

UNIVERSIDADE POSITIVO  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO  
BRUNO HENRIQUE MIRANDA DE OLIVEIRA  
BRUNO VINICIUS MARTINS FARIA  
FELIPE DOS SANTOS FABIENSKI  
GABRIELA CRISTINA SCHMITT  
NICOLAS ALBERT MAULEPES FERNANDES  
RAUL SEMICEK COELHO

**INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PLN PARA  
PRÉ-DIAGNÓSTICOS NA CADEIA DE MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA**

CURITIBA

2024

BRUNO HENRIQUE MIRANDA DE OLIVEIRA  
BRUNO VINICIUS MARTINS FARIA  
FELIPE DOS SANTOS FABIENSKI  
GABRIELA CRISTINA SCHMITT  
NICOLAS ALBERT MAULEPES FERNANDES  
RAUL SEMICEK COELHO

**INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PLN PARA  
PRÉ-DIAGNÓSTICOS NA CADEIA DE MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA**

Trabalho apresentado como requisito  
parcial na disciplina de Trabalho de  
Conclusão de Curso II da Universidade  
Positivo para obtenção do grau de  
bacharel em Ciência da Computação  
ou Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Malgarete Rodrigues  
da Costa

CURITIBA  
2024

## **RESUMO**

O presente estudo, tem como objetivo o desenvolvimento de uma solução para problemas automotivos auxiliando os proprietários de veículos e simplificando a manutenção automotiva. Ao se concentrar na precisão, acessibilidade e usabilidade, para lidar com diversos problemas de maneira eficiente e autônoma. Nossa inteligência artificial busca fornecer pré-diagnósticos para o usuário e categorização de reparo. Nosso software gerencia o contato de cliente e prestador de serviço adequado, histórico de manutenções e recomendações de oficinas qualificadas. Essa abordagem holística promete transformar a maneira como os proprietários de veículos interagem com seus carros, promovendo uma experiência automotiva mais tranquila, confiável e agradável.

**Palavras-chave:** Mecânica, Inteligência Artificial, Processamento de Linguagem Natural, Automóvel, Mobilidade, Indústria Automobilística brasileira, setor automotivo.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES | TABELAS | QUADROS

<b>Figura 1 - Arquitetura do Sistema</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2 - Diagrama BPMN</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3 - Diagrama de Caso de Uso</b>	<b>14</b>
<b>Figura 4 - Tabela de Usuários/Veículos</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5 - Tabelas de Endereços/Serviços</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6 - Tabelas de Chat/Mensagens/Membros</b>	<b>18</b>
<b>Figura 7 - Tabelas de Grupos/Chat/Perfis</b>	<b>18</b>
<b>Figura 8 - Tabela Recomendações/Categorias/Feedbacks/Serviços-Usuário</b>	<b>19</b>
<b>Figura 9 - Tabela Feedback IA/Chat Mechanic-Driver</b>	<b>20</b>
<b>Figura 10 - Diagrama - Modelo de entidade relacional</b>	<b>20</b>
<b>Figura 11 - Script para atribuição de subcategorias</b>	<b>24</b>
<b>Figura 12 - Árvore de Ideias</b>	<b>25</b>
<b>Figura 13 - MecanIA - Manual da marca</b>	<b>27</b>
<b>Figura 14 - Prototipação das telas - Prototipação</b>	<b>29</b>
<b>Figura 15 - Tela de Login</b>	<b>30</b>
<b>Figura 16 - Tela de Redefinição de senha</b>	<b>31</b>
<b>Figura 17 - Tela de Validação de Redefinição de senha</b>	<b>31</b>
<b>Figura 18 - Tela de Cadastro do motorista</b>	<b>32</b>
<b>Figura 19 - Tela de Cadastro de oficina</b>	<b>33</b>
<b>Figura 20 - Home</b>	<b>34</b>
<b>Figura 21 - Meus Dados</b>	<b>35</b>
<b>Figura 22 - Cadastro de Veículos</b>	<b>36</b>
<b>Figura 23 - Novo Veículo</b>	<b>37</b>
<b>Figura 24 - Chat</b>	<b>37</b>
<b>Figura 25 - IA</b>	<b>38</b>
<b>Figura 26 - Conversa com IA</b>	<b>39</b>
<b>Figura 27 - Diagnóstico da IA</b>	<b>39</b>
<b>Figura 28 - Escolha de Oficinas</b>	<b>40</b>
<b>Figura 29 - Filtro de Oficinas</b>	<b>41</b>
<b>Figura 30 - Mensagem de Request</b>	<b>42</b>
<b>Figura 31 - Request Enviado</b>	<b>42</b>
<b>Figura 32 - Histórico de Request</b>	<b>43</b>
<b>Figura 33 - Tela após o aceite</b>	<b>44</b>
<b>Figura 34 - Tela de negócio fechado por uma parte</b>	<b>45</b>
<b>Figura 35 - Tela após finalização de trabalho</b>	<b>46</b>
<b>Figura 36 - Tela de problema resolvido por uma parte</b>	<b>47</b>
<b>Figura 37 - Tela de avaliação de atendimento</b>	<b>48</b>
<b>Figura 38 - Tela de avaliação de resposta do chatbot</b>	<b>49</b>
<b>Figura 39 - Tela após avaliações</b>	<b>50</b>
<b>Figura 40 - Tela após avaliações</b>	<b>51</b>
<b>Figura 41 - Serviços</b>	<b>52</b>
<b>Figura 42 - Oficinas Cadastradas</b>	<b>52</b>

<b>Figura 43 - Adicionar Oficina</b>	<b>53</b>
<b>Figura 44 - Serviços da Oficina (a)</b>	<b>54</b>
<b>Figura 45 - Serviços da Oficina (b)</b>	<b>54</b>
<b>Figura 46 - Usuário de Oficina</b>	<b>55</b>
<b>Figura 47 - Aceite da Oficina para request</b>	<b>56</b>
<b>Figura 48 - Rejeite da Oficina</b>	<b>57</b>
<b>Figura 49 - Recurso adicional modo claro</b>	<b>57</b>
<b>Figura 50 - Recurso adicional modo escuro</b>	<b>58</b>
<b>Figura 51 - Gráficos modelo GPT-4o (Artificial Analysis, 2024)</b>	<b>59</b>
<b>Figura 52 - Gráficos modelo GPT-4o-mini (Artificial Analysis, 2024)</b>	<b>60</b>
<b>Figura 53 - Fluxo Playground File search</b>	<b>60</b>
<b>Figura 54 - Fluxograma (a)</b>	<b>63</b>
<b>Figura 55 - Fluxograma (b)</b>	<b>64</b>
<b>Figura 56 - Fluxograma (c)</b>	<b>65</b>
<b>Figura 57 - Fluxograma (d)</b>	<b>66</b>
<b>Figura 58 - Fluxograma Completo MecanIA</b>	<b>67</b>

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
1.1. JUSTIFICATIVAS	10
1.2. OBJETIVOS	11
1.2.1. OBJETIVOS GERAIS	11
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
<b>2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b>	<b>12</b>
2.1. TECNOLOGIAS	12
2.2. DIAGRAMA DE CASO DE USO	13
2.3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MODELAGEM	15
2.4. CONSTRUÇÃO E USO DO DATASET	21
2.5. POPULAÇÃO DA TABELA DE OFICINAS MECÂNICAS	23
<b>3. ESPECIFICAÇÕES E DIRETRIZES DA IDENTIDADE VISUAL</b>	<b>25</b>
3.1. ÁRVORE DE IDEIAS	25
3.2. DIRETRIZES DE IDENTIDADE VISUAL	26
<b>4. DESENVOLVIMENTO FRONT-END</b>	<b>28</b>
4.1. PROTOTIPAÇÃO	28
4.2. TELAS DE DESENVOLVIMENTO FRONT-END	29
4.2.1. FLUXO GERAL	29
4.2.2. FLUXO DE MOTORISTA	34
4.2.3. FLUXO DE TELAS ADMIN	51
4.2.4. FLUXO DE OFICINA MECÂNICA	54
4.3. RECURSOS ADICIONAIS	57
<b>5. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL</b>	<b>59</b>
5.1. INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE	68
5.2. MÉTRICAS DE DESEMPENHO	70
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>73</b>
<b>7. PLANOS FUTUROS</b>	<b>74</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b>	<b>75</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a dinâmica de gênero no que diz respeito à condução de veículos automotores revela um cenário em constante evolução. Tradicionalmente associada a um domínio masculino, a condução de carros vêm passando por uma transformação significativa, refletindo mudanças sociais e culturais profundas. De acordo com o Infosiga SP, que recebe e apura dados baseados nos boletins e registros da Polícia Civil (RDOs) e da Polícia Rodoviária Federal no estado de São Paulo, as mulheres se envolvem menos em acidentes graves de trânsito: em 2017 entre os 415 acidentes fatais registrados em fevereiro, 79% dos casos envolvem homens (327 casos) e 21% mulheres (87 casos), desafiando estereótipos arraigados e redefinindo padrões de mobilidade. De acordo com dados do Departamento de Trânsito do Paraná (DETRAN-PR), o percentual de mulheres habilitadas tem crescido consistentemente nos últimos anos, atingindo uma proporção cada vez mais próxima da dos homens. Esse fenômeno reflete não apenas uma maior igualdade de gênero no acesso à condução, mas também mudanças nos comportamentos de consumo, estilo de vida e participação no mercado de trabalho. Neste contexto, examinou-se de perto as tendências atuais no uso de carros por homens e mulheres, explorando as nuances desse fenômeno e suas implicações para a sociedade contemporânea.

A trajetória do uso de carros no Brasil é profundamente entrelaçada com fatores históricos e políticos que moldaram a mentalidade coletiva em relação à mobilidade. Durante o período do Plano de Metas de Juscelino Kubitschek, o carro emergiu como um símbolo emblemático de modernidade e progresso. Sob o governo de Lula, os incentivos fiscais para a compra de automóveis desempenharam um papel crucial no aumento da frota de veículos, tornando a posse de um carro mais acessível para a população brasileira através da redução de IPI pelo governo em 2012. Essas políticas governamentais, não apenas influenciaram diretamente a disponibilidade de carros, mas também alimentaram a percepção cultural do automóvel como um indicador de status e liberdade. Com a urbanização acelerada e o consequente aumento da concentração populacional nas cidades, o carro se tornou essencial para a mobilidade individual, respondendo às demandas de um estilo de vida urbano em constante evolução. Assim, a interação

entre fatores históricos, políticos, culturais e socioeconômicos continua a moldar a dinâmica de gênero no uso de carros, refletindo e influenciando as mudanças sociais em curso.

O cenário atual da indústria automobilística brasileira, influenciado pela pandemia global, revela uma queda significativa na produção e nas vendas de veículos. Em 2020, a produção registrou cerca de 2,2 milhões de unidades, representando uma diminuição de 31,6% em relação ao ano anterior, conforme dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Automóveis (Anfavea). A pesquisa conduzida pela Anfavea em parceria com a Webmotors em maio de 2020 revelou que a crise da saúde pública levou a um adiamento generalizado na compra ou troca de veículos pelos brasileiros, com uma grande parcela da população planejando realizar essas transações no ano seguinte. Essa desaceleração no mercado automobilístico, causada pela incerteza econômica e pelas restrições de mobilidade, teve implicações significativas no comportamento dos consumidores e nas tendências de posse de carros. No entanto, as projeções para 2024 trazem uma perspectiva de recuperação, com estudos da Anfavea apontando um aumento previsto de 6,1% no emplacamento de veículos, 6,2% na produção e 0,6% nas exportações, considerando a versatilidade do mercado brasileiro e a preocupação ambiental alinhada com as políticas de ESG (sustentabilidade ambiental, social e de governança corporativa) do governo. Esses indicadores sugerem uma retomada gradual do setor automobilístico, influenciando diretamente os padrões de posse e uso de carros, especialmente à luz dos fatores históricos, políticos, culturais e socioeconômicos que continuam a moldar essa dinâmica.

O impacto da pandemia no setor automobilístico vai além das estatísticas de produção e vendas, estendendo-se ao estado da frota de veículos no Brasil. Ao longo da última década, observou-se um envelhecimento gradual dessa frota, gerando repercussões significativas em termos de demanda por serviços de manutenção e reparo. Em contrapartida, em 2024, testemunhou-se uma reversão desse padrão, com a idade média da frota brasileira começando a declinar. No entanto, mesmo com essa mudança, 56,2% dos veículos ainda estão na faixa etária de 6 a 15 anos, e 21,1% possuem mais de 16 anos de idade, conforme indicado por Dyogo Fagundes (2023) em seu estudo “Frota de veículos envelhece e média já passa dos 10 anos”. Esse cenário de envelhecimento da frota tem implicações diretas na disponibilidade de peças e no tempo de reparo dos veículos. A escassez

de peças, agravada pela redução global na produção de automóveis, tem gerado dificuldades para as oficinas mecânicas, resultando em automóveis passando mais tempo parados aguardando reparos. Um levantamento realizado pela FenSeg revelou que, entre janeiro e março de 2023, 7.100 das 40.700 peças encomendadas tiveram atrasos em suas entregas, evidenciando os desafios enfrentados pelo setor. Além disso, o tempo médio de reparo de um automóvel em uma oficina mecânica dobrou de 2019 para 2023, alcançando 23 dias, o que demonstra a necessidade urgente de soluções para mitigar os impactos dessa escassez de peças e aumentar a eficiência dos serviços de manutenção. Esses desafios adicionais destacam a complexidade do panorama atual do setor automobilístico e sua interação com os fatores históricos, políticos, culturais e socioeconômicos que continuam a moldar a dinâmica do uso de carros no Brasil.

A implementação de uma inteligência artificial (IA) na resolução de problemas automotivos apresenta uma oportunidade promissora para simplificar e aprimorar a experiência dos proprietários de veículos, especialmente em um contexto onde a escassez de peças e os longos tempos de reparo se tornaram desafios significativos. Ao concentrar-se na precisão, acessibilidade e usabilidade, a IA pode revolucionar a maneira como os problemas automotivos são abordados, oferecendo uma série de benefícios tangíveis aos usuários. Por meio de um sistema de pré-diagnóstico inteligente, a IA coletará informações detalhadas sobre os sintomas do problema relatado pelo usuário e realizará uma análise avançada, utilizando algoritmos sofisticados de aprendizado de máquina para identificar as causas mais prováveis do defeito. Além disso, a assistência remota fornecida pela IA, incluindo suporte por videochamada e recursos de compartilhamento de tela, permitirá uma orientação precisa e em tempo real para resolver até mesmo os problemas mais complexos. A constante atualização e aprendizado contínuo da IA garantirão que o sistema permaneça relevante e eficaz ao longo do tempo, incorporando feedback do usuário e acompanhando as evoluções do setor automotivo. Com acesso instantâneo a suporte 24 horas por dia, 7 dias por semana, os usuários se beneficiarão de uma redução significativa do estresse e da ansiedade associados a imprevistos com o veículo, ao mesmo tempo em que serão capacitados a tomar decisões mais informadas e conscientes sobre a manutenção de seus veículos. Essa abordagem holística promete transformar a maneira como os proprietários de veículos interagem com seus carros, oferecendo uma experiência automotiva mais

tranquila, confiável e agradável, em sintonia com as demandas e expectativas dos tempos modernos.

### **1.1. JUSTIFICATIVAS**

A realização desse projeto é justificada pela importância de desenvolver uma nova solução para problemas com automóveis, centrando-se em ajudar os proprietários de automóveis com pouco conhecimento sobre automóveis, a simplificar a manutenção automóvel e a fornecer informações fáceis e fiáveis.

Esta iniciativa, baseia-se na utilização de inteligência artificial (IA) para fornecer diagnóstico precoce, histórico de reparação, recomendar oficinas adequadas e lembretes de cuidados preventivos, tudo de forma única e estabelecida. A relevância desta investigação reside na sua abordagem abrangente, que visa mudar a forma como os proprietários de automóveis interagem com os seus automóveis.

Com foco na precisão, acessibilidade e usabilidade, a solução proposta promete preencher uma lacuna importante no mercado, fornecendo uma ferramenta eficiente e independente para resolver esses diversos problemas dos automóveis.

Desta forma, este projeto não só pretende preencher uma lacuna no mercado automóvel, mas também promover uma mudança significativa na forma como os proprietários de automóveis lidam com a manutenção dos seus automóveis, proporcionando uma experiência de condução agradável para todos.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver um aplicativo que permita auxiliar na identificação e solução para dúvidas ou adversidades automotivas, por meio da descrição do problema e modelo do veículo, para oferecer sugestões de locais capacitados para solucionar o problema.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma inteligência artificial (IA) capaz de pré-diagnosticar problemas no veículo do usuário com base na descrição dada.
- Criar app que incorpora a IA para auxiliar o usuário a encontrar a oficina que melhor atende suas necessidades. Auxiliando as oficinas na captação de clientes.
- Estabelecer uma avaliação dos usuários em relação à interação com o *chat* da IA.
- Consolidar um banco de dados com informações sobre problemas mecânicos.
- Desenvolver uma ferramenta autônoma simples e intuitiva para que o usuário possa informar, salvar e visualizar informações e avaliações sobre seu carro e oficinas próximas.
- Integrar funcionalidades de geolocalização para ajudar os usuários a encontrar oficinas próximas com base em sua localização atual.

## 2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 2.1. TECNOLOGIAS

Neste capítulo, serão apresentadas as linguagens e ferramentas que serão utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo, abrangendo as partes de *back-end* e *front-end* do projeto. Para garantir uma solução robusta e eficiente, serão adotadas diferentes tecnologias.

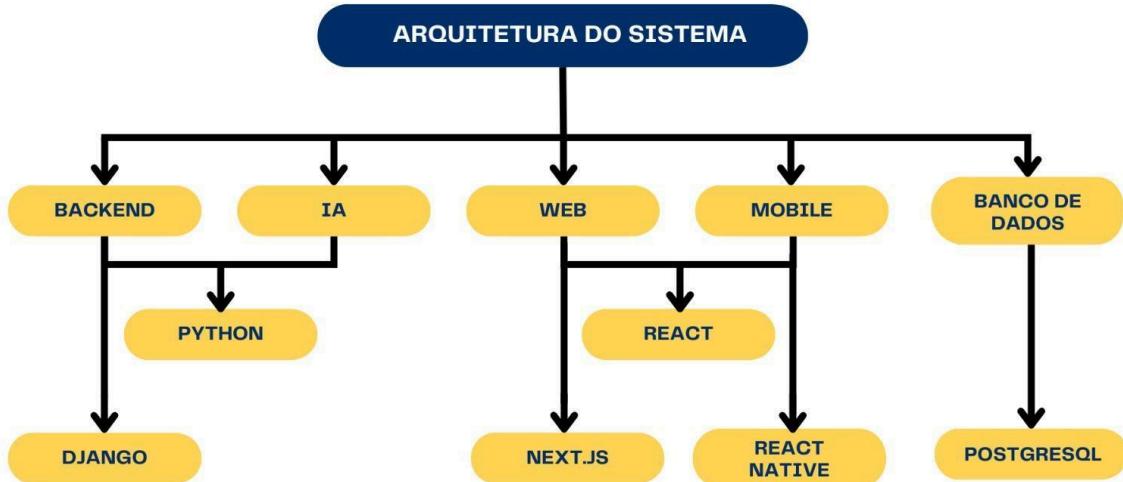
Para armazenamento e gerenciamento de dados, será utilizado o banco de dados PostgreSQL. Conhecido por sua robustez e confiabilidade, o PostgreSQL é essencial para manipular grandes volumes de dados, garantindo a integridade e segurança das informações.

No desenvolvimento do *back-end*, será utilizada a linguagem Python, juntamente com o *framework* Django, para criar a API que fornecerá as funcionalidades necessárias ao sistema. O Django é reconhecido por sua facilidade de uso, segurança e escalabilidade, tornando-o ideal para este projeto. Para o desenvolvimento da inteligência artificial, foram utilizadas bibliotecas da OpenAI (OpenAI Platform), enquanto as funcionalidades de geolocalização foram implementadas com o uso da biblioteca Geopy, que permite realizar geocodificação, conversão de coordenadas e cálculo de distâncias de forma eficiente (GeoPy 2.3.0 documentation).

Para o *front-end*, a linguagem escolhida foi JavaScript, em conjunto com o *framework* React. Esta combinação é fundamental para criar interfaces de usuário dinâmicas e responsivas, melhorando a experiência do usuário final por meio de componentes reutilizáveis.

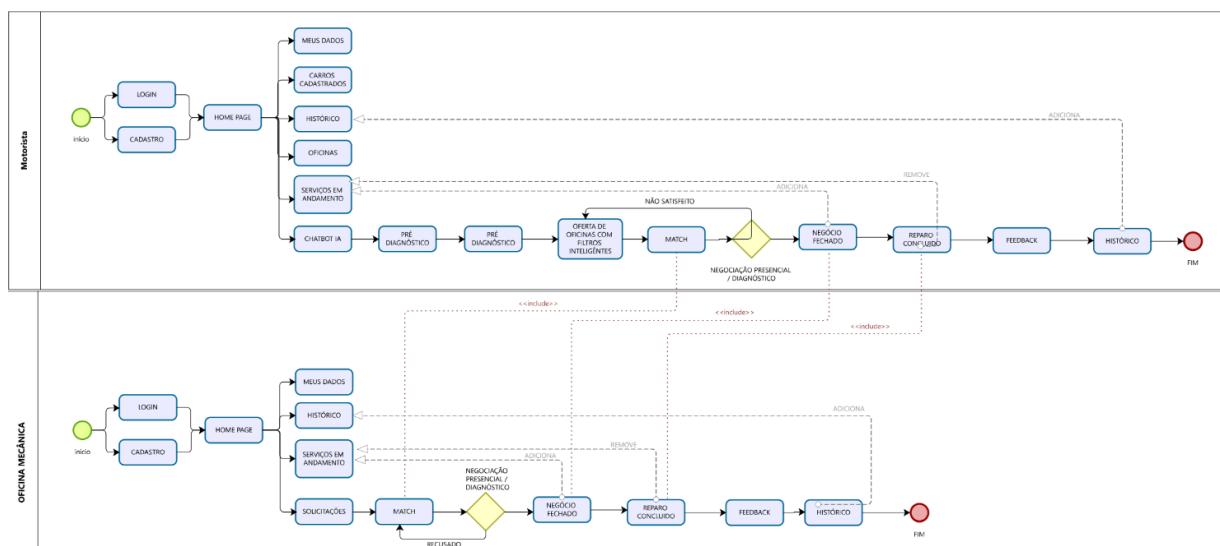
O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) selecionado foi o Visual Studio Code. Esta ferramenta é amplamente adotada por sua flexibilidade e extensa gama de extensões, que facilitam o desenvolvimento em diversas linguagens, incluindo Python e JavaScript, proporcionando um ambiente de codificação eficiente e personalizado.

Com essa combinação de tecnologias e ferramentas, é garantida uma solução integrada e eficiente para o desenvolvimento de sistemas, gestão de dados, criação de interfaces de usuário e controle de versões. Observe na figura 1 a arquitetura do sistema.

Figura 1 - [Arquitetura do Sistema](#)

## 2.2. DIAGRAMA DE CASO DE USO

Ao desenhar o projeto é crucial traçar a rota de uso do sistema, para isso, foi modelado um diagrama utilizando a notação BPMN para mapear a sequência de ações de acordo com o usuário e suas opções de interação com a aplicação. Mostrando então o caminho que o usuário segue para realizar uma determinada tarefa para alcançar um objetivo no sistema. No diagrama ilustrado na figura 2 é observado dois fluxos, um direcionado à rota do usuário “Motorista” e outro ao usuário “Oficina mecânica” que se conectam no decorrer do uso.

Figura 2 - [Diagrama BPMN](#)

Além disso, foi elaborado um diagrama de caso de uso figura 3, que consiste em uma ferramenta usada na engenharia de software para representar a interação entre um sistema e seus usuários. Contém atores, que são entidades externas que interagem com o sistema, e casos de uso, que descrevem as funcionalidades relevantes para o usuário, sendo o mais adequado para projetos comerciais. Portanto, este diagrama se refere às ações que um usuário realiza ao interagir com um site, aplicativo ou qualquer sistema digital.

