tela do sistema. Sendo a opção “relatório” trazendo relatório com informações relevantes do equipamento em questão, seguido pela opção “monitorar” onde é ilustrado na figura 5.8, essa ação fica disponível somente quando o computador é adicionado e não possui histórico de manutenção, permitindo que o técnico selecione a data em que a primeira manutenção deve ser realizada. A quantidade de dias entre o início do monitoramento e data selecionada para o vencimento será reaproveitada para todas as próximas manutenções.

Figura 5.8 - Modal de Definição de Datas



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

Ainda detalhando a tela de detalhes de equipamento, logo após a opção de monitorar podemos observar a opção “QR CODE”, esse recurso efetua o download de um PDF para impressão para facilitar a identificação do equipamento no campo de produção de uma empresa, possibilitando também a consulta rápida da situação do equipamento sem precisar procurar o equipamento manualmente pelo sistema, somente lendo o QR Code com seu dispositivo móvel, após a impressão do código ilustrado na figura 5.9. Por fim, a opção de “Iniciar ação” conduz o usuário a para tela de realizar ação de manutenção, possibilitando a realização de manutenções preventivas e corretivas.

Figura 5.9 - Modal de Etiqueta de Identificação

Prae



Mackbook

23cc399d-8359-4cc9-b1ed-3c98330eb631

07/11/2021 22:41:34

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.8 TELA DE REALIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Tela de realização de manutenção, como representada na figura 5.10 permite que o usuário escolha quais procedimentos serão realizados na manutenção. Primeiramente selecionando o tipo da manutenção, após isso, para adicionar um procedimento a lista de executados o usuário deve usar a opção de adição, depois disso, o ícone é trocado para checado em verde.

Na parte inferior desta mesma tela, é possível visualizar um resumo das ações a serem executadas. Após a confirmação do usuário, ele pode baixar e imprimir um relatório para futuras apresentações em auditorias.

Figura 5.10 - Tela de Manutenção

Ações disponíveis na categoria Computadores dos Diretores

Essa ação é preventiva ou corretiva?

Preventiva

Nome	Nome do Suprimento	Categoria	Custo	Ação
Troca de Pasta Térmica	Pasta Térmica	Computadores dos Diretores	R\$ 0,50	✓
Troca de Cooler	Cooler Simples	Computadores dos Diretores	R\$ 10,50	+

Ações disponíveis para execução

Após todo procedimento, o tempo entre a data de início de monitoramento e a data selecionada para a expiração é a mesma para todas as próximas ações.

Ações a serem executadas: 1 Preço total dos suprimentos: R\$ 0,50 Voltar **Confirmar e Aplicar**

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.9 TELA DE LISTAGEM DE TÉCNICOS

Na tela de listagem de técnicos como ilustra a figura 5.11, é possível visualizar todos os técnicos que estão cadastrados na plataforma e quantas manutenções cada um realizou, estimulando a competitividade para melhorar ainda mais as manutenções da empresa do técnico.

Figura 5.11 -Tela de Listagem de Técnicos

Nome	E-mail	Status
 Carlos Rossignoli	carlosvitorvigaram@hotmail.com	Ativo
 Diego Franchesco Panzeri	yiwen70165@dukeoo.com	Ativo
 Felipe Maciel	ffmaciel@gmail.com	Ativo
 Kevinho	kejoxx.steam25@hotmail.com	Ativo
 Kevin Narita Peixoto dos Santos	kevin.narita@outlook.com	Ativo
 Matheus Reinheimer Plano	pianomatheus@gmail.com	Ativo
 Paulo Real	paulo@canaltech.com.br	Ativo
 Vanessa Peçanha Rodrigues	vany_simple@hotmail.com	Ativo

Técnicos cadastrados na base de dados

1 2

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.10 TELAS PÚBLICAS PROMOCIONAIS DA APLICAÇÃO

Telas promoções da aplicação são áreas públicas que qualquer pessoa pode acessar, usadas para promover o produto e demonstrar os futuros planos disponíveis para implementação. Como retratado da figura 5.12, existem opções de “Saiba mais” que redireciona o usuário para a tela dos futuros planos e a opção de “demonstração” que leva para o cadastro da aplicação.