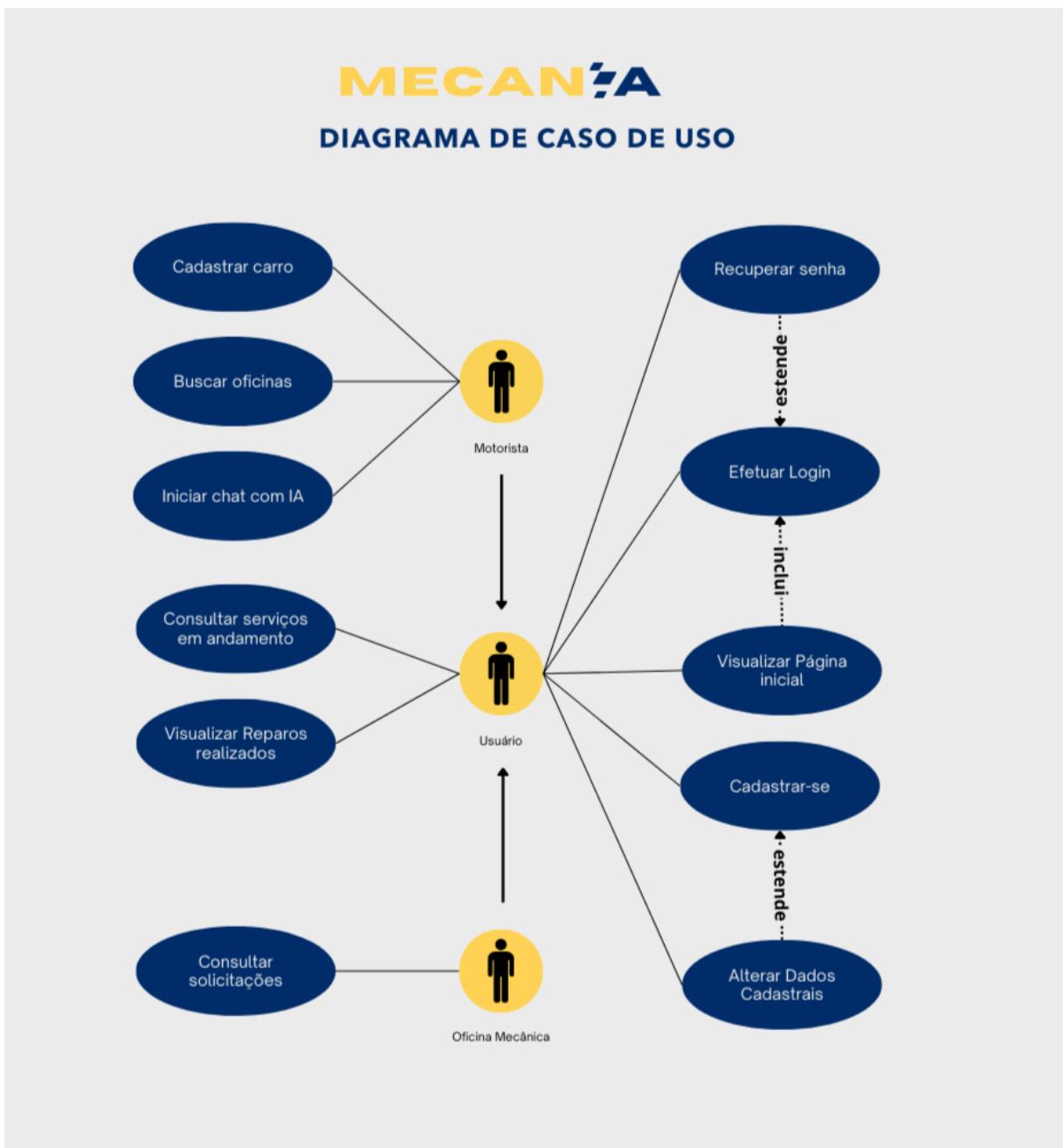


Figura 3 - [Diagrama de Caso de Uso](#)

### 2.3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MODELAGEM

No presente capítulo, serão detalhadas as especificações técnicas de modelagem do sistema, abordando a estrutura no padrão UML onde campos com “?” significam que podem ser nulos e os tipos dos campos exibidos logo ao lado, além dos relacionamentos entre as principais entidades no banco de dados. A modelagem foi cuidadosamente planejada para atender às necessidades de diferentes tipos de usuários, como motoristas e oficinas, garantindo uma interação eficiente e fluida entre eles. Serão apresentadas as tabelas que compõem o sistema, as cores em destaque, que foram definidas para a distinção de cada objeto, demonstrando como os dados são armazenados e inter-relacionados para permitir funcionalidades como o gerenciamento de veículos, comunicação com inteligência artificial, recomendação de serviços, e avaliação de prestadores. Essa estrutura visa proporcionar uma experiência de usuário otimizada, desde a identificação de problemas até a conclusão e avaliação de reparos.

De acordo com a figura 4 é ilustrado as duas tabelas onde ficam armazenadas as informações de usuários (“users\_user”) e veículos (“vehicles\_vehicle”). Os motoristas informam seus veículos que ficam relacionados pelo campo da tabela de veículos “user\_id”.

users_user		vehicles_vehicle	
• id	BIGINT	• id	BIGINT
• first_name	VARCHAR(255)	• user_id	BIGINT
• last_name	? VARCHAR(255)	• brand	VARCHAR(100)
• username	VARCHAR(30)	• model	VARCHAR(100)
• email	VARCHAR(254)	• year	INTEGER
• password	VARCHAR(128)	• mileage	INTEGER
• is_superuser	BOOLEAN	• license_plate	VARCHAR(10)
• phone_number	? VARCHAR(25)	• chassis_number	VARCHAR(17)
• fiscal_identific...	? VARCHAR(18)	• transmission	VARCHAR(100)
• avatar_url	? VARCHAR(100)	• fuel_type	VARCHAR(100)
• is_ai	BOOLEAN	• cylinder_count	INTEGER
• is_staff	BOOLEAN	• created_at	TIMESTAMP
• is_active	BOOLEAN	• updated_at	? TIMESTAMP
• last_login	? TIMESTAMP		
• created_at	TIMESTAMP		
• updated_at	? TIMESTAMP		

Figura 4 - Tabela de Usuários/Veículos

Na figura 5, é possível analisar onde são mantidos todos os serviços prestados pelas oficinas (“services\_service”), sendo que cada serviço faz parte de uma categoria que a IA define e assim escolhe as melhores oficinas para o caso. Além disso, a tabela de endereços (“addresses\_address”), que armazenam o endereço da oficina.

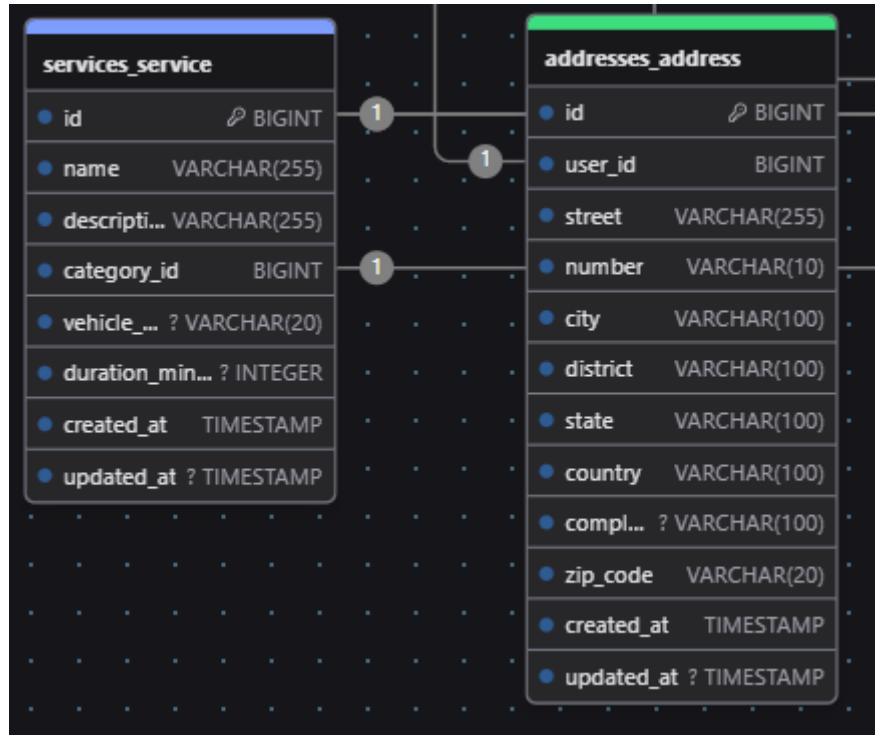


Figura 5 - Tabelas de Endereços/Serviços

A figura 6 refere-se que ao utilizar a ferramenta MecanIA, o motorista relata seu problema no *chat* com a IA. A tabela “chat\_issue” refere-se aos problemas identificados pela IA. A tabela “chat\_groupmessage” são as mensagens trocadas no chat mencionado pelo campo “chat\_group\_id”. E, por fim, a tabela “chat\_chatgroup\_members”, relaciona os membros e os *chats*.

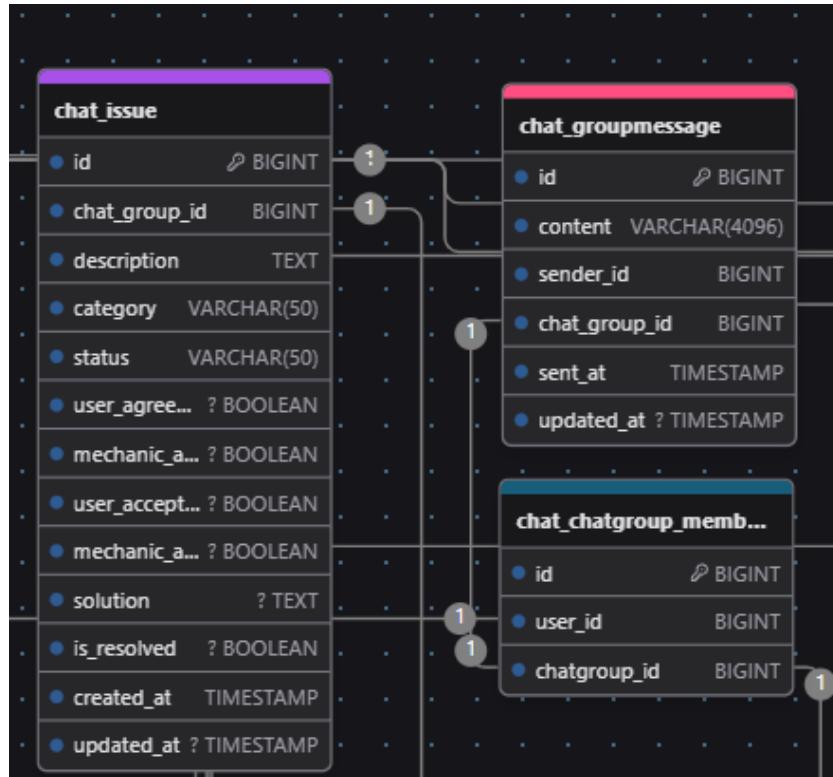


Figura 6 - Tabelas de Chat/Mensagens/Membros

A figura 7 mostra como o sistema controla as permissões de cada usuário pelas tabelas “auth\_group” que tem cadastrados os tipos de usuários (inicialmente *Driver*, *Mechanic* e *IA*) e “users\_user\_groups” que associa o tipo do usuário com o usuário. E a tabela “chat\_chatgroup” reúne os dados do chat como título, a qual carro está vinculado entre outros.

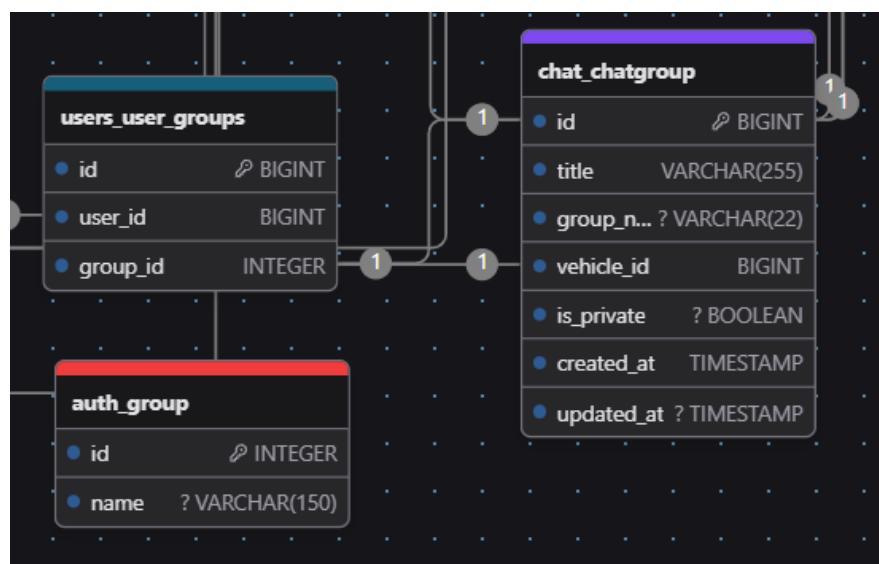


Figura 7 - Tabelas de Grupos/Chat/Perfis

Assim como mostrado na figura 8, o banco de dados conta com uma tabela para as recomendações de serviços para o motorista (“chat\_recommendation”), as categorias de cada serviço com nome e descrição (“services\_category”) e outra que relaciona os serviços com os usuários(“users\_user\_services”), representando assim o que cada oficina presta de serviço e, por fim, um tabela para armazenar as avaliações dos motoristas (“ratings\_rating”) em relação aos serviços prestados pela oficina.

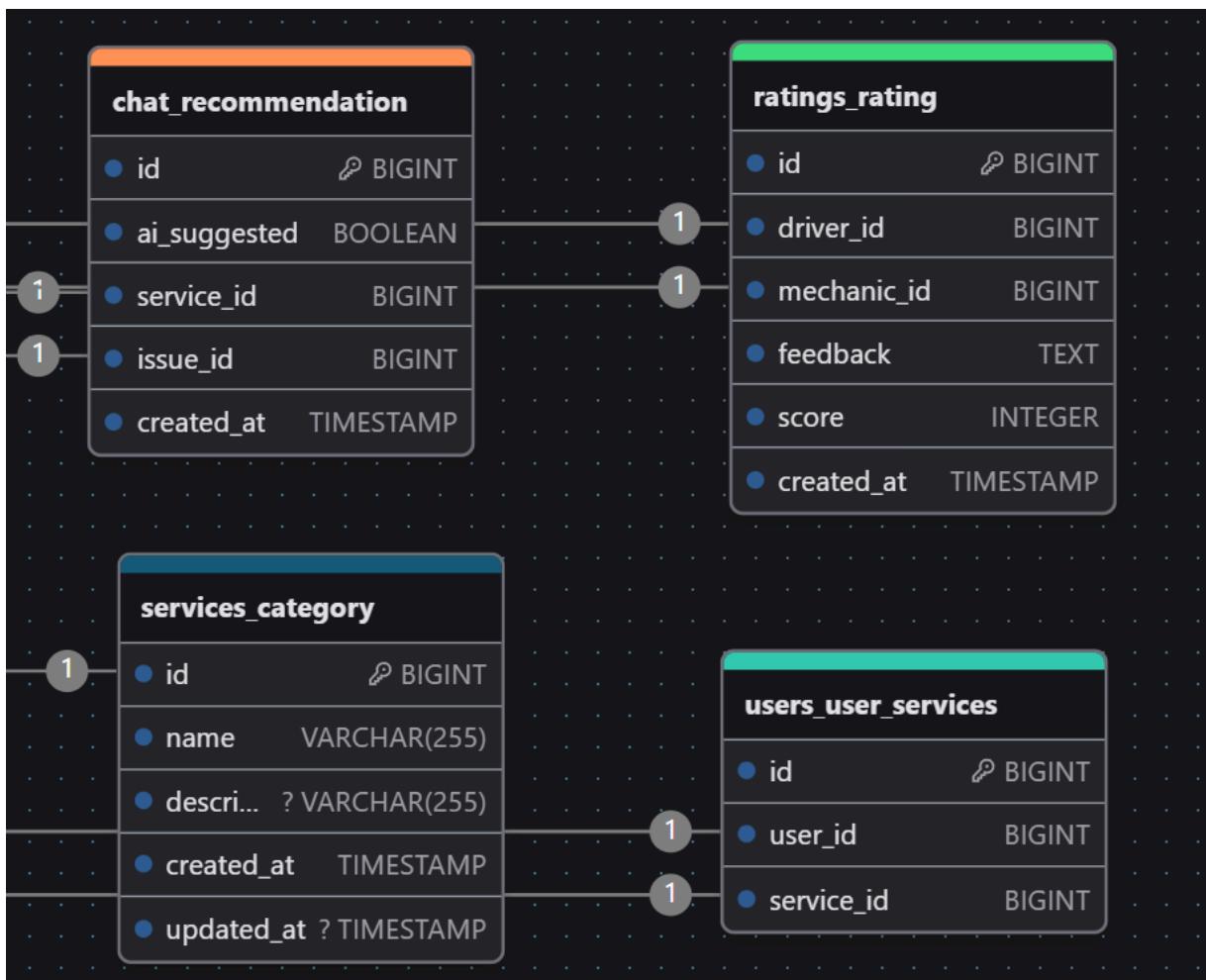


Figura 8 - Tabela Recomendações/Categorias/Feedbacks/Serviços-Usuário

Representado na figura 9, está a tabela que armazena os feedbacks do motorista em relação ao desempenho e satisfação com a IA (“ratings\_airating”), o restante das tabelas são utilizadas para guardar as informações de chat (“chat\_requestgroup”) e mensagens (“chat\_requestgroupmessage”) entre o motorista e a oficina.

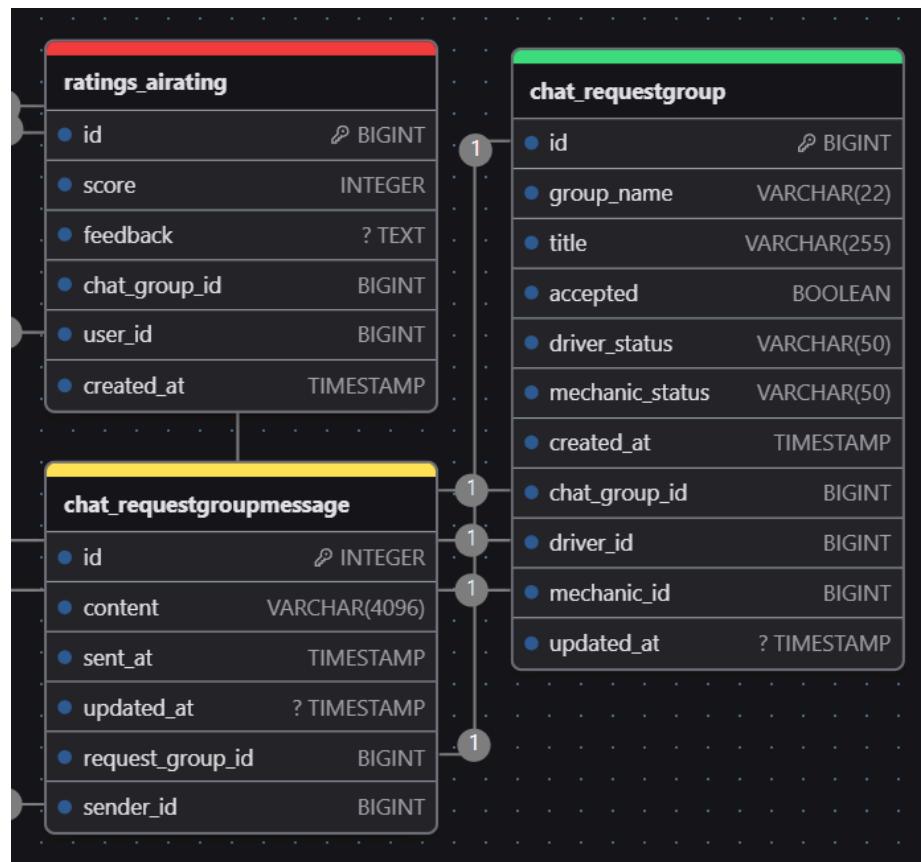


Figura 9 - Tabela Feedback IA/Chat Mechanic-Driver

Por fim, na figura 10 está o esquema do banco de dados com todas as tabelas relacionais.

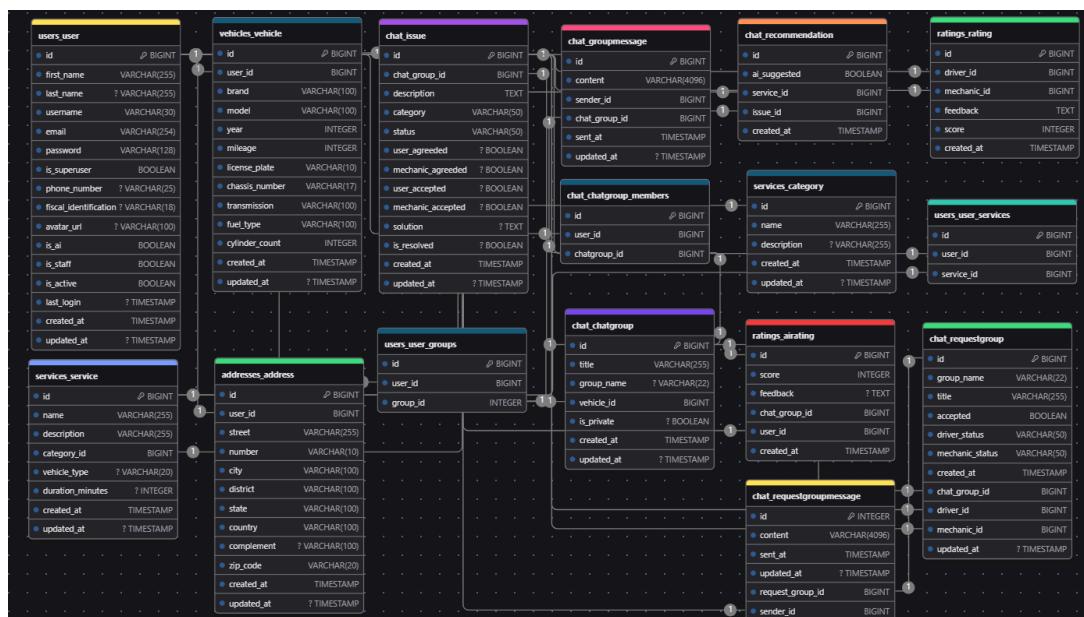


Figura 10 - [Diagrama](#) - Modelo de entidade relacional

## 2.4. CONSTRUÇÃO E USO DO DATASET

Uma das etapas fundamentais do presente trabalho foi a criação de um dataset especializado que serve de instrumento para capacitação da Inteligência Artificial, contendo dados fictícios relacionados a necessidades automotivas dos usuários e suas respectivas classificações.