Figura 5.12 - Tela Promocional

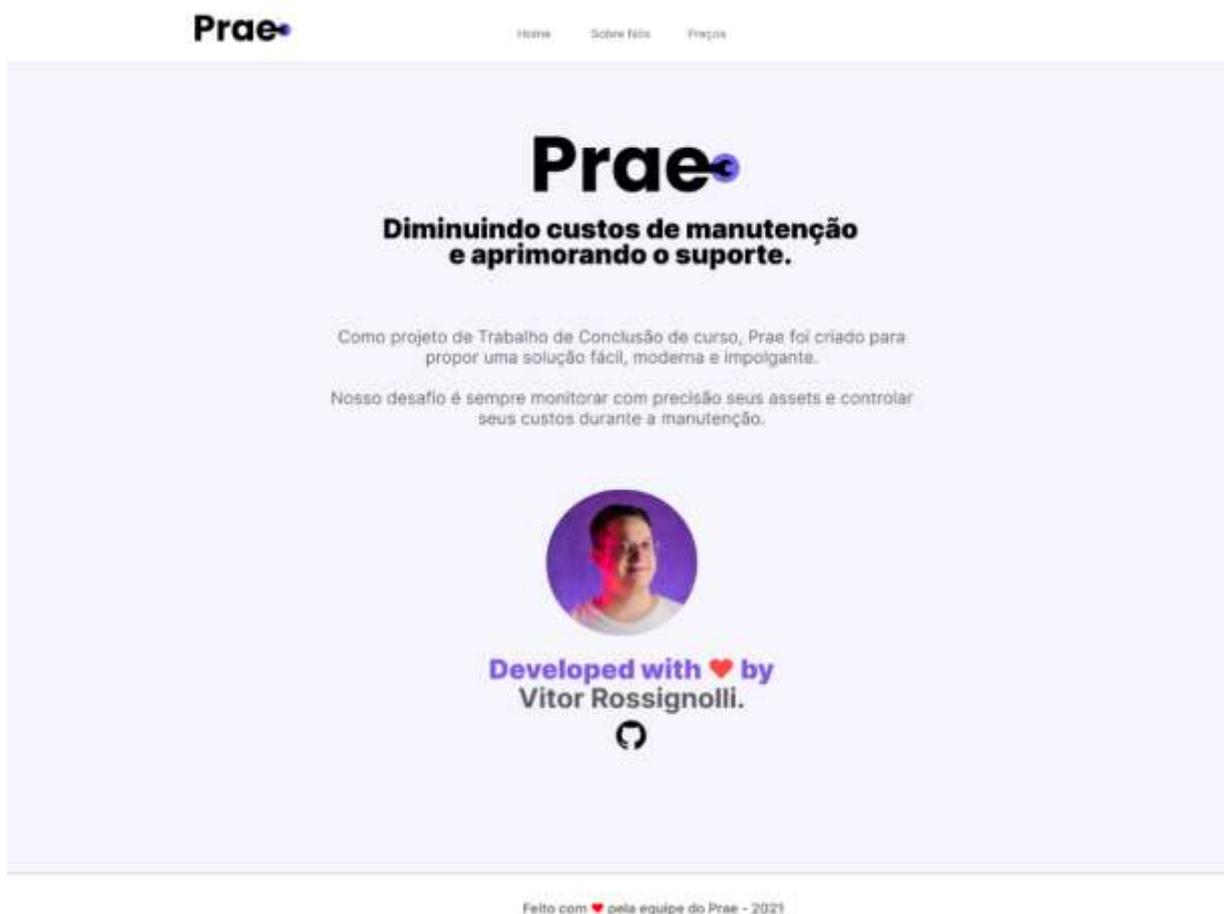


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.11 TELA SOBRE NÓS

Tela Sobre nós revela detalhes sobre o projeto apresentado e seus desenvolvedores, conforme ilustrado na figura 5.13.

Figura 5.13 - Tela Sobre Nós

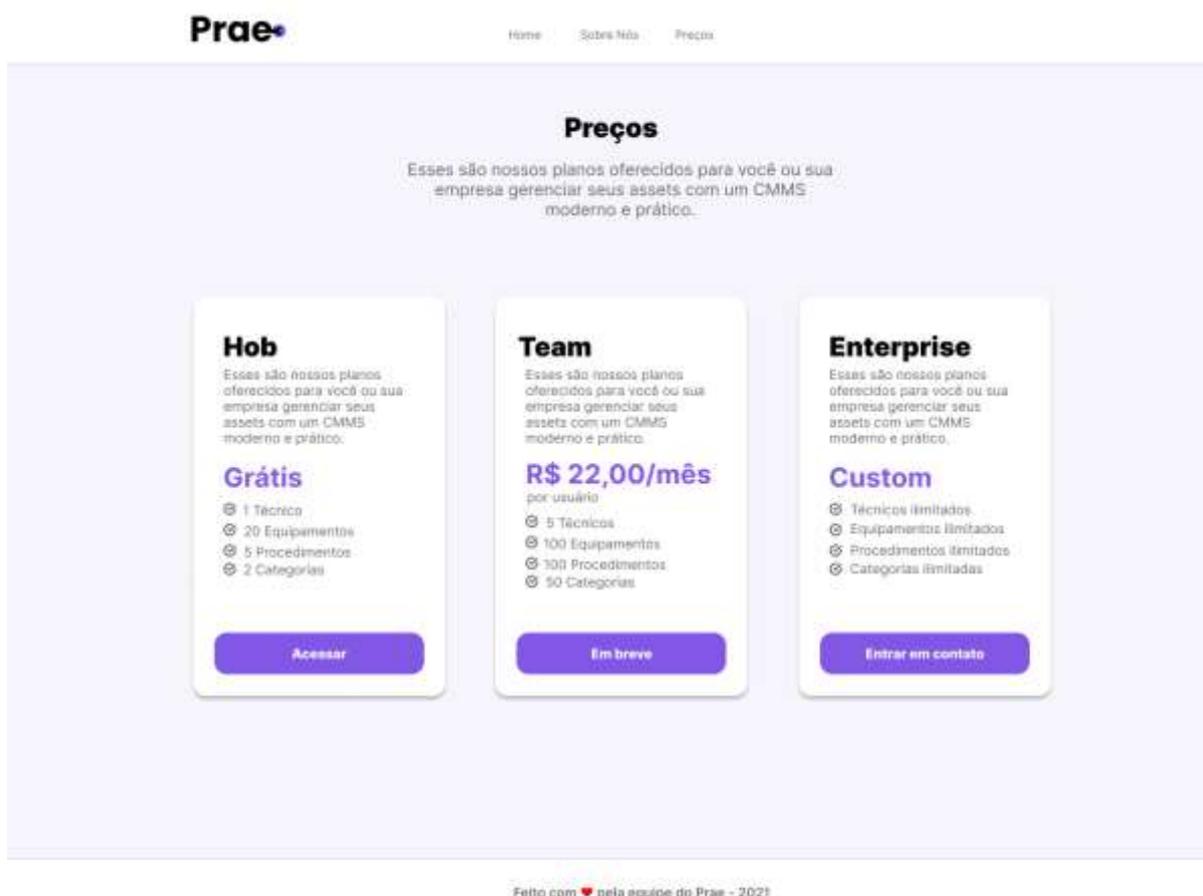


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

5.12 TELA DE PRECIFICAÇÃO

Tela de precificação conforme apresentada na figura 5.14 detalha os futuros planos a serem implementados na aplicação, cada cartão representa modalidades diferentes, podendo o usuário escolher qual se adequa às suas necessidades no estado atual da sua corporação.

Figura 5.14 - Tela de Precificação



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

As ilustrações apresentadas nesse capítulo concluem o manual de usuário e realiza um panorama geral das principais funções da aplicação bem como instrui o usuário a utilização da aplicação proposta nesse trabalho.

5.13 EDITAR PERFIL

Conforme apresentada na figura 5.15 nas opções de perfil do usuário, é fornecido ao técnico a opção de editar o perfil ou sair da aplicação.

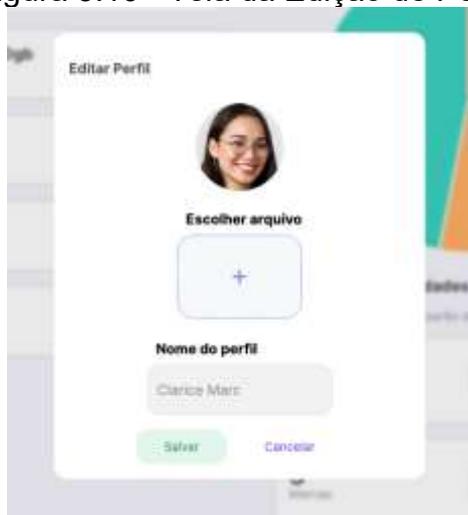
Figura 5.15 – Tela da Barra de Navegação



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

Caso o usuário selecione a opção de editar perfil, a tela representada na figura 5.16 é mostrada as opções, podendo o usuário escolher um arquivo de fotografia para que seja usada como identificação no sistema, o usuário também pode rotacionar, aproximar a imagem e recortar a imagem como desejar, após isso basta confirmar a edição e aguardar o processo ser concluído.