Como a IA direciona o tipo de atendimento automotivo, foram definidas classes de problemas automotivos, a partir de uma pesquisa aprofundada, resultando em 12 categorias principais de reparo. Para cada classe adicionamos subcategorias relacionadas que são utilizadas no sistema quando um usuário do tipo Oficina Mecânica cadastrar seus serviços. Observe na lista abaixo as classes de classificação sendo as categorias listadas numericamente, e suas respectivas subcategorias de serviços prestados:

### 1. Estética automotiva

- Lavagem completa (interna e externa)
- Enceramento e cristalização
- Hidratação de couro
- Higienização de ar-condicionado
- Remoção de manchas e odores

### 2. Funilaria e pintura

- Reparos em amassados
- Repintura total ou parcial
- Polimento e espelhamento
- Remoção de riscos
- Aplicação de película protetora (PPF)

### 3. Reparos Mecânicos

- Motor (conserto e substituição de peças)
- Sistema de freios
- Embreagem
- Transmissão (automática e manual)
- Sistema de escapamento
- Sistema de arrefecimento (radiador, bomba d'água, termostato)

### 4. Diagnóstico e Eletrônica Automotiva

- Leitura de códigos de erro (scanner OBD)

- Reparos em sistemas elétricos
- Diagnóstico de sensores e atuadores
- Reparação de módulos eletrônicos
- Programação de chave e imobilizadores

#### 5. Reparos em Pneus

- Calibragem e balanceamento
- Troca de pneus
- Reparo de furos e cortes
- Alinhamento de rodas

#### 6. Acessórios e Customização

- Instalação de som e multimídia
- Adição de películas e insulfilm
- Troca de faróis e lanternas (xênon, LED)
- Acessórios externos (spoilers, aerofólios)
- Customização de rodas

#### 7. Reparos de Sistema de Ar-Condicionado

- Recarga de gás
- Manutenção de compressores
- Troca de filtros e dutos
- Limpeza e higienização do sistema

#### 8. Troca e Reparos de Vidros

- Substituição de para-brisas
- Reparação de trincas e fissuras
- Aplicação de película protetora

#### 9. Suspensão e Direção

- Troca de amortecedores
- Substituição de molas
- Manutenção em caixa de direção
- Ajuste de barra estabilizadora

#### 10. Sistema de Injeção Eletrônica

- Limpeza de bicos injetores
- Manutenção do sistema de combustível
- Reparação de bombas de combustível

#### 11. Reparos em Transmissão

- Troca de óleo de transmissão
- Manutenção de caixas de câmbio
- Reparos em câmbios automáticos

## 12. Sistema de Escape

- Reparos no catalisador
- Substituição de silenciosos
- Manutenção de tubos de escape

Com as classes definidas demos início a montagem do dataset. O dataset foi elaborado com o auxílio de uma planilha compartilhada, na qual foram gerados 26 *prompts* para cada classe, totalizando 312 perguntas com suas respectivas classificações. Assim, o arquivo completo foi convertido para o formato JSON, inserido no ChatGPT Playground e processado internamente em um banco de dados vetorial, organizado em *chunks* (partições de dados agrupadas pelo mecanismo interno da ferramenta).

## 2.5. POPULAÇÃO DA TABELA DE OFICINAS MECÂNICAS

Após a Inteligência artificial responder a requisição da API, temos uma classificação para o *prompt* enviado dirigindo o problema à categoria de serviço. Então dentro do banco de dados, é realizada uma busca pelas oficinas mecânicas que correspondem a classe. Para provar que o software realiza tal função foi necessário o preenchimento da tabela de Oficinas Mecânicas, mas uma vez que o trabalho esteja em cenário de produção as próprias oficinas mecânicas fazem o cadastro no sistema. Os membros criaram uma planilha compartilhada buscando no Google oficinas mecânicas de Curitiba e região, a qual foi preenchida com as informações de nome, CNPJ, e-mail, categorias de serviços, endereço, telefone, site, confiabilidade (1-5 estrelas). Inicialmente a planilha continha mais de 200 registros, porém o CNPJ é um dado de difícil apuração que resultou em 120 oficinas mecânicas, às quais foram cadastradas manualmente pela interface de administrador. Em seguida, para cada oficina cadastrada foi necessário realizar o cadastro dos serviços relacionados, assim foram criadas *queries* no SQL Editor atribuindo ao id da oficina os ids de suas respectivas subcategorias, conforme documentado na figura 11.

The screenshot shows a SQL Editor interface with a dark theme. On the left is a sidebar with icons for home, templates, quickstarts, shared, favorites (1), private (9), and several other scripts. The script in the main area is titled "Insert User Services" and contains the following SQL code:

```
1 WITH
2   user_services AS (
3     SELECT
4       142 AS user_id,
5       UNNEST(ARRAY[3, 4, 5, 6, 11, 12, 10, 16, 18]) AS service_id
6     UNION ALL
7     SELECT
8       143 AS user_id,
9       UNNEST(ARRAY[]) AS service_id
10    UNION ALL
11    SELECT
12      144 AS user_id,
13      UNNEST(ARRAY[]) AS service_id
14  )
15  INSERT INTO
16    users_user_services (user_id, service_id)
17  SELECT
18    usr.user_id,
19    usr.service_id
20  FROM
21    user_services AS usr;
```

Figura 11 - [Script para atribuição de subcategorias](#)

### 3. ESPECIFICAÇÕES E DIRETRIZES DA IDENTIDADE VISUAL

Neste capítulo é abordado o manual da marca, *brainstormings* geradores de ideias que posteriormente foram formalizados para servir de diretriz de identidade visual parametrizando o design do projeto. Complementarmente reforçando a imagem da marca para com o público.

#### 3.1. ÁRVORE DE IDEIAS

Foi utilizada a ferramenta Canva onde foi criado um arquivo compartilhado chamado “árvore de ideias” que surgiu na segunda reunião de orientação quando os membros buscavam centralizar todas as possíveis ideias acerca do software. Posteriormente, os membros buscaram filtrar as ideias plausíveis de aplicação durante o projeto de conclusão de curso.

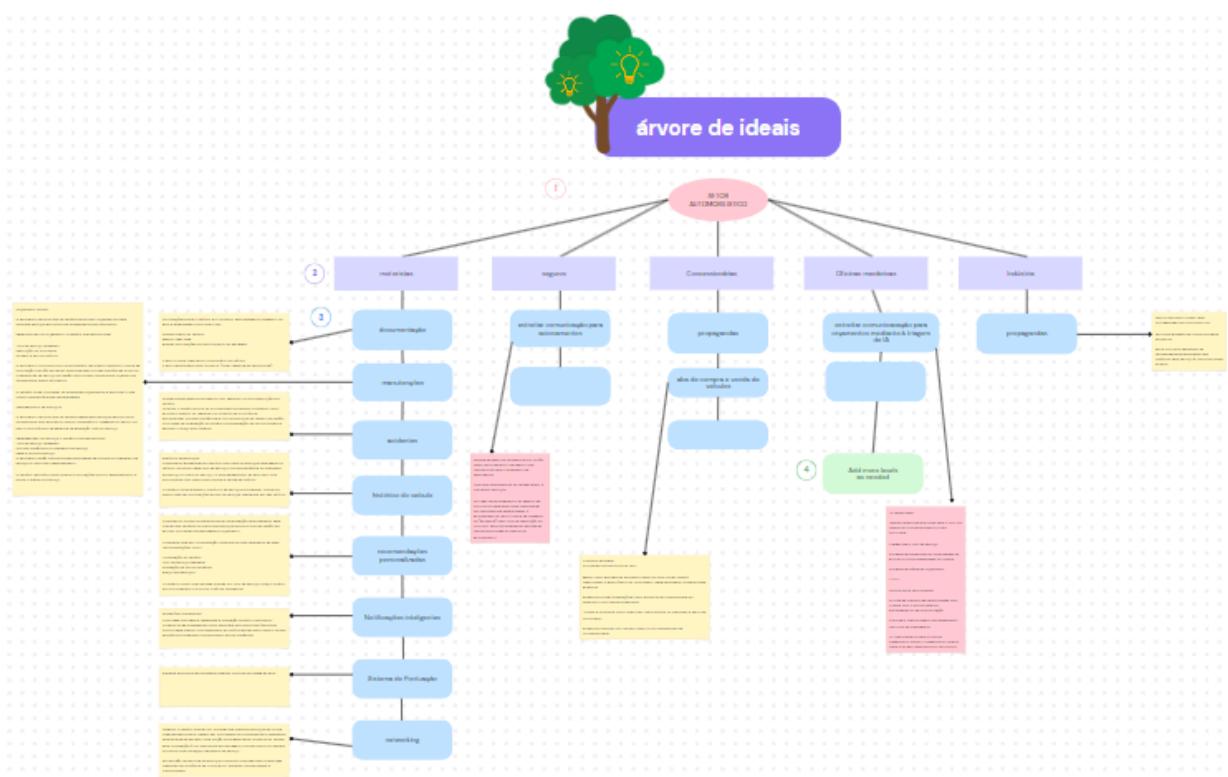


Figura 12 - [Árvore de Ideias](#)

### 3.2. DIRETRIZES DE IDENTIDADE VISUAL

Por meio de técnicas criativas como *brainstorming*, *design thinking*, entre outros, foi desenvolvida a parte visual do projeto, dando nome, logo, tipografia, personalidade e elementos visuais. Formalizando, por fim, um documento que serve de guia para qualquer recurso gráfico produzido.

- **Nome:** “MecanIA”, é a junção das palavras Mecânica com a sigla IA (inteligência artificial). Sintetiza o objetivo principal de fornecer uma IA capacitada com conhecimentos mecânicos ao motorista.
- **Personalidade da marca:** Popular, moderna, confiável e amigável.
- **Cores:** Azul (tecnologia), Amarelo (inovação), Cinza (confiança), Branco e Preto.
- **Logo:** engrenagem de duas cores entrelaçadas. Engrenagem simboliza o setor automotivo enquanto as cores azul e amarelo remetem a conectividade das oficinas mecânicas e nossa inteligência artificial que viabiliza o contato entre os dois perfis de usuários mapeados, oficinas mecânicas (prestadores de serviço) e motoristas (clientes). Além disso, há também a estilização da letra “i” na logo principal incorporando o elemento visual quadriculado.
- **Elementos visuais:** quadriculado similar às bandeiras utilizadas na identidade visual de fórmula 1 remetendo a agilidade que nosso software propõe para o fluxo de busca e seleção de prestadores de serviço do ramo de reparos automotivos. Linhas maleáveis, remetendo as pistas de fórmula 1.
- **Tipografia:** escolha de pelo menos 6 fontes.

No mesmo documento é formalizada também a ideia central do app esclarecendo quem é o público alvo e qual dor o projeto busca sanar. Por fim, é evidenciada e numerada as etapas de uso do software, que busca evidenciar o diagrama de caso de uso do público alvo.

**MECANIA**  
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL VIABILIZANDO SERVIÇOS MECÂNICOS

**PALETA DE CORES**

#002F1B	#FFD400	#7085A1	#FFFFFF	#007070
---------	---------	---------	---------	---------

**SOBRE**

MECANIA É UMA APLICAÇÃO PLURAL, QUE BUSCA DEMOCRATIZAR O CONHECIMENTO MECÂNICO AFIM DE COENCTAR O PRESTADOR DE SERVICO ADEQUADO PRA O REPARO IDENTIFICADO, DADO QUE MOTORISTAS ATUAIS VEM SEU CARRO NO COTIDIANO, EM PARALELO COM O USO DE UM ELETRODOMÉSTICO.

NOTAMOS A FALTA DE ENTROZAMENTO COM A TECNICIDADE DA TECNOLOGIA VEICULAR QUE DISPÓE, E OS PROBLEMAS ENFRONTADOS PELOS USUÁRIOS QUANDO PRECISAM DE ALGUM REPARO, QUE É IMENENTE QUE OCORRA TENDO A PREMISSE DE QUE POSSUAM AUTOMÓVEL.

O PRESENTE ESTUDO TEM COMO OBJETIVO O DESENVOLVIMENTO DE UMA SOLUÇÃO PARA DESTRINCHAR PROBLEMAS AUTOMOTIVOS AUXILIANDO OS PROPRIETÁRIOS DE VEÍCULOS, SIMPLIFICANDO A MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA.

AO SE CONCENTRAR NA PRECISÃO, ACESSIBILIDADE E USABILIDADE, PARA LIDAR COM DIVERSOS PROBLEMAS DE MANEIRA EFICIENTE E AUTÔNOMA. NOSSA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL BUSCA FORNECER PRE-DIAGNÓSTICOS PRA O SOFTWARE GERÊNCIA O CONTATO DE CLIENTE E PRESTADOR DE SERVICO, HISTÓRICO DE MANUTENÇÕES, RECOMENDAÇÕES DE OFICINAS QUALIFICADAS.

ESSA ABOARDAGEM HOLÍSTICA PROMETE TRANSFORMAR A MANEIRA COMO OS PROPRIETÁRIOS DE VEÍCULOS INTERAGEM COM SEUS CARROS, PROMOVENDO UMA EXPERIÊNCIA AUTOMOTIVA CONFIÁVEL E AGRADEÁVEL.

**PERSONALIDADE DA MARCA**

POLUAR MODERNA CONFIÁVEL AMIGÁVEL

**TIPOGRAFIA**  
**TIPOGRAFIA**  
**TIPOGRAFIA**  
**TIPOGRAFIA**  
**TIPOGRAFIA**

**ÍCONE**

**SOFTWERE USAGE STEPS**

- 1 LOGIN**  
ENTRADA DE DADOS DO USUÁRIO NO APLICATIVO. SENDO ELE MOTOTRISTA OU OFICINA.
- 2 CHATBOT**  
USUÁRIO DESCRVE SEU PROBLEMA; IA EVOLUE A CONVERSA, FAZENDO QUESTÕES PARA MELHORAR A PRECISÃO DO USUÁRIO; FAZ O PRÉ DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA ENFRONTADO.
- 3 OFERTA**  
SOFTWARE OFERECE OPÇÕES DE SERVIÇOS DIANTE DO PROBLEMA PRÉ DIAGNOSTICADO PREZANDO A NECESSIDADE DO CLIENTE, DISPONIBILIZANDO FILTROS COMO QUALIDADE, LOCALIDADE, AUTORIZADO...
- 4 MATCH**  
CLIENTE SELECIONA PERFIS DE PRESTAÇÃO DE SERVICO QUE O INTERESSAM. RELATÓRIO DO PRÉ DIAGNÓSTICO É ENVIADO AO PRESTADOR DE SERVICO QUE TEM SAI PARA DAR UMA RESPOSTA.
- 5 NEGÓCIO FECHADO**  
QUANDO UMA OFICINA SELECIONADA RESPONDE O CLIENTE, É APRESENTADO OS DADOS DE CONTACTO DO PRESTADOR DE SERVICO ASSIM PODER ENCARNHAR O ENCONTRO PRESencial, QUE VARIAM DE HORARIO DO DIAGNÓSTICO, E PRESENCEMENTE QUESTÕES COMO PAGAMENTO, PREVISÃO DE ENTREGA SÃO DISCUSSOES.
- 6 REPARO**  
QUANDO O CLIENTE ESCOLHEU A OFICINA QUE LHE TRAGA E SAI DA INÍCIO DO REPARO, DENTRO DO APP É DISPONIBILIZADO O STATUS DO REPARO BEM COMO AS INFORMAÇÕES RESGATADAS ATÉ O MOMENTO.
- 7 AVALIAÇÃO**  
FINALIZADO O REPARO O CLIENTE SE DIRIGE ATÉ A OFICINA QUE LHE TRAGA E SAI DA INÍCIO DO REPARO, CONCLUIDO CLIENTE E OFICINA DIVERM PREENCHER O TOKEN, QUE EM SEGUIDA APRESENTA A TELA DE AVALIAÇÃO.
- 8 HISTÓRICO**  
NO APP DO CLIENTE, É FEITO O HISTÓRICO DE SERVIÇOS REALIZADOS NO VEÍCULO, POSTERIORMENTE SERVE COMO DOCUMENTO PARA VENDA E COMPRA.

Figura 13 - MecanIA - [Manual da marca](#)

## 4. DESENVOLVIMENTO *FRONT-END*

Neste capítulo, são abordados os métodos utilizados para esboçar e concretizar o desenvolvimento das telas, assim como o descritivo destas, para que fique claro o uso do aplicativo.

### 4.1. PROTOTIPAÇÃO

Para dar início à programação visível ao usuário final (*front-end*) do projeto, a equipe realizou uma análise de mercado, que consistiu em pesquisar aplicativos consolidados no mercado que contêm funções específicas semelhantes às que pretendiam aplicar. Dada a análise de telas parecidas com aplicativos de longa data, aproveitando o trabalho de UI/UX realizado pelas empresas que visa garantir que as telas, até o momento, funcionem de forma agradável ao usuário. Garantiram também certa familiaridade e facilidade de uso no caso de o usuário possuir ambos os aplicativos.

Os aplicativos de estudo de mercado contam com o iFood, que se correlaciona com a solução proposta, onde a equipe acatou ideias de listagem de serviços, filtragem de serviços, entre outros elementos. Outros casos de estudo foram os aplicativos como Webmotors e Uber, que são do ramo automobilístico, visando entender quais dados dos usuários são importantes para eles e por quê. Assim, foi possível distinguir quais dados seriam relevantes aplicar inclusive em camadas como a modelagem do banco de dados. Foi observado também as escolhas gráficas, como cores, ícones, entre outros, dispostos nos aplicativos de estudo.

Para sintetizar as ideias, os membros fizeram a prototipação das telas de forma artesanal, com papel e lápis e posteriormente escaneando. Enumeraram cada tela proposta para contabilizar a quantidade de telas de desenvolvimento e a trajetória do usuário ao utilizar a aplicação. Os desenhos contêm explicações escritas ao lado das telas, bem como a tipagem de alguns campos e ideias de animações que podem ser utilizadas. Além disso, a etapa de prototipação contou com a sugestão de sites para auxiliar o desenvolvimento, como APIs que enriquecem o preenchimento no cadastro de dados.

A figura 14 mostra a relação da prototipação realizada após escaneada e adicionada ao arquivo compartilhado entre os membros.

#### PROTOTIPAÇÃO

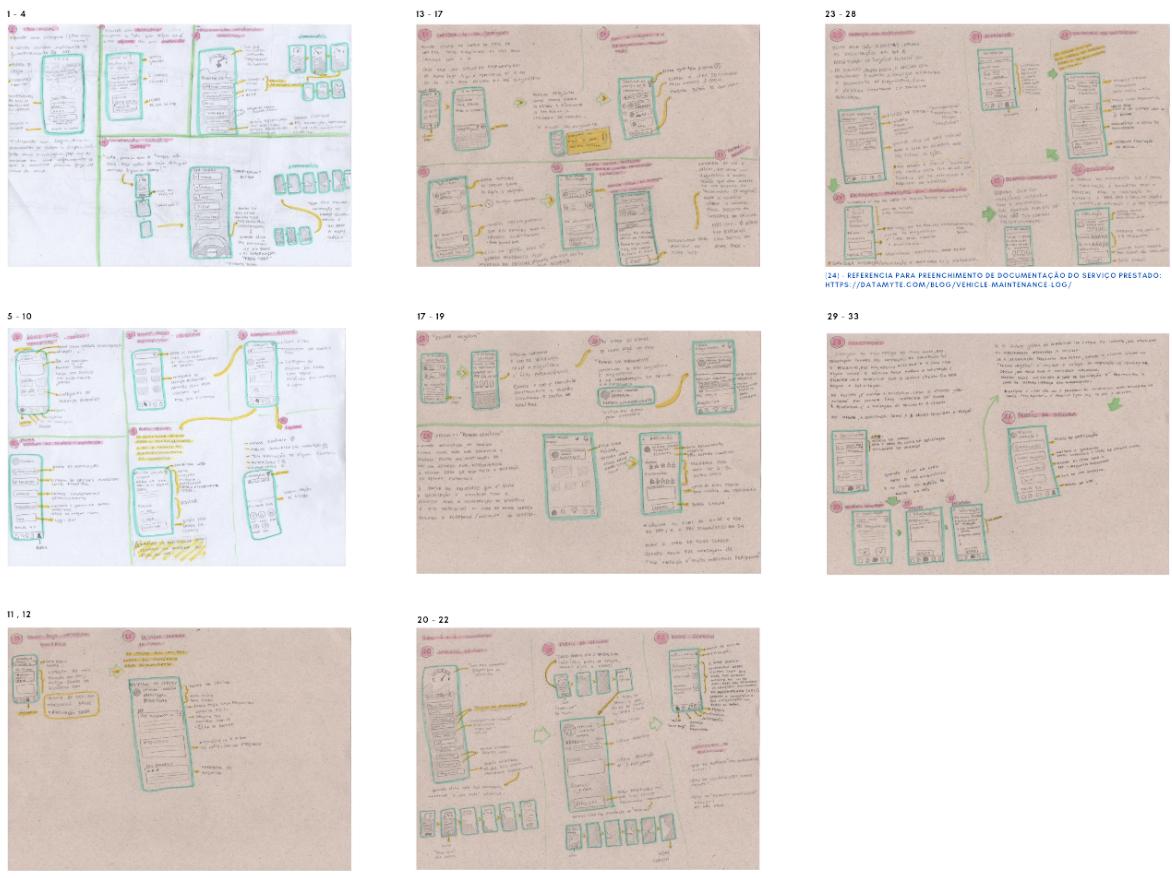


Figura 14 - Prototipação das telas - [Prototipação](#)

## 4.2. TELAS DE DESENVOLVIMENTO FRONT-END

Dada a prototipação, foi iniciada a etapa de desenvolvimento das telas. Neste capítulo são abordadas todas as telas desenvolvidas, sua função e detalhes adicionais.

### 4.2.1. FLUXO GERAL

A figura 15 ilustra a tela de Login que tem objetivo de verificar se o usuário já existe para acessar as funções do aplicativo de acordo com os dados cadastrados previamente mantendo um histórico seguro do uso do app. Este processo é o

mesmo para as contas do tipo admin, motorista e mecânico. Nesta tela é esperado que o usuário preencha os campos dispostos com suas credenciais de acesso. Caso o usuário tenha esquecido sua senha, pode clicar em “Esqueceu a senha” localizado abaixo da caixa de texto senha, onde será redirecionado para a tela de “recuperação de senha”. Caso não tenha uma conta ativa, o usuário pode cadastrar seus dados e criar a conta clicando em “Registrar” abaixo do botão “Entrar”, sendo redirecionado para a tela de cadastro. A tela contempla a logo do aplicativo, uma caixa de texto para inserção do e-mail ou nome do usuário, seja ele a oficina ou o motorista. Abaixo tem-se uma caixa de texto destinada a senha, que é protegida com a representação de asteriscos. Além disso, no botão de senha há um ícone de olho à direita possibilitando a consulta da senha que foi digitada. Ao clicar no botão “Entrar” o usuário é dirigido para a tela “home” dando acesso ao seu perfil, com seu histórico e às funções dispostas no aplicativo.

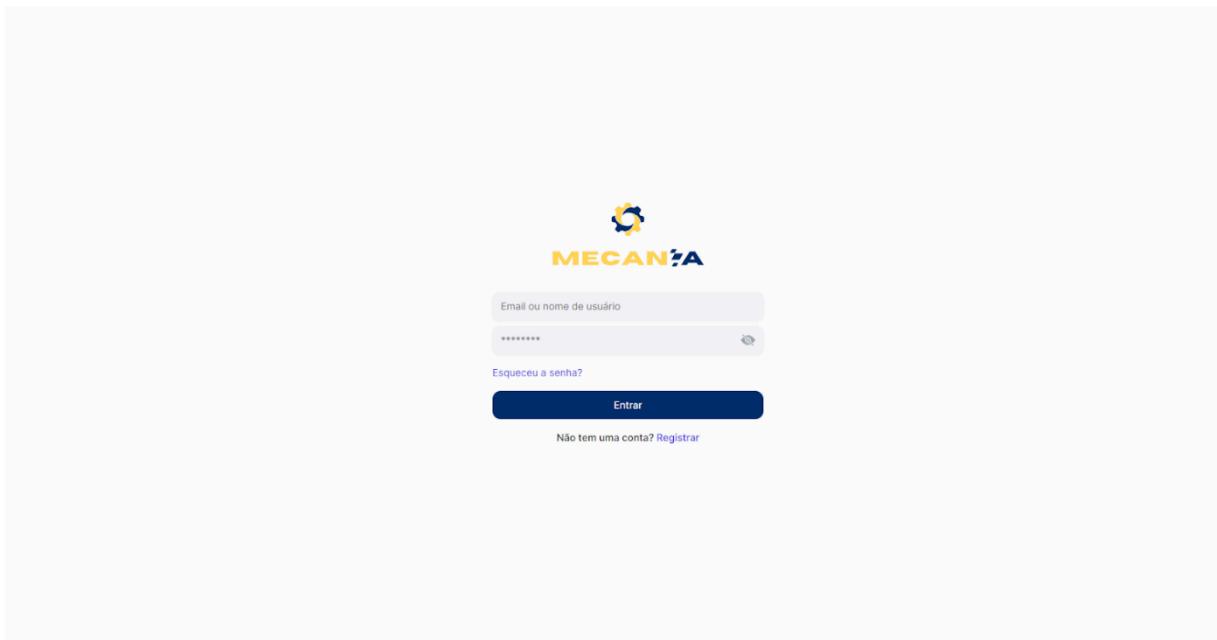


Figura 15 - Tela de Login

A figura 16 ilustra a tela de Redefinição de senha onde o usuário deve informar seu e-mail para que seja enviado um e-mail de redefinição de senha. Assim, quando voltar a tela de Login, após redefinir a senha mediante ao e-mail enviado, será possível o acesso ao aplicativo. A tela contempla a logo do aplicativo, uma caixa de texto para inserção do e-mail, seja ele a oficina ou o motorista, a instrução abaixo da caixa de texto “Por favor, insira seu endereço de e-mail para

redefinir sua senha.”, um botão “Redefinir senha” e a opção de voltar para a página anterior “Voltar para o login”. Quando o usuário pressiona o botão “Redefinir senha”, é alterado o conteúdo do botão para “Redefinição enviada!” e a instrução abaixo do campo de texto e-mail é alterada para “Se o e-mail estiver registrado, um e-mail de redefinição de senha será enviado”. Observe a alteração realizada mediante ao preenchimento do campo e clique no botão na figura 16.

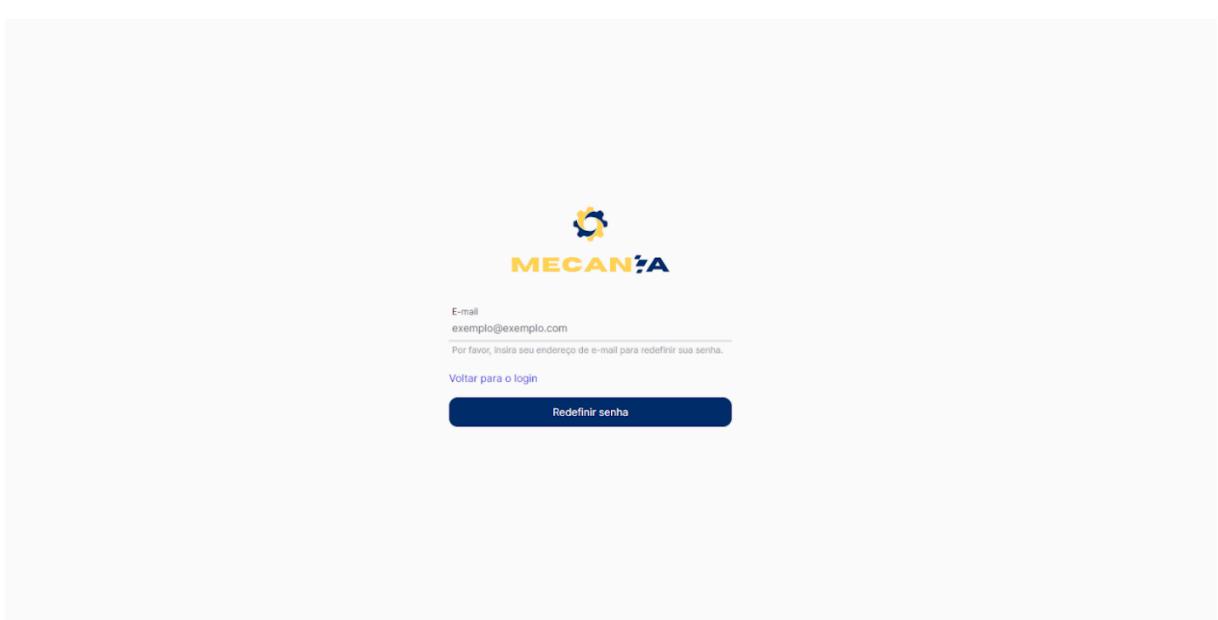


Figura 16 - Tela de Redefinição de senha

A figura 17 ilustra a resposta da interface mediante ao envio da solicitação de redefinição de senha.

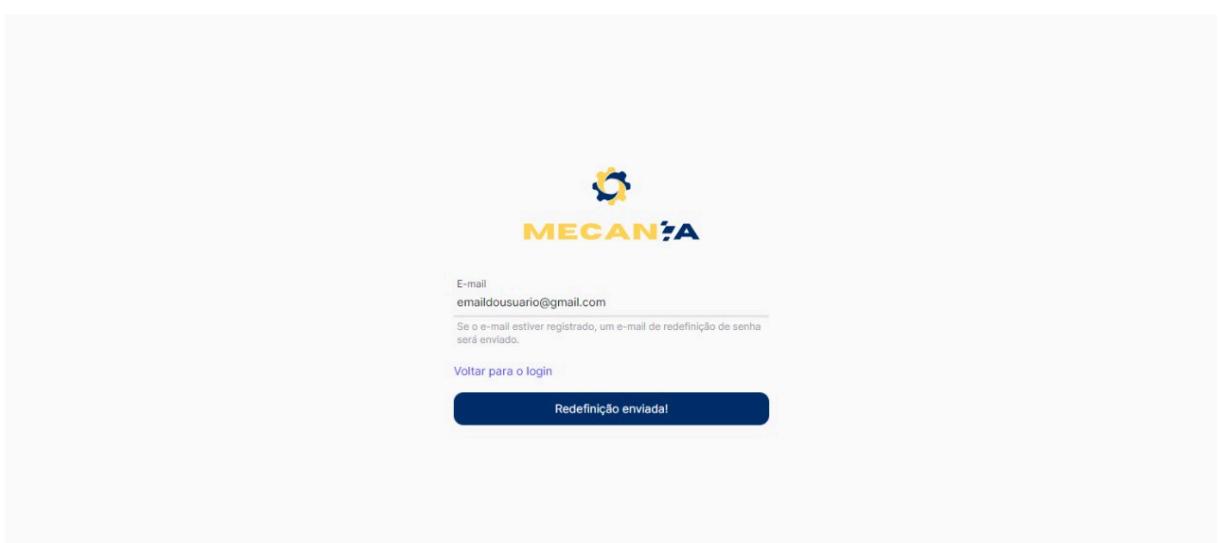


Figura 17 - Tela de Validação de Redefinição de senha

Caso o e-mail esteja cadastrado, será enviado um e-mail contendo uma nova senha para utilizar.

A figura 18 ilustra a tela de “Cadastro de Motorista”, onde o usuário deve preencher diversas informações para completar seu registro no sistema. A tela contém a logo do aplicativo na parte superior, seguida de caixas de texto para inserção dos dados pessoais do motorista. Os campos a serem preenchidos incluem nome, sobrenome, nome de usuário, e-mail, telefone, CPF, senha e confirmação da senha.

Cada campo possui uma etiqueta descritiva correspondente, orientando o usuário sobre o tipo de informação a ser inserida. Ao final da tela, encontra-se o botão "Registrar", que ao ser pressionado, valida as informações inseridas e efetua o cadastro no sistema. Abaixo do botão “Registrar” há uma instrução clara: “Já tem uma conta? Entrar” no qual encaminha para a tela de login representado na Figura 18.

Caso ocorra algum erro no preenchimento, como senhas não coincidentes ou CPF inválido, a tela exibe mensagens de erro próximas aos campos correspondentes, solicitando correção antes de permitir a conclusão do cadastro.

The screenshot shows a registration form for a 'Motorista' (Driver). At the top, there is a logo consisting of three overlapping circles in blue, green, and yellow, followed by the word 'MECANIA' in a stylized font. Below the logo, there are two tabs: 'Motorista' (selected) and 'Oficina'. The main area contains eight input fields: 'Nome' (Name), 'Sobrenome' (Last Name), 'Nome de usuário' (User Name), 'E-mail' (Email), 'Telefone' (Phone), 'CPF' (CPF), 'Senha' (Password), and 'Confirmar senha' (Confirm Password). Each field has a small eye icon to its right for password visibility. At the bottom of the form is a large blue 'Registrar' (Register) button. Below the button, the text 'Já tem uma conta? Entrar' (Already have an account? Enter) is displayed in blue, which is a link to the login page.

Figura 18 - Tela de Cadastro do motorista

A figura 19 ilustra a tela de Cadastro de Oficinas, onde o usuário deve informar os dados necessários para registrar uma nova oficina no sistema. A tela é composta por vários campos que precisam ser preenchidos adequadamente para concluir o cadastro. A primeira seção contém um campo de texto para o “Nome da Oficina”. Abaixo deste campo, há uma instrução clara: “Ao digitar o CNPJ, este campo será preenchido automaticamente (se vazio)”, orientando o usuário sobre a funcionalidade automática de preenchimento.

Em seguida os campos a serem preenchidos incluem “Nome de Usuário”, “E-mail”, “Telefone” e “CNPJ”, que devem ser preenchidos com as informações correspondentes da oficina. Na sequência, encontram-se dois campos para “Senha” e “Confirmação de Senha”, onde o usuário deve inserir e confirmar sua senha para garantir a segurança do acesso.

Ao final da tela, encontra-se o botão “Registrar”, que ao ser pressionado, valida as informações inseridas e efetua o cadastro no sistema. Abaixo do botão “Registrar” há uma instrução clara: “Já tem uma conta? Entrar” no qual encaminha para a tela de login representado na Figura 15.

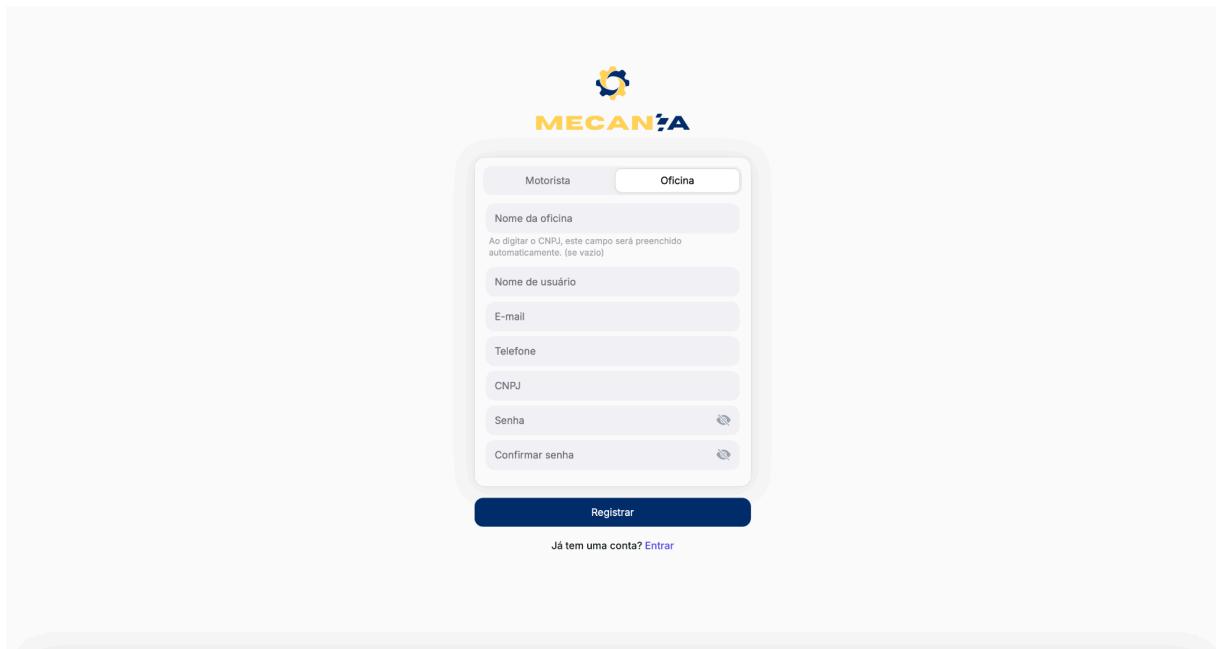


Figura 19 - Tela de Cadastro de oficina

A figura 20 representa a tela inicial do aplicativo MECANIA, que exibe um botão para alternar entre os modos claro e escuro, o botão “Início” para retornar à tela inicial caso esteja em outra página, e um ícone de usuário no canto superior

direito. Quando logado, o ícone exibe um popover com atalhos e a opção de sair; caso contrário, mostra um botão para entrar. A tela também inclui uma mensagem de boas-vindas com a descrição do aplicativo e um botão "Explore Agora" que incentiva a navegação.



Figura 20 - Home

#### 4.2.2. FLUXO DE MOTORISTA

Na figura 21 é mostrada a tela de “Meus Dados” e está estruturada como:

- **Barra Lateral Esquerda:**
  - **Meus dados:** A seção atualmente selecionada, onde o usuário pode editar suas informações pessoais.
  - **Endereços:** Uma seção para adicionar e gerenciar endereços (oficinas).
  - **Veículos:** Uma área para o usuário cadastrar e gerenciar seus veículos.
  - **Solicitações:** Uma seção onde o usuário pode ver e gerenciar suas solicitações ou pedidos.
- **Área Principal da Tela:**

Permite que o usuário atualize seus dados, como imagem de perfil, nome, sobrenome, nome de usuário, e-mail, telefone, cpf, senha, confirmar senha e por fim o botão salvar que atualiza caso alterada qualquer um dos campos.

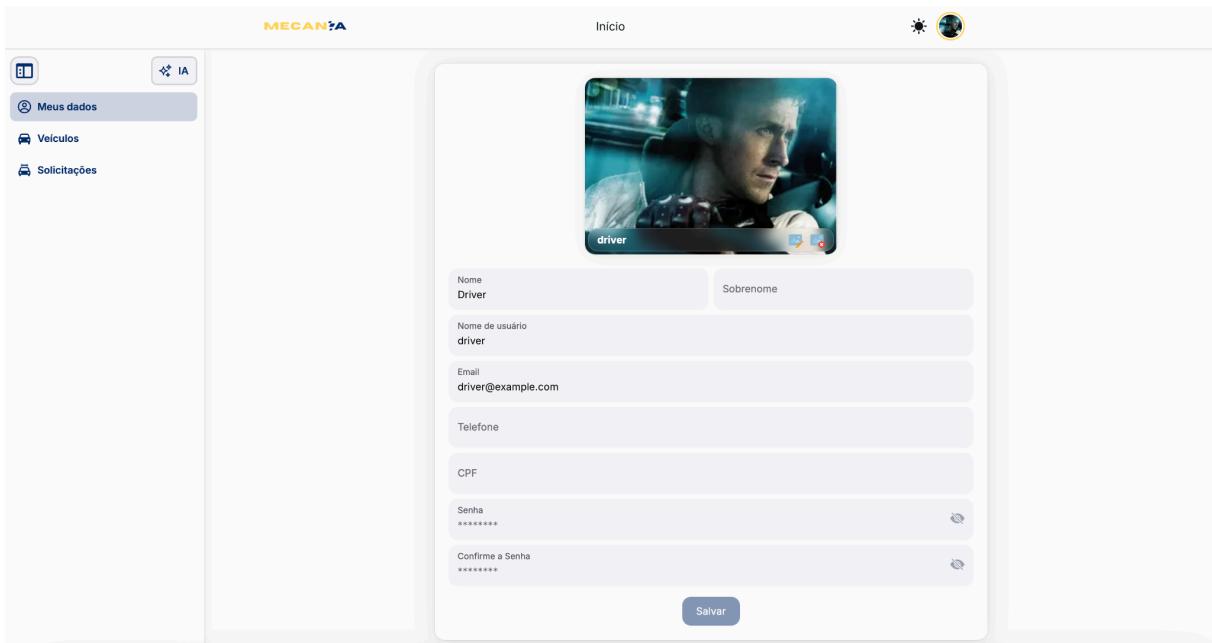


Figura 21 - Meus Dados

A figura 22 representa a seção de "Veículos" do sistema. Nessa seção, os usuários podem adicionar, visualizar e gerenciar os veículos registrados no sistema. A estrutura é dada pelos campos:

- **Botão "Novo":** Um botão destacado em amarelo que abre um formulário de cadastro de um novo veículo.
- **Campo de Pesquisa:** No canto superior direito, permite buscar veículos cadastrados com critérios como marca, modelo, ano, quilometragem, placa ou chassi.
- **Tabela de Veículos:**
  - **Cabeçalho:** Inclui colunas para Marca, Modelo, Ano, Quilometragem (KM) e Ações e outras características que podem ser filtradas no botão “Colunas” ao lado do “Novo”
  - **Lista de Carros Cadastrados:** Caso não haja carros, uma mensagem “Nenhum Veículo Encontrado” é mostrada.
- **Navegação de Página:** Na parte inferior da tabela, possibilita a navegação entre páginas de registros de veículos.

MARCA	MODELO	ANO	KM	AÇÕES
Porsche	Taycan	2024	0	
Tesla	Model X	2024	0	

Figura 22 - Cadastro de Veículos

Ao clicar no botão "Novo", abre-se um formulário centralizado, assim como mostrado na figura 23, para inserir os detalhes do novo veículo.

- **Marca:** Campo para inserir a marca do veículo.
- **Modelo:** Campo para inserir o modelo do veículo.
- **Ano:** Campo para inserir o ano de fabricação do veículo.
- **Quilometragem:** Campo para inserir a quilometragem do veículo.
- **Transmissão:** Manual ou automático.
- **Tipo de Combustível:** Gasolina, Diesel, Etanol, Elétrico, ou Híbrido.
- **Placa:** Campo para inserir a placa do veículo.
- **Chassi:** Campo para inserir o número do chassi do veículo.
- **Cilindros:** Campo numérico aberto.
- **Botão "Salvar":** Localizado na parte inferior do formulário, permite salvar os dados inseridos e cadastrar o novo veículo no sistema.

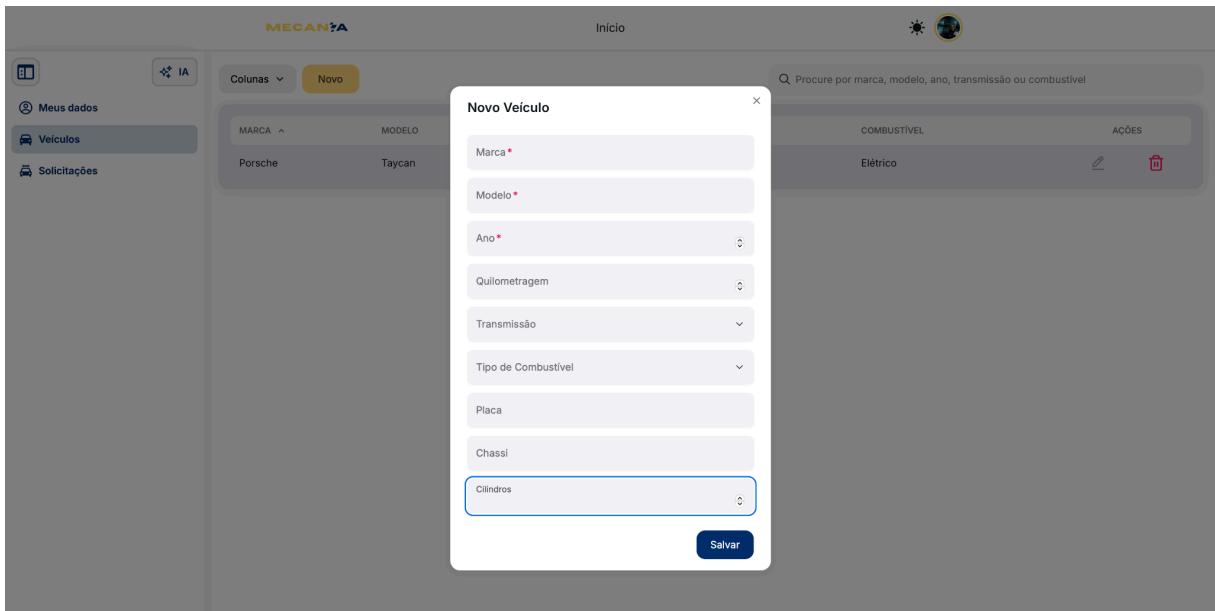


Figura 23 - Novo Veículo

Ao selecionar a aba “Solicitações” será apresentado ao usuário suas conexões já feitas com oficinas para resolver problemas passados e os status das solicitações.

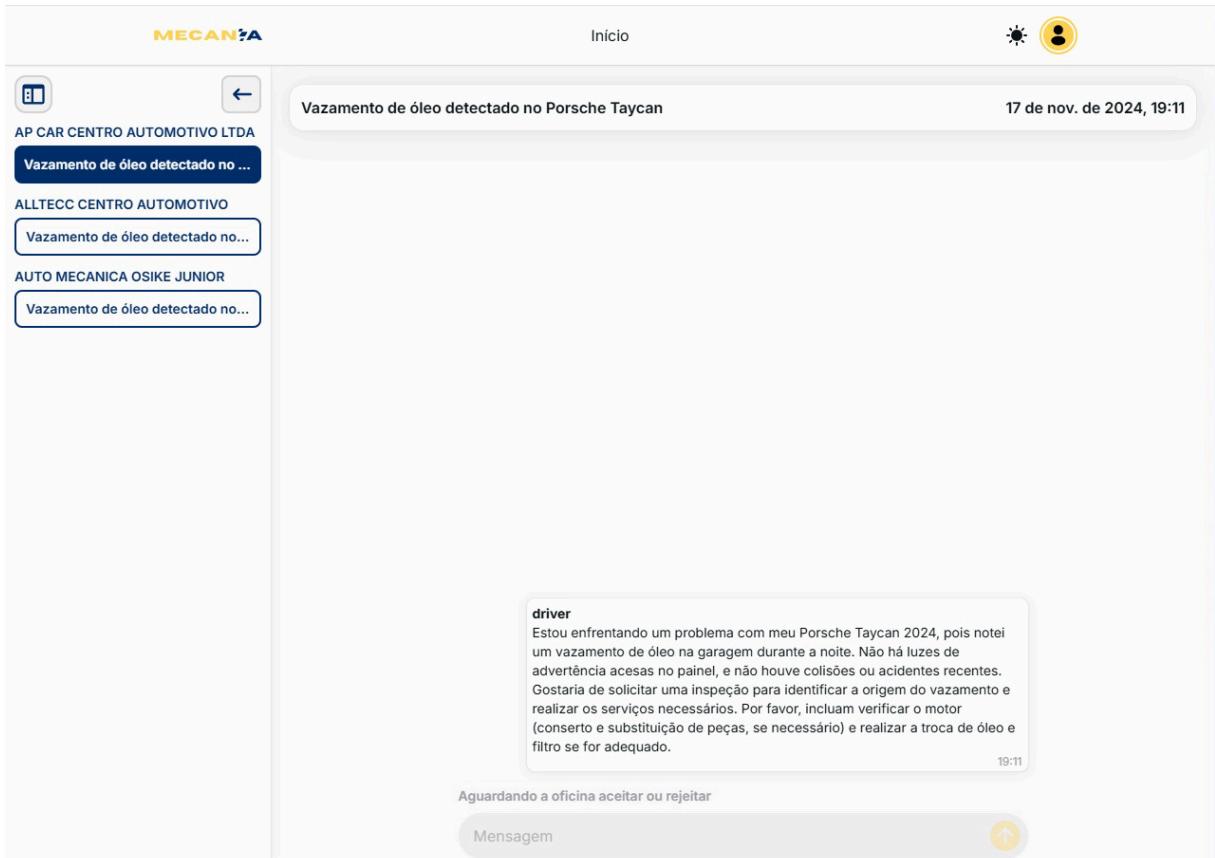


Figura 24 - Chat

Voltando a aba anterior, ao selecionar a opção “IA” no canto superior direito da barra lateral, abrirá uma nova aba dando a opção de selecionar algum tipo de problema mecânico que está enfrentando, ou iniciar uma nova conversa.