Figura 5.16 - Tela da Edição de Perfil



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2019, durante o estágio de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, trabalhei na infraestrutura de uma empresa, onde a minha principal tarefa era realizar manutenção em equipamentos da empresa para que esses equipamentos sempre estejam prontos para os seus colaboradores produzirem, prolongando sua vida útil e reduzindo custos para a empresa.

Sendo assim, surgiu a necessidade da criação de um sistema onde pudéssemos controlar os equipamentos e suas manutenções, esses controles que antes eram feitos de forma manual com formulário no Word ou Excel, agora podem ser realizados em um sistema moderno e intuitivo.

Com as informações cadastradas no sistema, os técnicos podem criar uma rotina de acessar o sistema e verificar quais equipamentos necessitam de atenção e quais não. Ainda, facilita na identificação dos equipamentos gerando as etiquetas de identificação com QR CODE, trazendo muito mais rapidez e eficiência no trabalho do técnico de infraestrutura.

E-mails são disparados todos os dias com resumo dos equipamentos que precisam de atenção caso os técnicos esqueçam de entrar na aplicação, facilitando ainda mais o monitoramento e deixando os técnicos sempre atualizados.

Durante o desenvolvimento desse projeto houve diversos desafios, principalmente pelo uso mínimo de códigos prontos. Todo *Design System* foi feito do zero, sem utilizar nenhum *framework* de CSS. Criando componentes reutilizáveis em diversos lugares do sistema. Em seu *back-end*, foi construído com poucos frameworks, projetado para servir dados através de uma API REST, facilitando para futuras implementações em outras plataformas.

Podemos colocar como melhorias na aplicação, mais opções de usuário, relatórios mais variados e por último, vale ressaltar que, como todo o código *front-end* foi escrito em React.js, pode-se facilmente criar um aplicativo nativo para dispositivos móveis, utilizando *React Native*, mesmo a aplicação já suportando aparelhos móveis, a experiência nativa sem dúvidas traria melhorias e mais velocidades para dispositivos móveis durante o uso da aplicação.

Com a oportunidade de construir uma aplicação de ponta a ponta fui capaz de adquirir inúmeros conhecimentos, principalmente em planejamento e de entender

todas as camadas de uma aplicação completa, de estilização até processos de *deploy* e configurações de serviços externos.

Em relação as ferramentas utilizadas no desenvolvimento desse projeto, o back-end foi criado com NodeJS, utilizando Javascript e utilizando para persistência dos dados o PostgreSQL. No *front-end* foi utilizado Javascript com framework juntamente com o React.js e outras bibliotecas para auxiliar na arquitetura de estilização.

É interessante ressaltar que ao final do projeto, essa aplicação estará online e pronta em produção, com seu domínio próprio, hospedado na Heroku com todos os ambientes e serviços externos como Mailgun e AWS Bucket configurados para produção, inclusive com um processo de *CI/CD*. Outras informações poderão ser encontradas no repositório oficial dessa aplicação no Github. Todo o código deste projeto está sobre licença *GNU General Public License v3.0 (GNU GPLv3)*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR ISO 9001:2015, Sistemas de Gestão da Qualidade. São Paulo, Atlas, 2015.

BESSAM, A. A Formal Approach for Preventive Maintenance Workload Balancing. **Advances in Intelligent Systems and Computing**. 286. p. 59-68. DOI: 10.1007/978-3-319-07013-1_6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281691158_A_Formal_Approach_for_Preventive_Maintenance_Workload_Balancing. Acesso em: 8 out. 2021.

MICHAEL, W; KEN, H; JACQUES V; The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. **Procedia Engineering**. V., n, p., 02 out. 2016. Science Direct. p. 413-414.

MUSTO, S. (org.). **The Total Economic Impact™ Of IBM® Maximo® MRO Inventory Optimization**. 2019. Disponível em: <https://www.ibm.com/downloads/cas/AOYWNPZE>. Acesso em: 16 julho. 2021

ROSE, K; ELDRIDGE, S; CHAPIN, L. The internet of things: an overview — understanding the issues and challenges of a more connected world. **The Internet Society**, out. 2015. Disponível em: <https://g3ict.org/index.php/actions/assetCount/download?id=G7G2s4u4uE%408AZuhAWBnYIF85t0YybpCtZpXlg3KVHo%3D>. Acesso em: 8 out. 2021.

SHARMA, R.; GOVINDARAJU, N. Maintenance Planning Activity using Intelligent Support System. **International Journal of Mechanical Engineering**, v. 5, n. 2, jul. - dec. 2020.