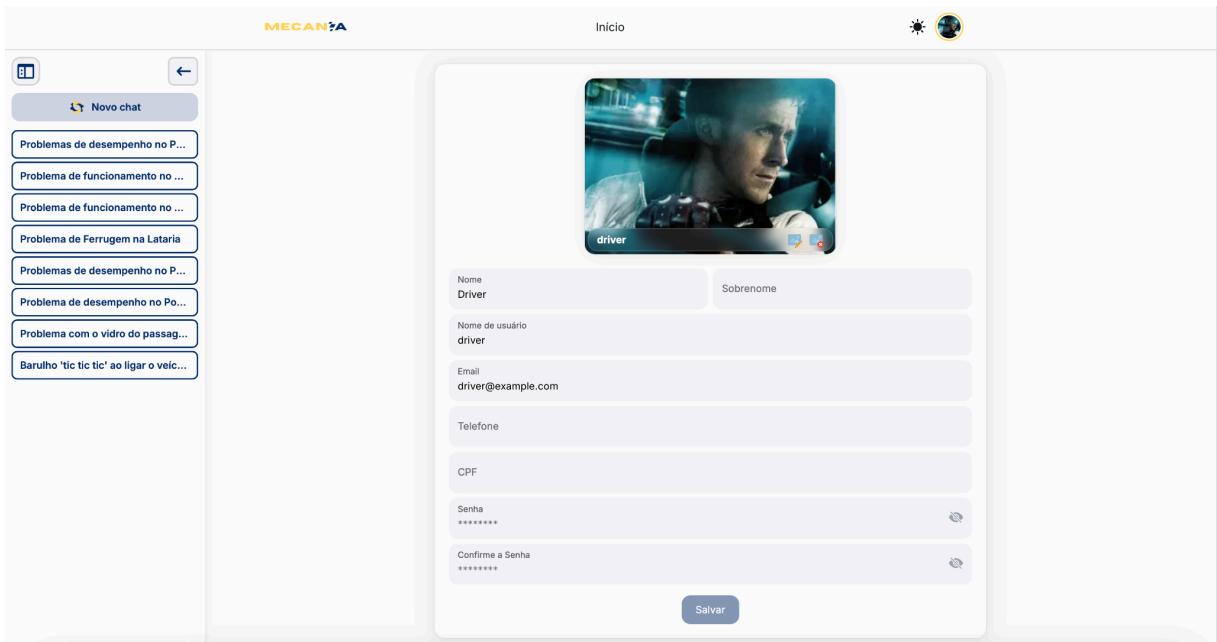


Figura 25 - IA

Ao iniciar uma conversa clicando em “Novo chat”, o sistema fará algumas perguntas padrão e ao final uma caixa de texto aberta para a descrição do cenário apresentado.

Na figura 26 é representada a interação entre o usuário e a Inteligência Artificial. À esquerda da conversa, é registrado o histórico de interações do usuário com o sistema, caso existam. Cada conversa possui um título correspondente à primeira frase escrita pelo usuário, facilitando a identificação e a navegação entre as conversas.

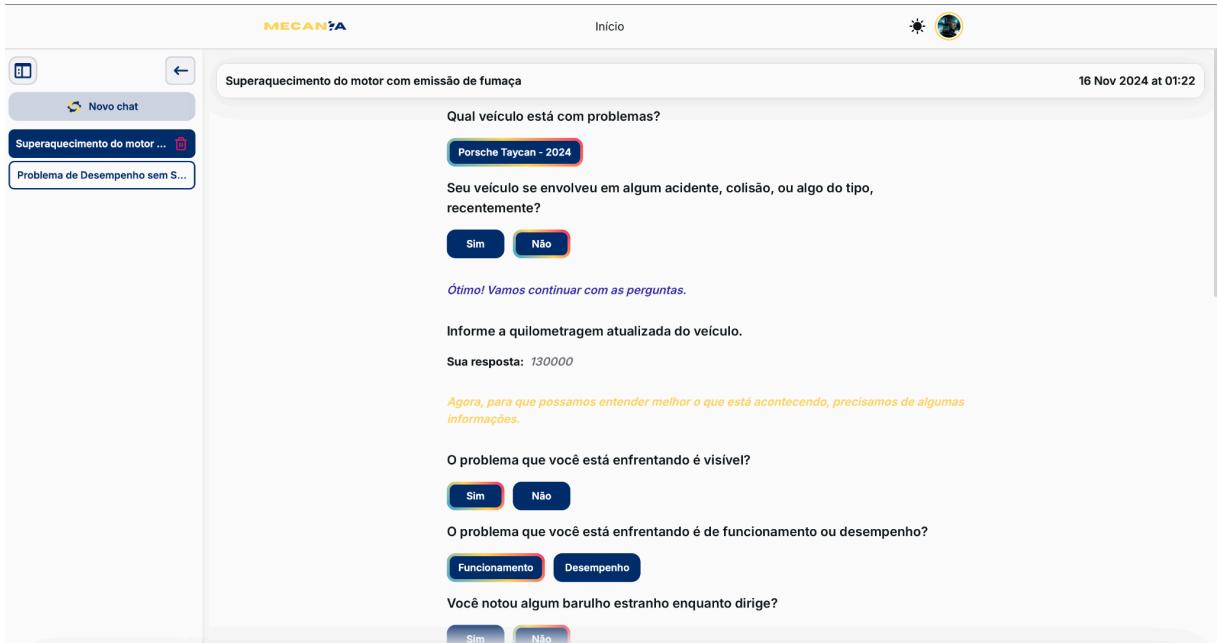


Figura 26 - Conversa com IA

Na etapa final da interação, ilustrada na figura 27, a IA categoriza o problema descrito pelo usuário, apresenta um pré-diagnóstico baseado na interação, e oferece a opção de entrar em contato com diferentes oficinas cadastradas no sistema. Para isso, o usuário pode utilizar o botão “Oficinas”, localizado ao final da conversa, simplificando a busca por soluções especializadas.

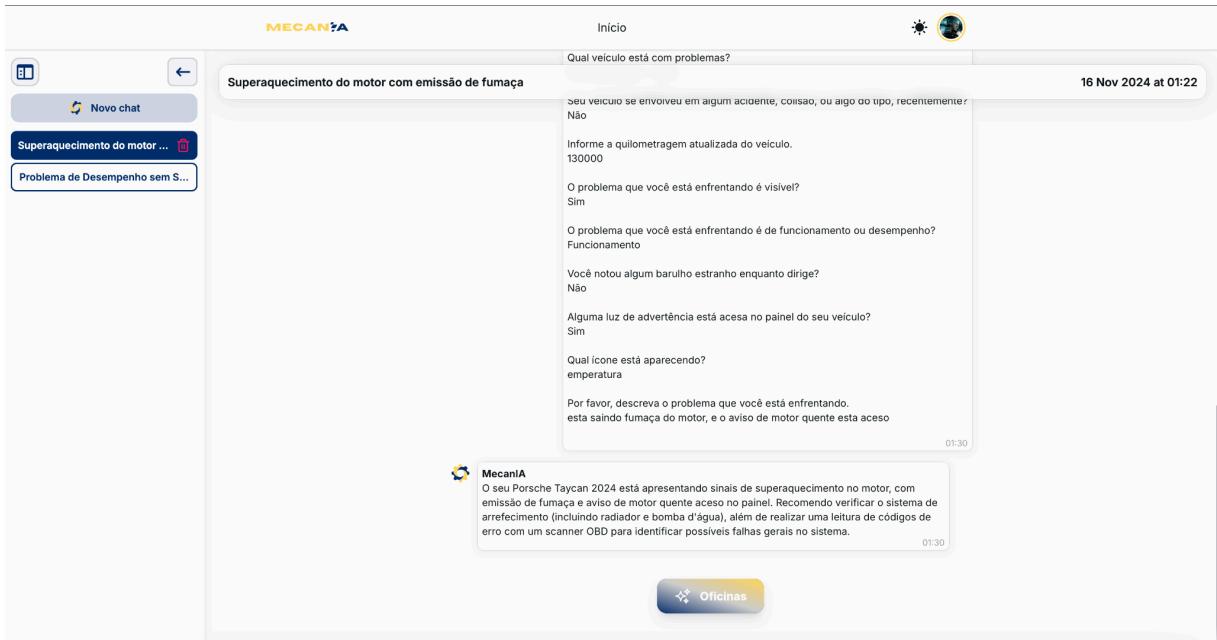


Figura 27 - Diagnóstico da IA

Na figura 28, é apresentada a tela que o usuário visualiza após selecionar o botão “Oficinas”. Essa tela exibe uma lista das oficinas mecânicas mais recomendadas para o problema descrito pelo usuário na etapa anterior. As informações exibidas sobre cada oficina incluem nome, localização (cidade e bairro), avaliação de outros usuários e distância em relação à localização atual do usuário. Há também a opção de buscar oficinas pelo nome. Ao selecionar uma oficina, o usuário pode enviar uma solicitação através do botão “Enviar”.

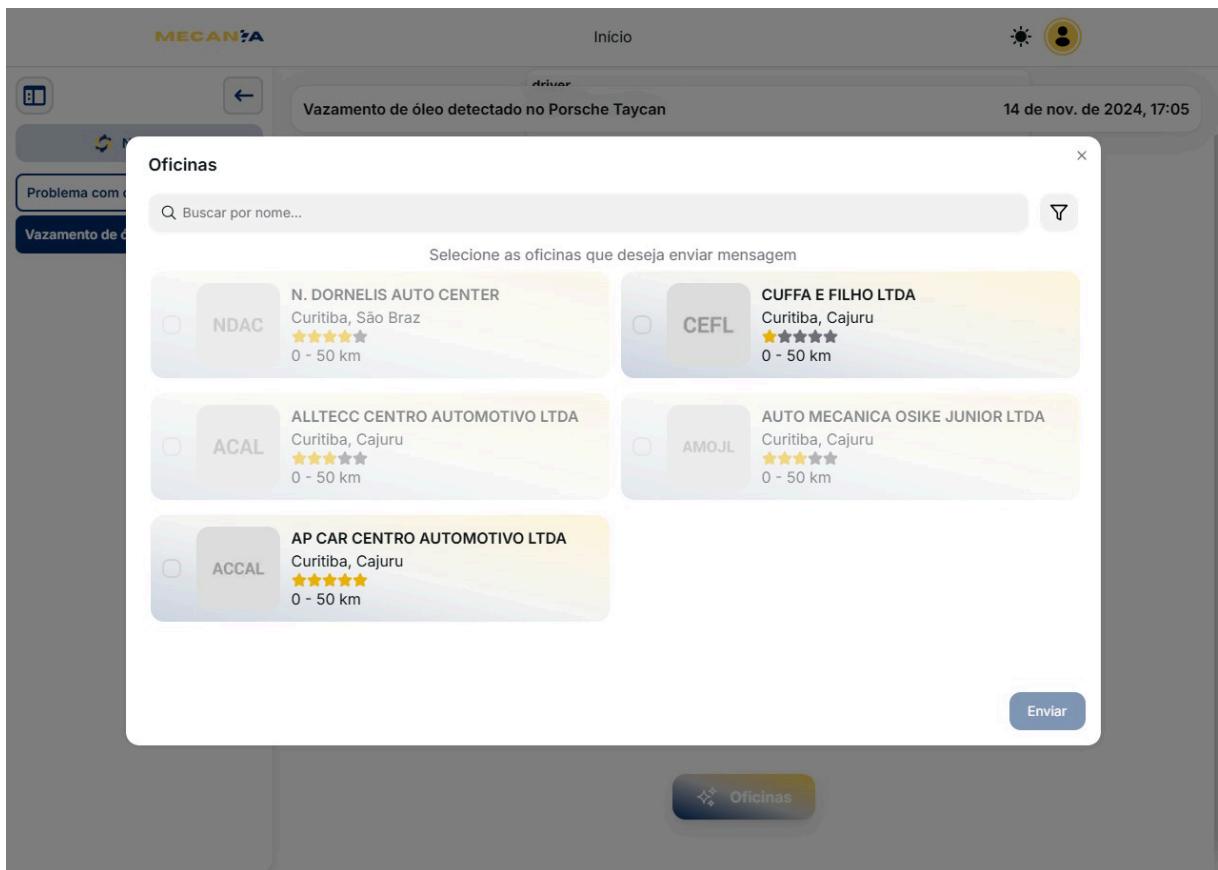


Figura 28 - Escolha de Oficinas

Na figura 29, são demonstradas as opções de filtragem disponíveis para as oficinas mecânicas indicadas. Os filtros incluem avaliação, distância e cidade. O campo de avaliação e distância permite a filtragem por intervalo numérico, enquanto o campo de cidade utiliza um filtro por lista de seleção.

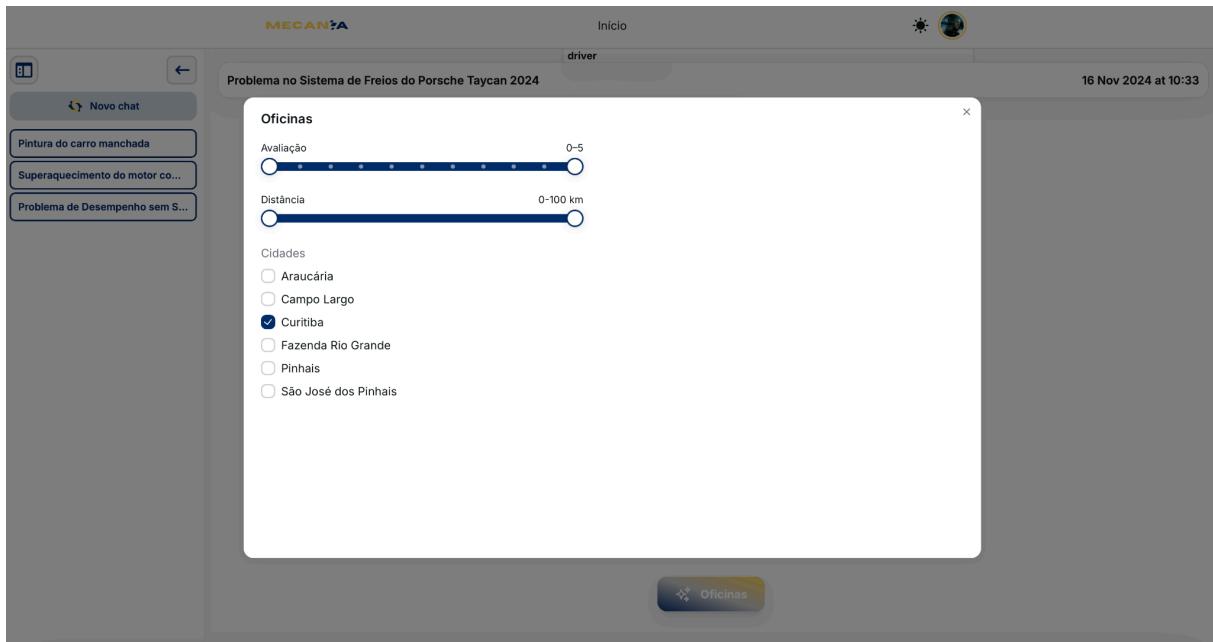


Figura 29 - Filtro de Oficinas

Após a seleção das oficinas desejadas, ao clicar em “Enviar” o sistema disponibiliza ao usuário uma caixa de texto com o resumo do cenário discutido com a IA, que será enviado para à oficina mecânica como ilustra a figura 30.

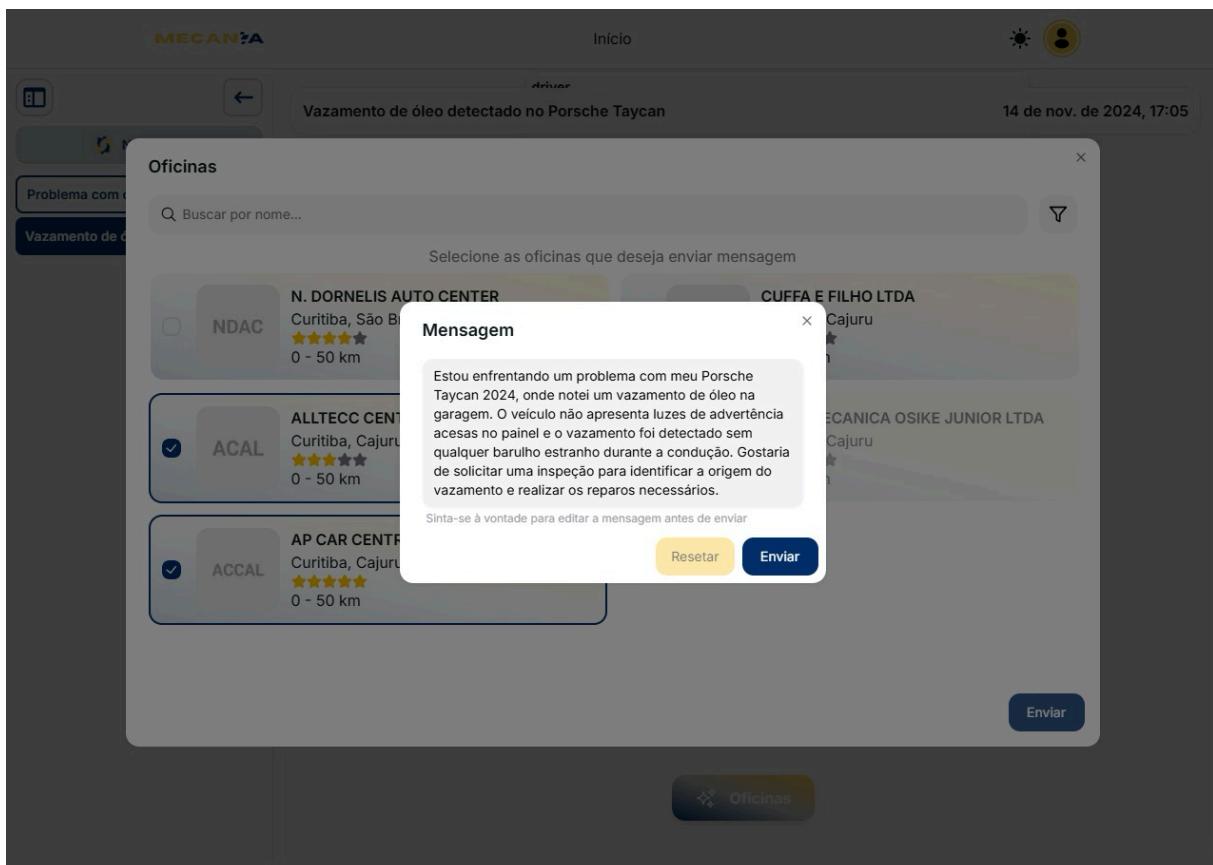


Figura 30 - Mensagem de Request

Como mostrado na figura 31, após a confirmação da mensagem para as oficinas, a caixa de texto fechará e caso haja sucesso um toast de confetes aparecerá, informando que as solicitações foram enviadas com sucesso.

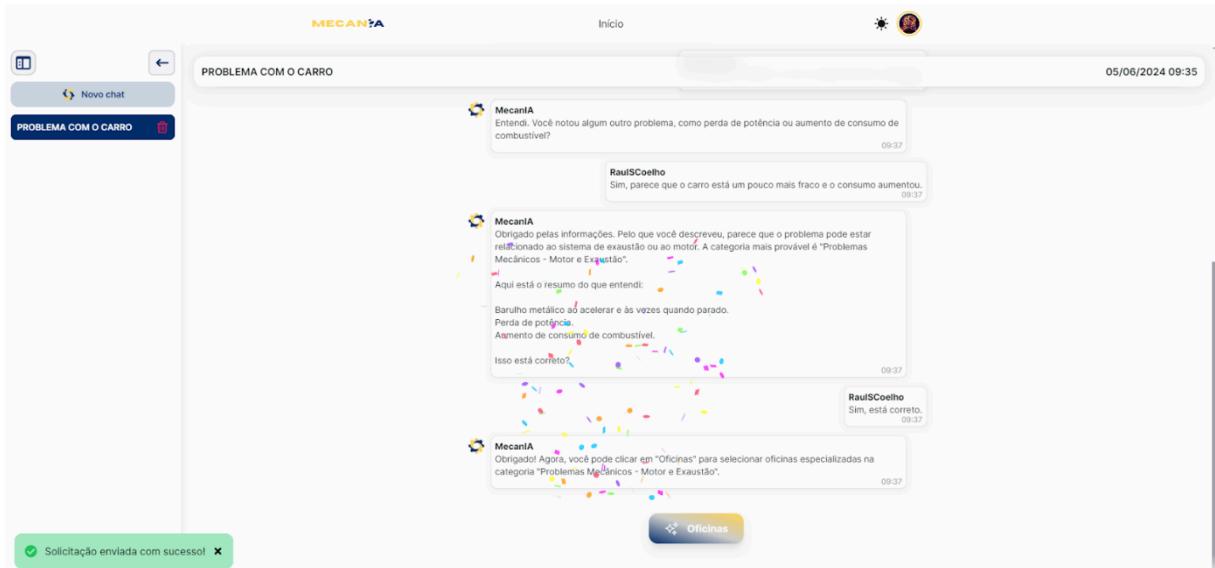


Figura 31 - Request Enviado

Após o envio das solicitações, elas ficarão registradas no histórico de solicitações como ilustra a imagem 32, onde o usuário poderá visualizar o *chat* com a oficina. Será exibida uma mensagem informando: “Aguardando a oficina aceitar ou rejeitar.” Caso a oficina aceite a solicitação de serviço com base na descrição do problema, o *chat* será habilitado, permitindo o envio e o recebimento de mensagens.

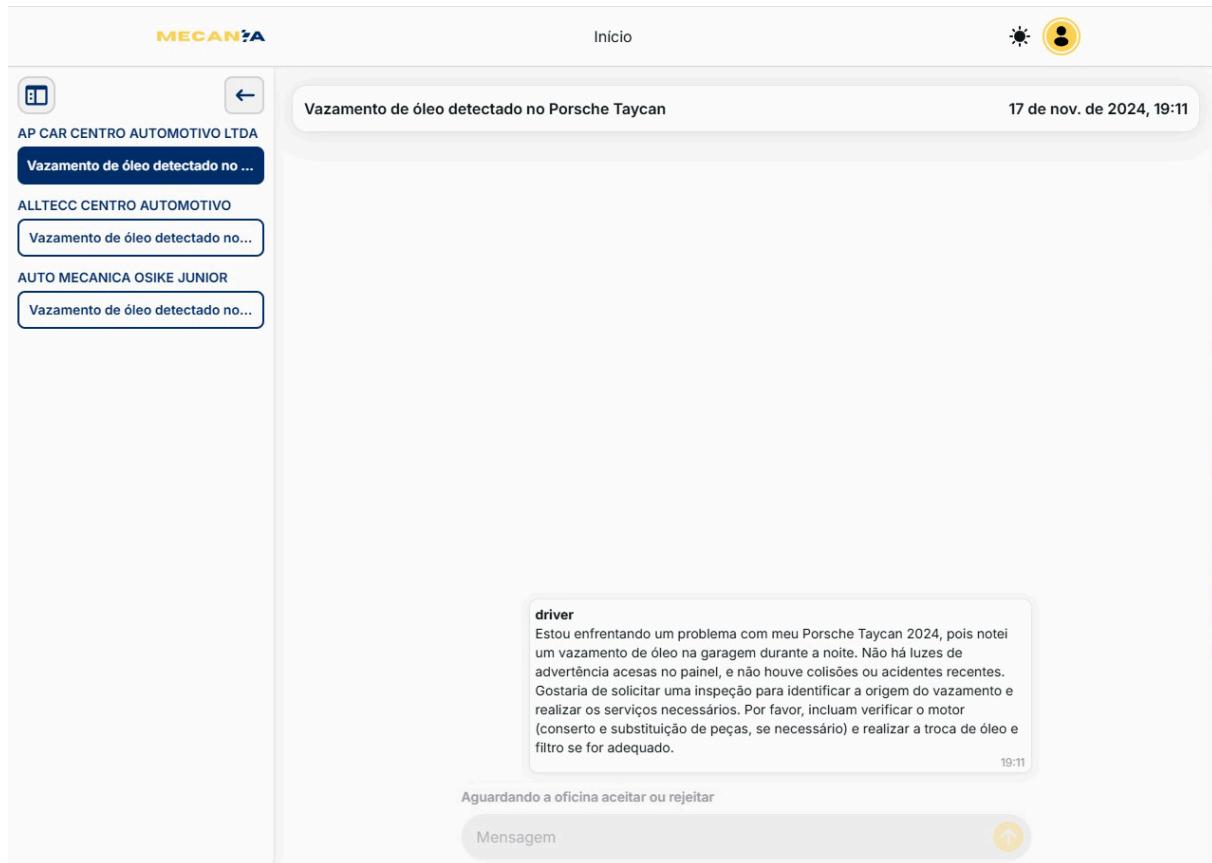


Figura 32 - Histórico de Request

Quando a oficina visualizar e aceitar a solicitação do usuário, ambas as partes poderão se comunicar através do *chat* dentro do aplicativo e ao finalizar as negociações, deverão clicar em “Negócio fechado” conforme mostra a figura 33.

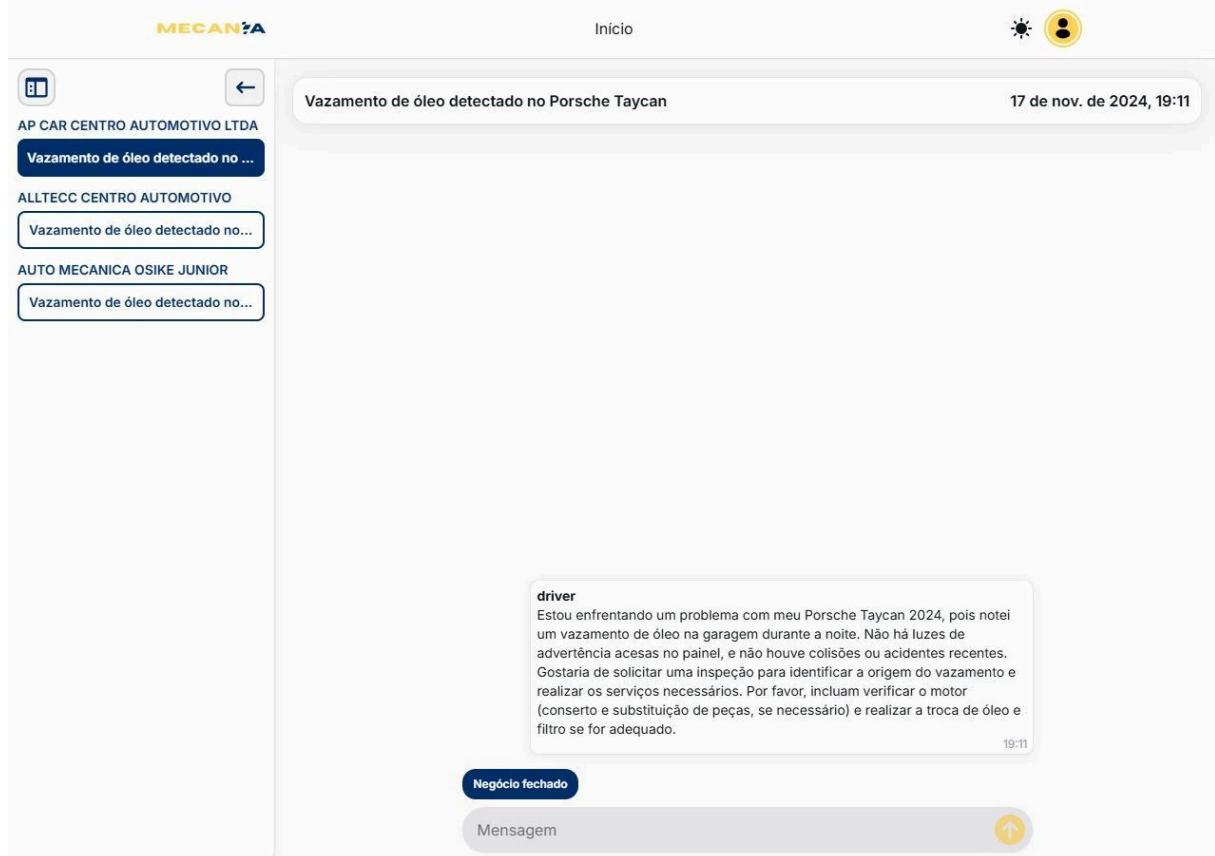


Figura 33 - Tela após o aceite

Quando apenas uma das partes “finalizar o negócio”, o botão de “Negócio fechado” será substituído por uma mensagem de aguarde e o usuário deverá aguardar que a outra parte finalize o negócio também, conforme figura 34, para prosseguir para a próxima tela.

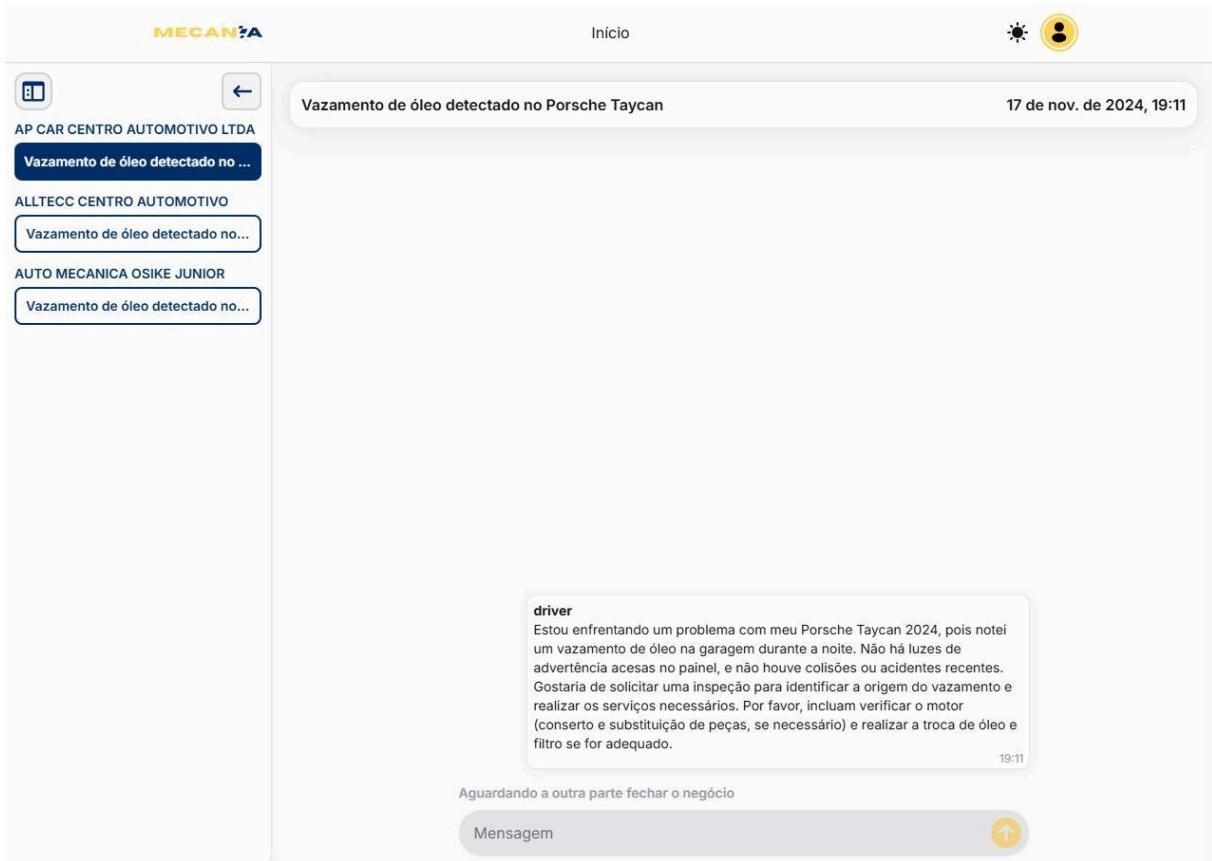


Figura 34 - Tela de negócio fechado por uma parte

Quando o trabalho é finalizado, ambas as partes devem retornar à tela de mensagem e clicar sobre o botão “Problema resolvido” para registrar e finalizar o atendimento automotivo, conforme a figura 35, para que as opções de feedback sejam liberadas.

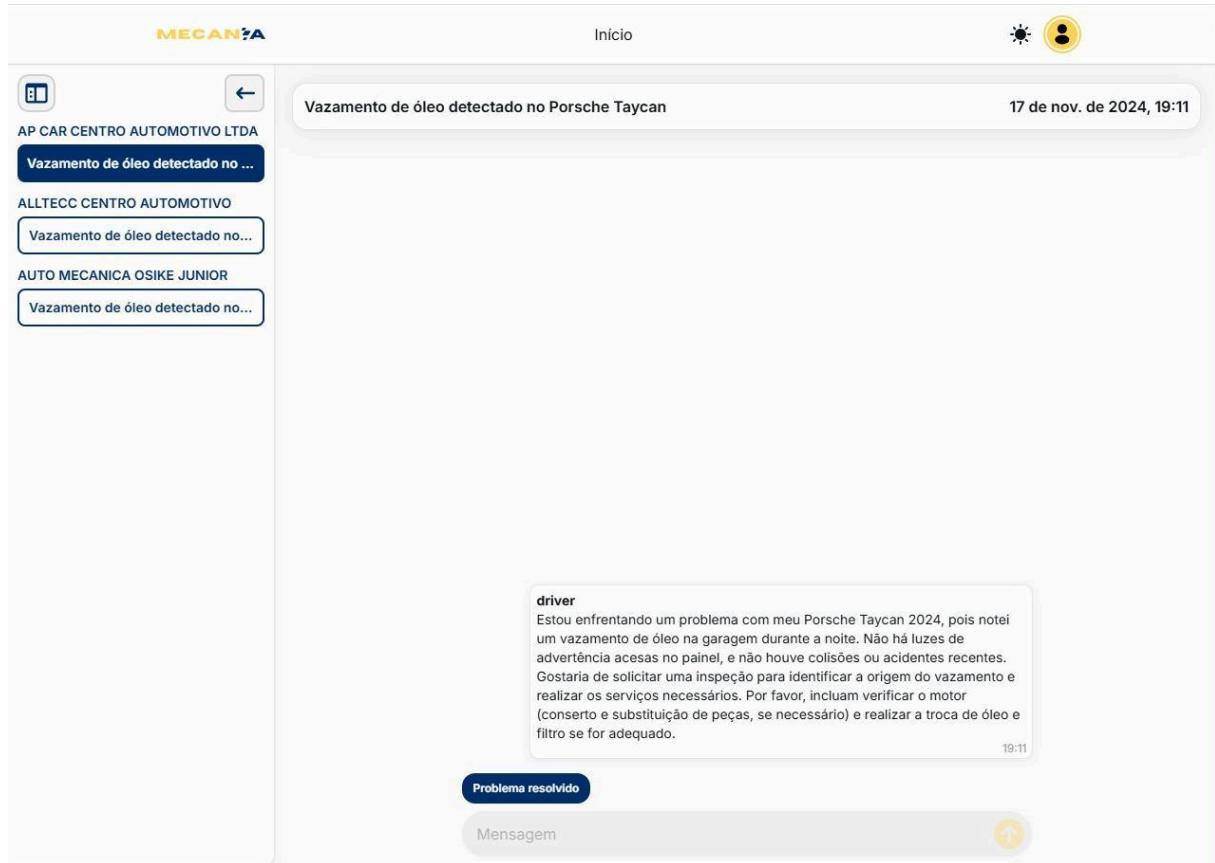


Figura 35 - Tela após finalização de trabalho

Enquanto o botão não for pressionado, o usuário poderá enviar e receber novas mensagens da oficina conforme mostra a figura 36.

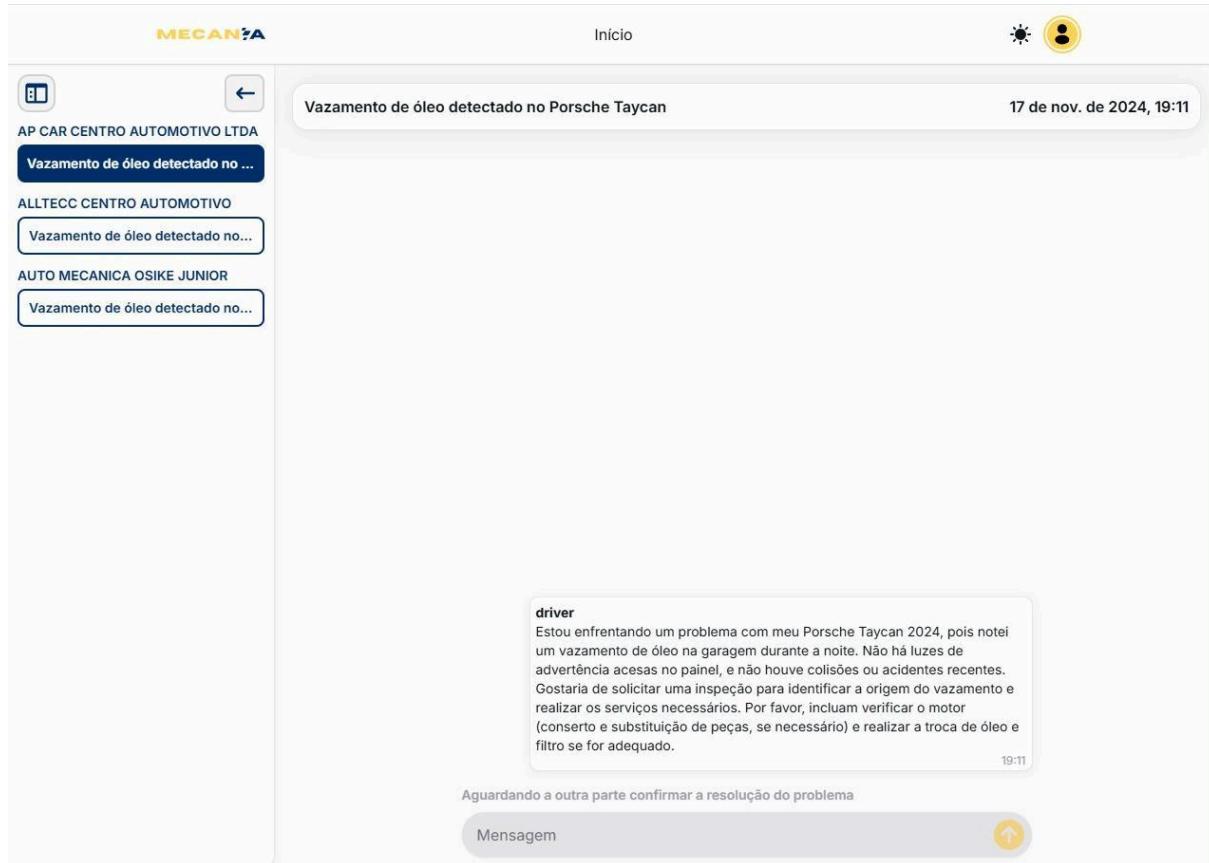


Figura 36 - Tela de problema resolvido por uma parte

Após ambas as partes clicarem em “Problema resolvido”, uma janela de avaliação aparecerá para o usuário avaliar o atendimento recebido pela oficina e descrever, de maneira opcional, uma crítica ou observação do serviço prestado para a oficina. Ao finalizar, o usuário deverá clicar sobre o botão “Enviar”, conforme figura 37.

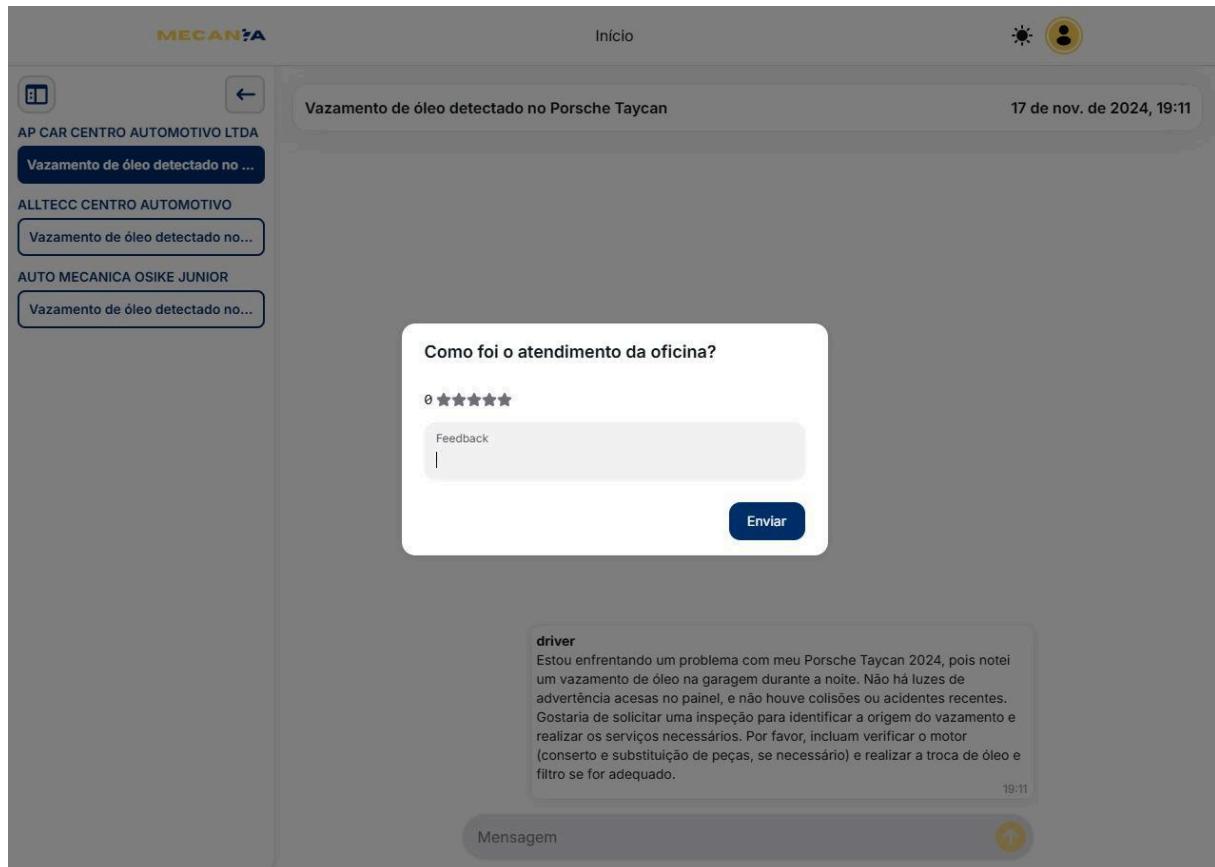


Figura 37 - Tela de avaliação de atendimento

Após avaliar o atendimento, uma nova janela de avaliação aparecerá, porém essa será para avaliar a resposta do *chatbot* em relação ao problema apresentado para a ferramenta. Nesta tela, o usuário também poderá escrever uma observação em relação ao que foi apresentado a ele pela inteligência artificial.

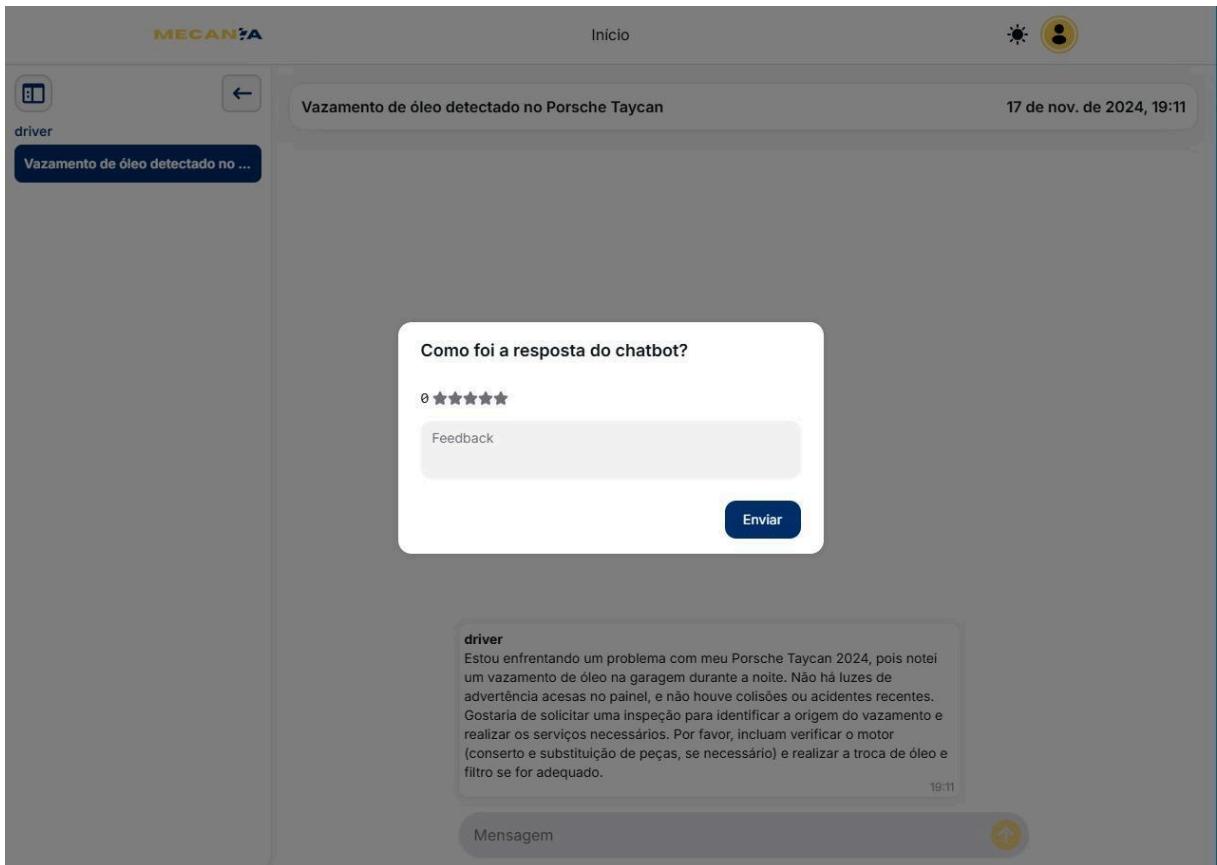


Figura 38 - Tela de avaliação de resposta do *chatbot*

Após finalizar as avaliações e feedbacks, a conversa será finalizada, bloqueando a opção de reavaliar e enviar mensagem para a oficina, conforme figura 39.

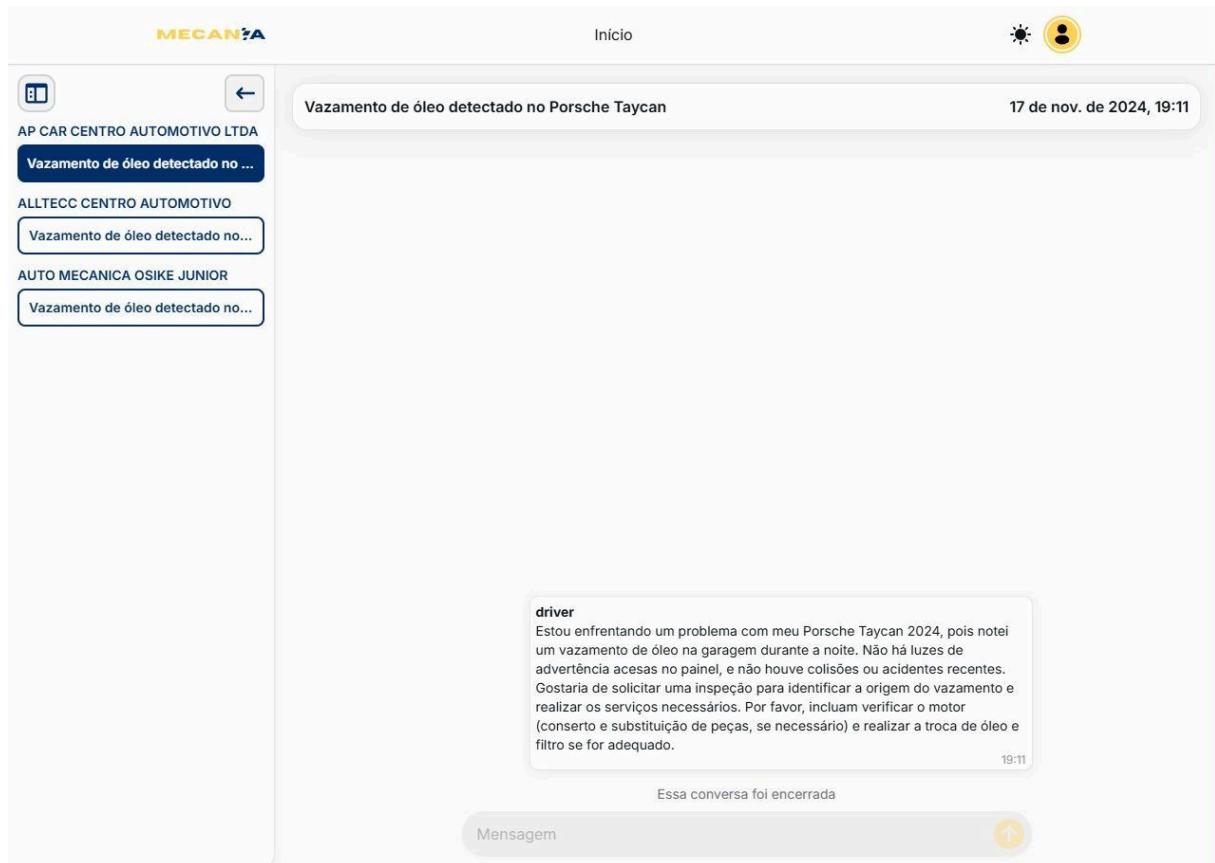


Figura 39 - Tela após avaliações

Caso a oficina rejeite a solicitação do usuário, a conversa será finalizada e uma mensagem de “A oficina rejeitou sua solicitação” aparecerá acima da barra de mensagem, conforme imagem 40.

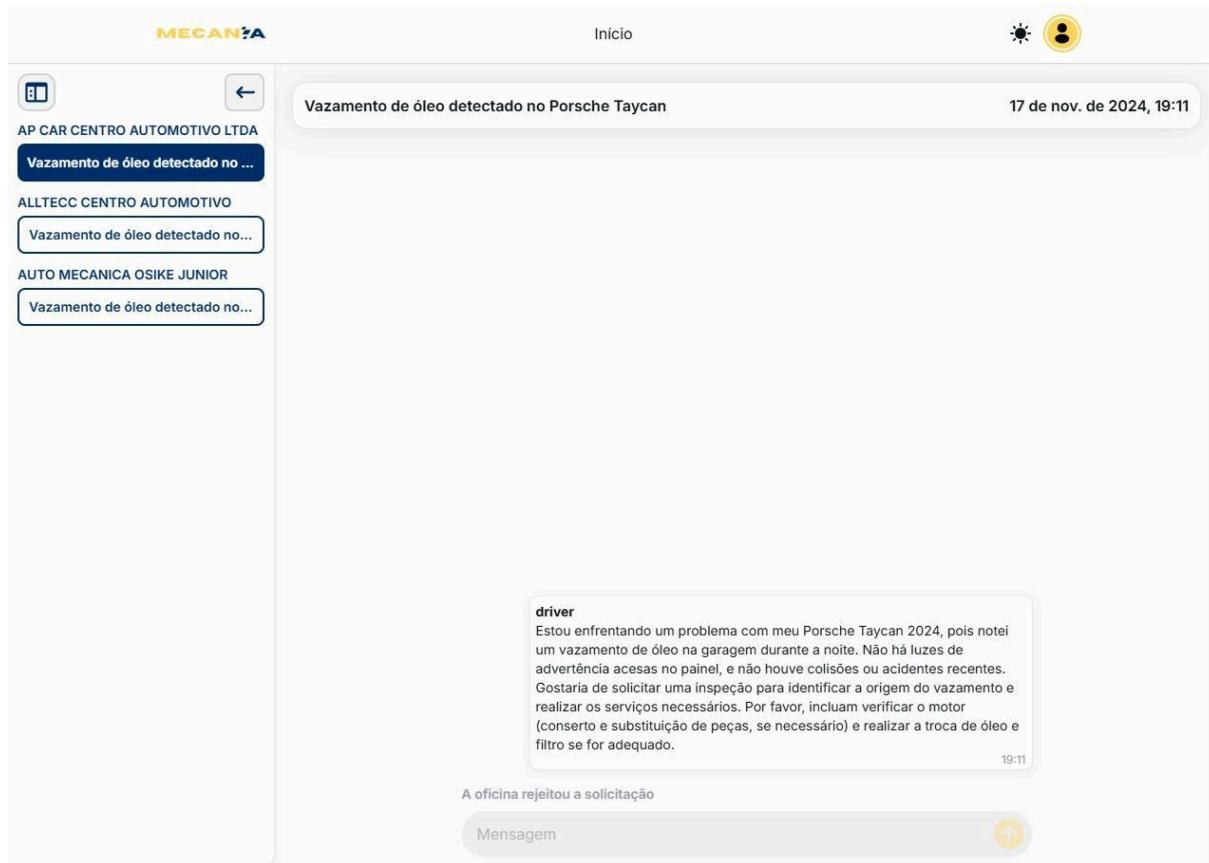


Figura 40 - Tela após avaliações

#### 4.2.3. FLUXO DE TELAS ADMIN

Quanto ao usuário administrador de nosso projeto, este não terá acesso ao *chat* com a inteligência artificial, mas poderá gerenciar as oficinas mecânicas e os tipos de serviços oferecidos no sistema. Ao selecionar a opção "Serviços" na aba lateral, o administrador poderá gerenciar os serviços cadastrados, incluindo novos serviços por meio de arquivos CSV ou a exclusão dos serviços existentes, como mostra a figura 41.

The screenshot shows the 'Serviços' (Services) section of the MECANIA software. On the left, a sidebar lists 'Meus dados', 'Serviços', 'Oficinas', and 'Cadastrar oficinas'. The main area displays a table of services with columns: NOME (Name), CATEGORIA (Category), DESCRIÇÃO (Description), and AÇÕES (Actions). The services listed include: 'Alinhamento e balanceamento' (Preventive Maintenance), 'Embreagem' (Mechanical Repairs), 'Inspeção de suspensão' (Preventive Maintenance), 'Motor (conserto e substituição de peças)' (Mechanical Repairs), 'Sistema de freios' (Brake System), 'Substituição de filtros (ar, combustível, ar-condicionado)' (Preventive Maintenance), 'Troca de fluido de freio' (Preventive Maintenance), 'Troca de óleo e filtro' (Preventive Maintenance), 'Verificação de baterias' (Preventive Maintenance), and 'Verificação de pneus' (Preventive Maintenance). A 'Download JSON' button is at the top right, and a search bar is at the top center. A navigation bar at the bottom shows pages 1 through 6.

Figura 41 - Serviços

Ao selecionar a opção "Oficinas" na aba lateral, o usuário visualiza uma lista das oficinas já cadastradas no sistema, com informações básicas de cada uma, como nome, telefone, e-mail e CNPJ, como mostra a figura 42.

The screenshot shows the 'Oficinas' (Workshops) section of the MECANIA software. On the left, a sidebar lists 'Meus dados', 'Serviços', 'Oficinas', and 'Cadastrar oficinas'. The main area displays a grid of workshop cards. Each card includes the workshop's name, contact information (phone number and email), CNPJ, and a rating. The workshops listed are: Quatro1 Pneus (rating 4 stars), Toaldo Centro Automotivo (rating 5 stars), Auto Mak (rating 5 stars), AUTO MECANICA CID (rating 4 stars), AUTO CENTER SCHAFFER (rating 0 stars), BOM CAR AUTO CENTER (rating 5 stars), OFICINA NOSSA SENHORA DAS GRACIAS (rating 4 stars), BETTEGA MOTORS (rating 5 stars), PS CAR COMERCIO E LOCACAO DE V (rating 5 stars), MARTELINHO DE OURO (rating 4 stars), OFICINA IRMAOS GUIMARAES (rating 5 stars), and AUTO MECANICA MARINGA (rating 5 stars).

Figura 42 - Oficinas Cadastradas

O botão "Cadastrar Oficinas" permite cadastrar uma nova oficina no sistema. Para concluir o cadastro é necessário preencher os mesmos campos obrigatórios da tela de registro para o usuário oficina mecânica. Os dados informados serão utilizados para acessar a conta da oficina no sistema, conforme apresentado na figura 43.

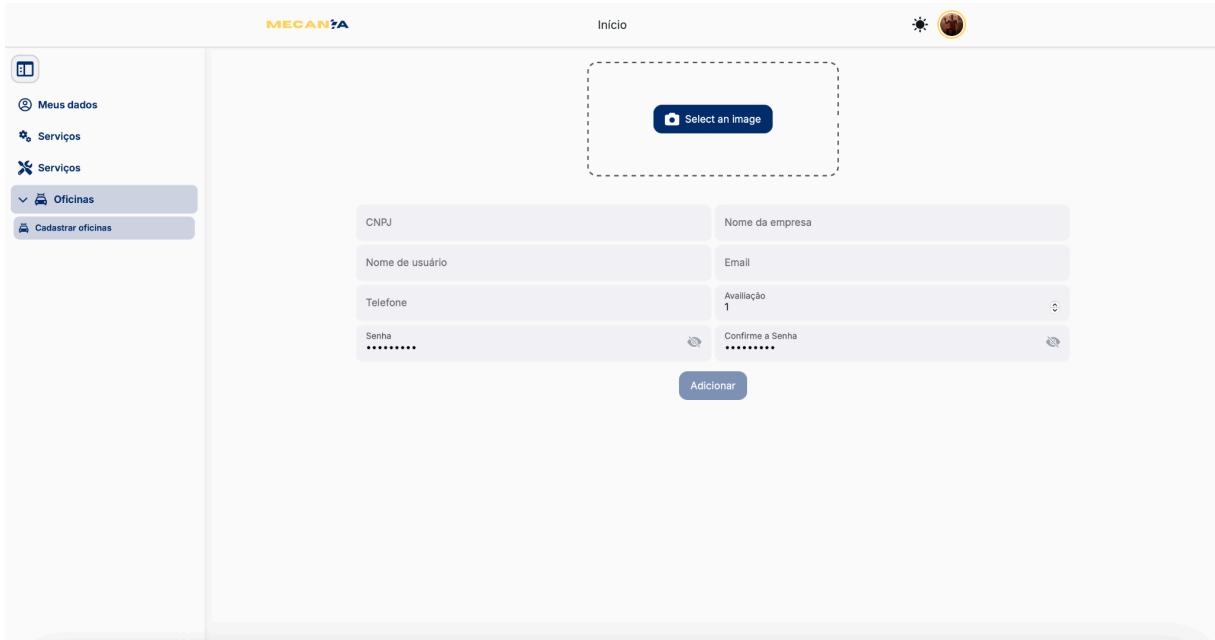


Figura 43 - Adicionar Oficina

Voltando à tela anterior, ao selecionar uma oficina cadastrada no sistema, além de visualizar as informações básicas, o usuário administrador acessa uma lista de serviços oferecidos pela oficina, assim como os endereços de suas filiais, caso existam. O administrador pode definir quais tipos de serviços a oficina presta, permitindo que as recomendações da IA sejam direcionadas ao usuário final conforme a especialidade de cada oficina. Para adicionar novos serviços, o administrador utiliza o campo abaixo da lista, escolhendo entre as opções já cadastradas no sistema, e pode remover um serviço selecionando o ícone de exclusão conforme apresentado na figura 44. Esse mesmo processo se aplica aos endereços cadastrados, com as opções de adicionar novos ou excluir os existentes, conforme mostra a figura 45.

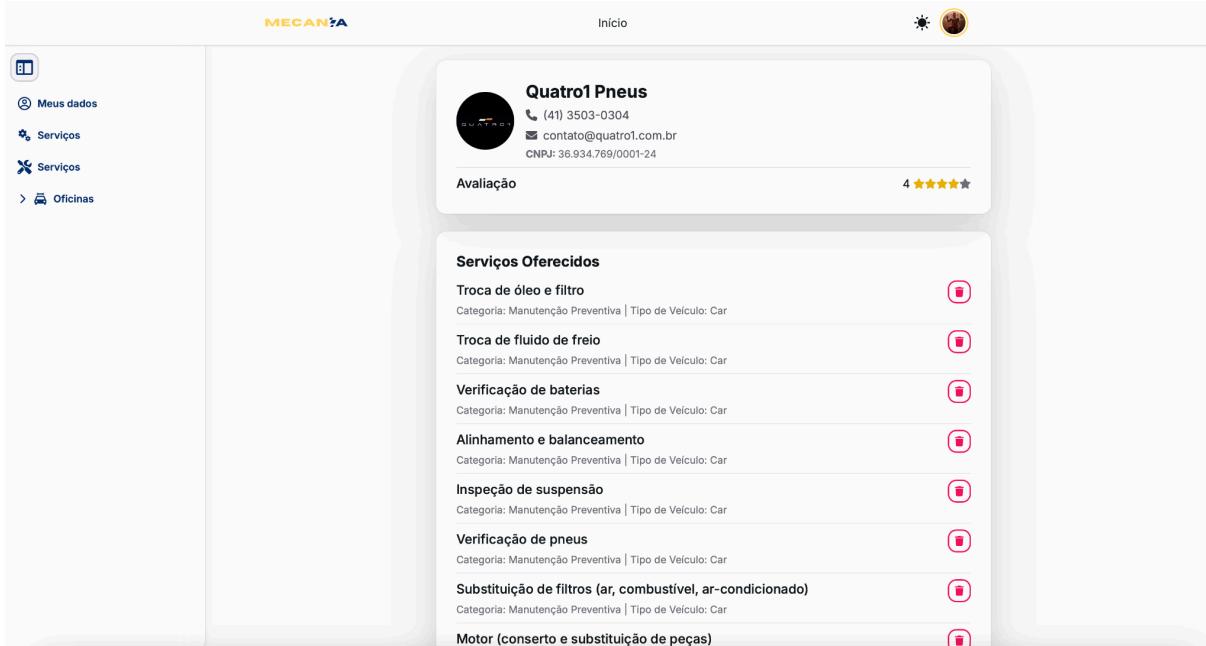


Figura 44 - Serviços da Oficina (a)

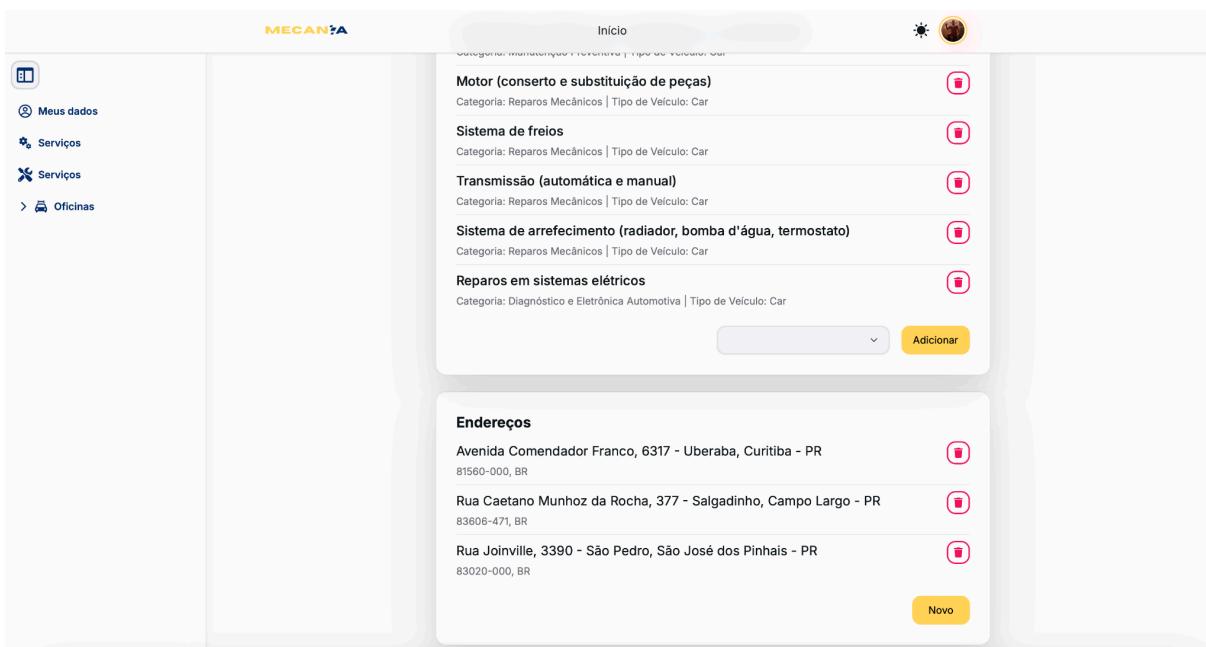


Figura 45 - Serviços da Oficina (b)

#### 4.2.4. FLUXO DE OFICINA MECÂNICA

O acesso para uma oficina mecânica funciona da mesma forma que para um motorista, e as informações exibidas na interface se diferem na ausência do *chat* com a IA, conforme mostra a figura 46.

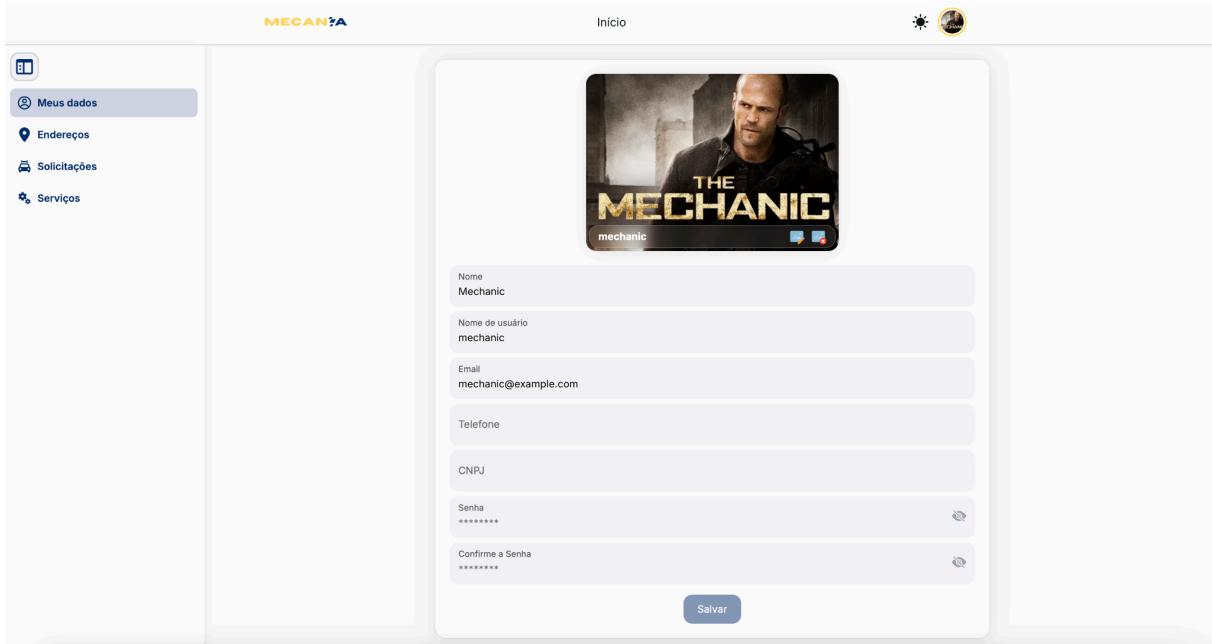


Figura 46 - Usuário de Oficina

Na aba de solicitações, as oficinas podem visualizar as solicitações dos motoristas após a IA categorizar o problema. Na parte inferior da tela, existem dois botões: "Aceitar" e "Rejeitar", conforme a figura 47. A oficina pode optar por aceitar ou rejeitar essa solicitação de serviço com base nas informações fornecidas. Até que uma das opções seja selecionada, para o motorista estará com o status de "pendente".

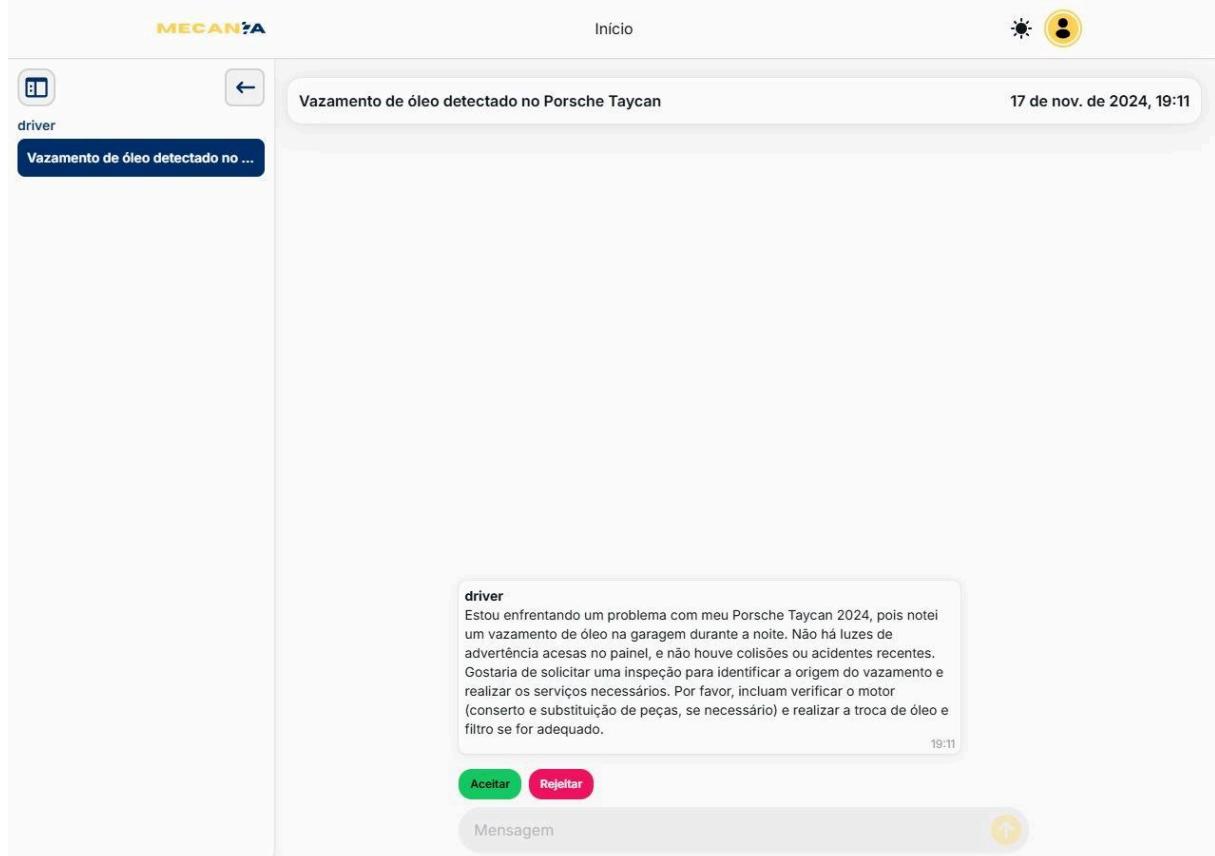


Figura 47 - Aceite da Oficina para request

Após isso, o fluxo é similar ao do motorista, a única diferença é a que a oficina recebe o modal para avaliar apenas o desempenho e resultado da IA. Caso a oficina recuse a requisição, a mensagem “Você rejeitou a solicitação” é mostrada no inferior da tela, como mostrado na figura 48.

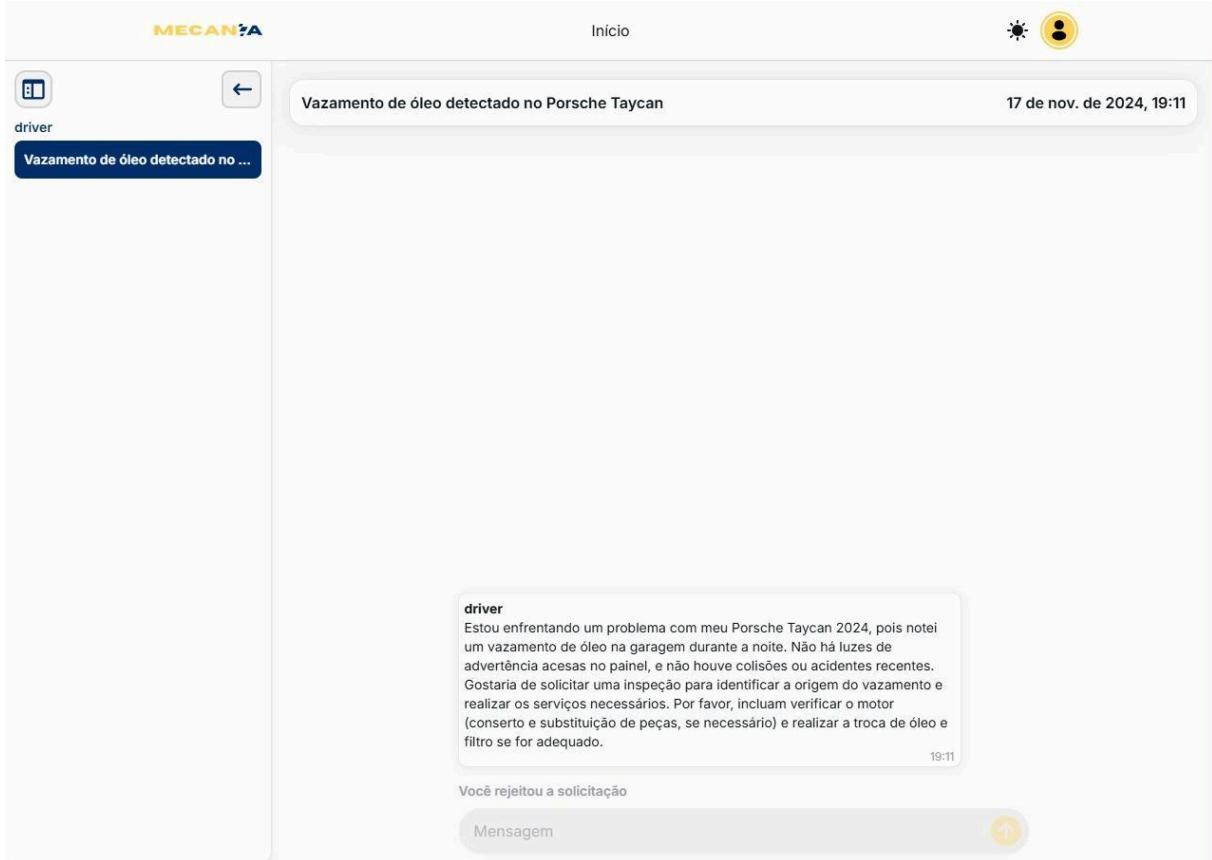


Figura 48 - Rejeite da Oficina

### 4.3. RECURSOS ADICIONAIS

Pensando na melhor usabilidade do aplicativo, a equipe adicionou o recurso adicional de modo escuro ou claro. Esta funcionalidade permite que o usuário decida se prefere utilizar o modo claro que emite mais brilho na tela do dispositivo ou o modo escuro que dispõe de cores menos vibrantes. Observe as figuras 49 e 50 para experienciar a proposta de uso personalizada em diferentes condições de iluminação.



Figura 49 - Recurso adicional modo claro

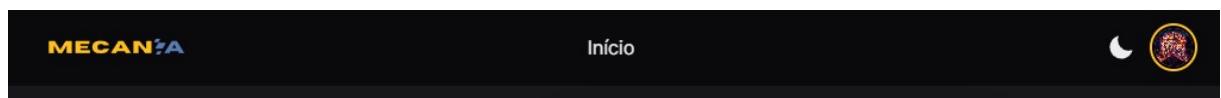


Figura 50 - Recurso adicional modo escuro

## 5. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Este capítulo aborda a modelagem e configuração de um sistema de Inteligência Artificial (IA) especializado para o pré-diagnóstico de serviços automotivos. Nele, são discutidos os fundamentos e técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN) empregados, como configurações específicas do ChatGPT Assistant para otimizar o atendimento a motoristas e oficinas..

O Processamento de Linguagem Natural é uma área da IA que explora algoritmos e modelos de aprendizado de máquina para análise, compreensão e geração de linguagem humana. Ele permite que sistemas automatizados interpretem dados textuais de forma contextual, criando uma interface mais acessível e intuitiva para os usuários. Em aplicações de PLN, técnicas como aprendizado profundo, análise semântica e estilometria são combinadas para desenvolver modelos capazes de processar grandes volumes de dados textuais e realizar interpretações precisas e contextuais da linguagem.

A Figura 51 exibe dois gráficos que comparam diferentes modelos em termos de capacidade de comunicação e nível de conhecimento. Nessa comparação, observa-se que o modelo GPT-4o se destaca em relação aos demais.

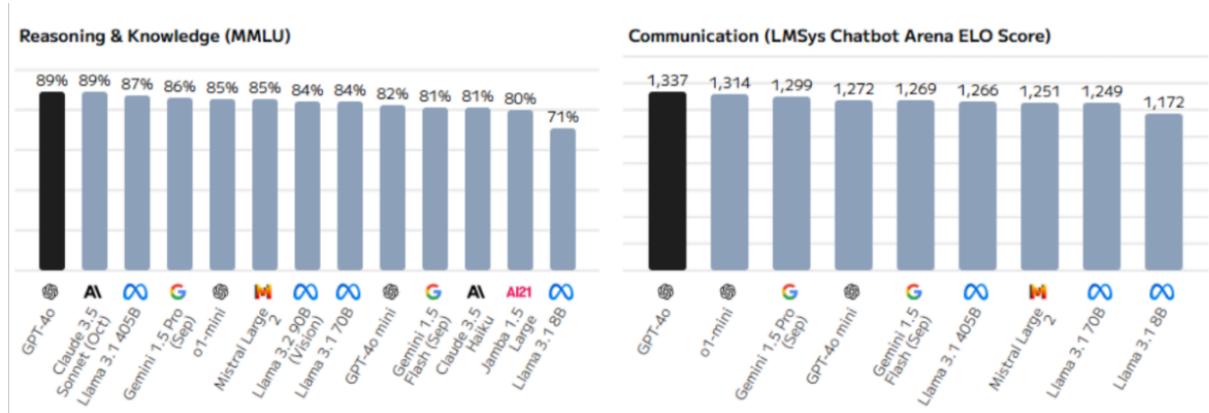


Figura 51 - Gráficos modelo GPT-4o (Artificial Analysis, 2024)

No entanto, ao observar os gráficos dispostos na Figura 52 comparando diferentes modelos em termos de velocidade e custo, o modelo GPT-4o-mini se destaca. Para o presente trabalho foi escolhido o modelo GPT-4o-mini por ser uma versão mais acessível do modelo GPT-4o, contendo vantagens competitivas importantes entre os modelos atuais.

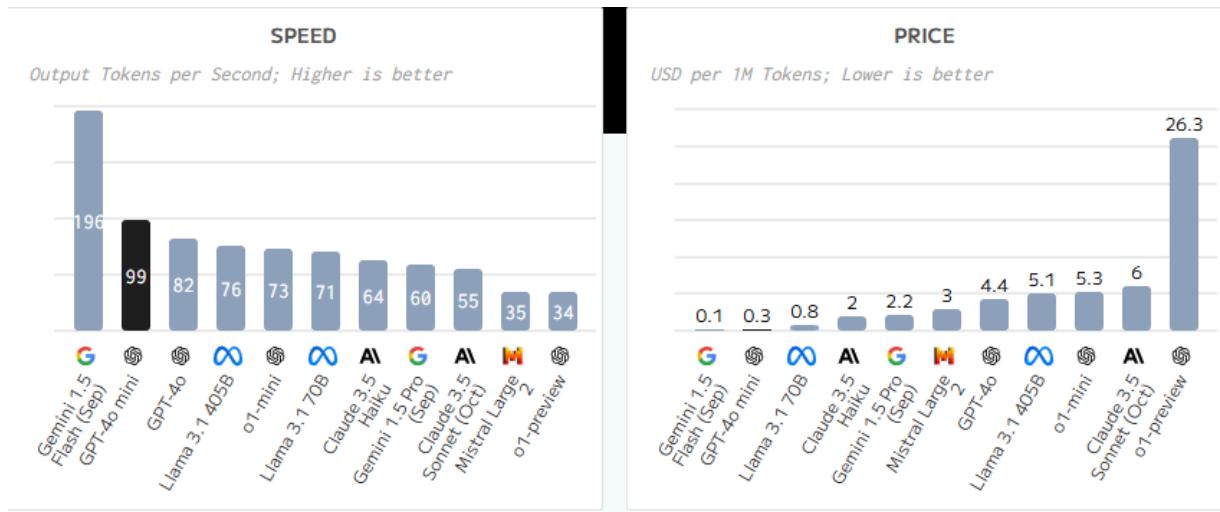


Figura 52 - Gráficos modelo GPT-4o-mini (Artificial Analysis, 2024)

Para a realização deste trabalho, foi conduzida uma pesquisa sobre projetos e estudos relevantes, além de capacitação em Processamento de Linguagem Natural (PLN) por meio de cursos e revisão de artigos. Esse aprofundamento permitiu identificar que o uso do ChatGPT Assistant com a funcionalidade *file-search* é o mais adequado para nossa aplicação.

O *file-search* é uma funcionalidade do ChatGPT Assistant que permite que o modelo acesse arquivos específicos para obter informações contextualizadas em tempo real, oferecendo maior precisão e relevância nas respostas. Esse recurso é especialmente vantajoso em aplicações onde a resposta do modelo depende de dados técnicos ou específicos do domínio, como na assistência automotiva.

Para uma boa compreensão da ferramenta utilizada observe a Figura 53 que mostra o Fluxo de Interpretação e Geração de mensagem da IA no *chat* de Pré-Diagnóstico usando FileSearch no Playground, e em seguida sua descrição.



Figura 53 - [Fluxo Playground File search](#)

### 1. Envio da Mensagem:

O prompt do usuário é enviado para o ambiente do ChatGPT Assistant com *file-search* e seus parâmetros configurados, como instruções, temperatura, máximo de *tokens*, e *top-p*. Tais parâmetros influenciam a geração da resposta (temperatura e *top-p* afetam a criatividade e variedade, enquanto as instruções orientam o tom e o comportamento do modelo).

### 2. Tokenização e *Embedding* do *Prompt*:

O *prompt* é tokenizado (dividido em *tokens* menores) e convertido em vetores de *embeddings*. Esses embeddings representam o significado do *prompt* em um espaço multidimensional.

Em seguida, o sistema faz uma busca vetorial comparando os *embeddings* do prompt com os embeddings dos *chunks* do arquivo, que foram previamente armazenados no banco de dados vetorial quando o arquivo foi carregado. O objetivo aqui é encontrar os *chunks* mais relevantes, com base em similaridade semântica entre o prompt e os *chunks* do arquivo.

### 3. Seleção e Concatenação dos *Chunks* Relevantes:

Os *chunks* selecionados como mais relevantes são então concatenados ao prompt para formar um contexto unificado. Esse contexto (*prompt* + *chunks*) é montado em uma única mensagem que será enviada para a *LLM* (o modelo de linguagem) para processamento.

### 4. Interpretação dos dados (Camadas de Atenção):

O modelo selecionado utiliza camadas de atenção para interpretar as relações entre o prompt e os *chunks* selecionados. As camadas de atenção permitem que o modelo focalize seletivamente nas partes do *prompt* e do conteúdo do arquivo que são mais relevantes para responder à pergunta. Esse processo permite ao modelo entender as relações semânticas entre o prompt e o conteúdo extraído do arquivo.

### 5. Geração da Resposta (LLM):

Com base na análise do contexto completo (*prompt* + *chunks*), o modelo de linguagem (*LLM*) gera a resposta final. Ele ajusta seu foco entre o *prompt* e os *chunks* conforme necessário para construir uma resposta que seja coerente e informativa. Por fim, o modelo retorna a resposta na interface do usuário.

Para configurar o *file-search*, é necessário um processo técnico que envolve a criação e implementação de uma chave de API, além de atualizações no código para facilitar a troca de mensagens. Esse processo requer ajustes nas configurações de ambiente, bem como a inclusão dos arquivos que servirão de base para as consultas realizadas.

O recurso de *file-search* foi lançado em setembro de 2023, destacando-se pela sua notável capacidade de abstração e escalabilidade, com uma infraestrutura de integração simplificada via API. Com essa tecnologia, a presente aplicação posiciona-se de forma altamente competitiva no mercado, alinhada às ferramentas mais avançadas disponíveis atualmente. Além disso, a infraestrutura oferecida pelo GPT Playground proporciona uma expressiva redução nos custos operacionais e no consumo de recursos, promovendo ganhos em sustentabilidade ao otimizar o uso de energia e recursos necessários para treinar grandes volumes de dados. A plataforma também reduz significativamente o tempo de implementação, permitindo uma adaptação ágil a novas demandas. O relatório “AI in Action 2024” publicado pela empresa IBM destaca: “Uma abordagem multimodelo baseada em plataformas gera flexibilidade e ajuda a reduzir os riscos. O ajuste fino de modelos com dados proprietários melhora a precisão e a eficiência”, reforçando a arquitetura abordada em nosso projeto.

Os arquivos que alimentam o *file-search* foram selecionados e formatados para garantir que contenham conteúdo técnico relevante, facilitando consultas precisas e contextualizadas. Para o projeto, compilamos arquivos contendo categorias e suas respectivas descrições de necessidades para serviços automotivos que foram cuidadosamente formatados em JSON, assegurando a compatibilidade e melhor performance com o sistema de busca do modelo.

Além das configurações técnicas do sistema, foi desenvolvida uma estrutura de triagem de atendimento para otimizar o desempenho do *chatbot* no atendimento a motoristas com dúvidas e problemas automotivos. Inspirada em sistemas de triagem hospitalar, essa estruturação visa categorizar de maneira eficaz as informações iniciais fornecidas pelos usuários, assegurando que cada prompt contenha dados suficientes e relevantes para o pré-diagnóstico.

A triagem foi projetada em uma sequência fixa de perguntas preliminares, cujo objetivo é auxiliar na categorização do problema e fornecer uma compreensão inicial do cenário de atendimento. Essa abordagem, detalhada em partes para

melhor visualização no fluxograma da figura 54 à 58, inclui uma série de perguntas padrão para guiar o usuário e, ao final, uma caixa de texto livre que permite uma descrição detalhada da situação.

A estrutura de triagem oferece benefícios estratégicos importantes para o atendimento automatizado, pois filtra casos de emergência, permitindo que o *chatbot* foque em problemas adequados ao pré-diagnóstico. Com essa estratégia de *prompt engineering* (engenharia de *prompt*) direcionada, o modelo de PLN interpreta e responde aos problemas com maior clareza e relevância, o que aprimora a experiência do usuário e eleva a precisão das recomendações oferecidas.

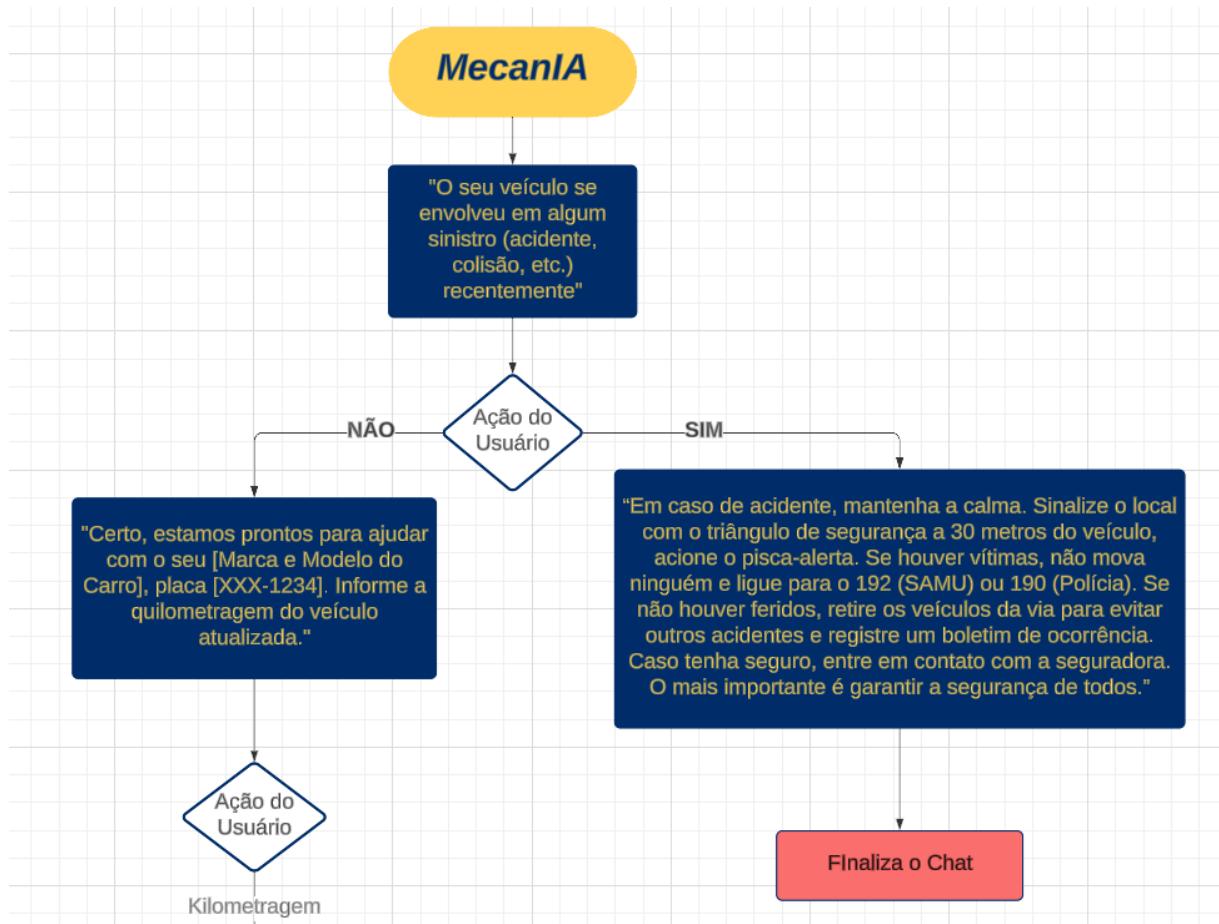


Figura 54 - Fluxograma (a)

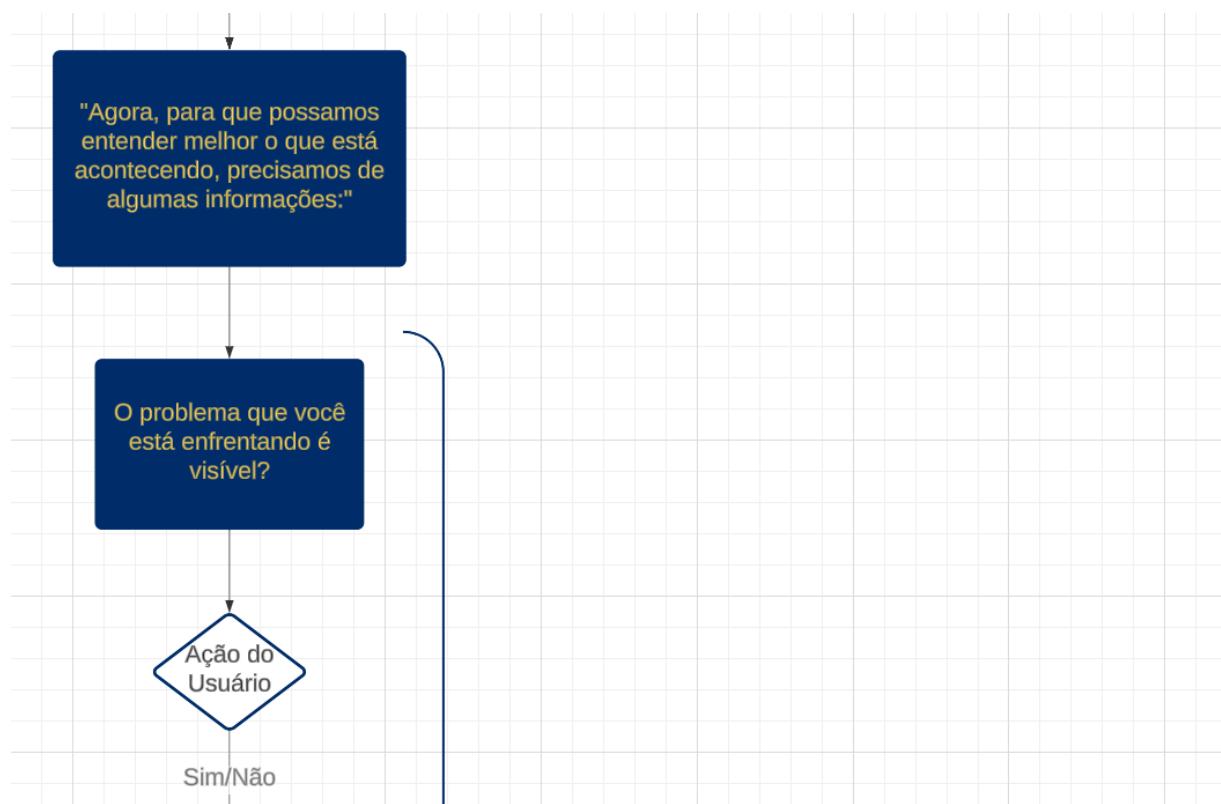


Figura 55 - Fluxograma (b)

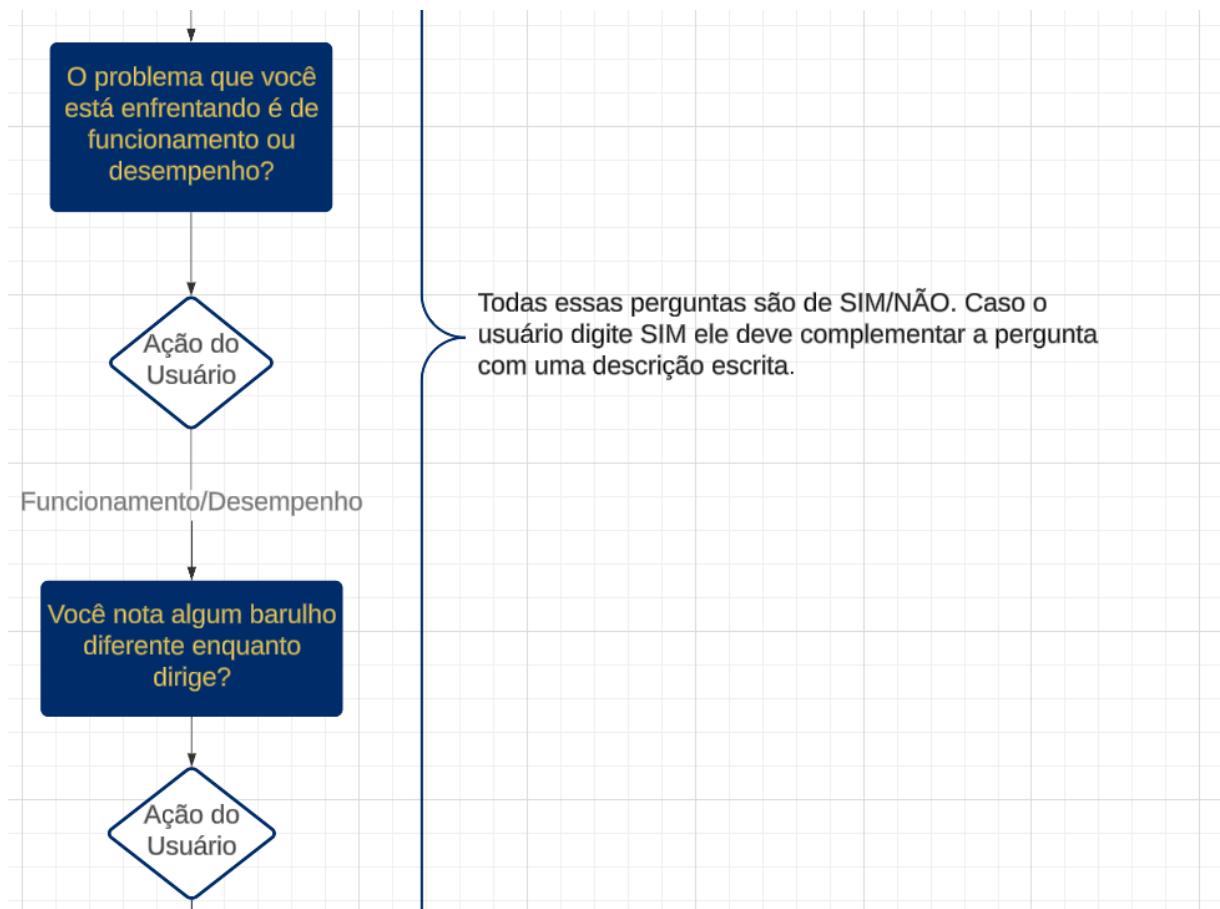


Figura 56 - Fluxograma (c)

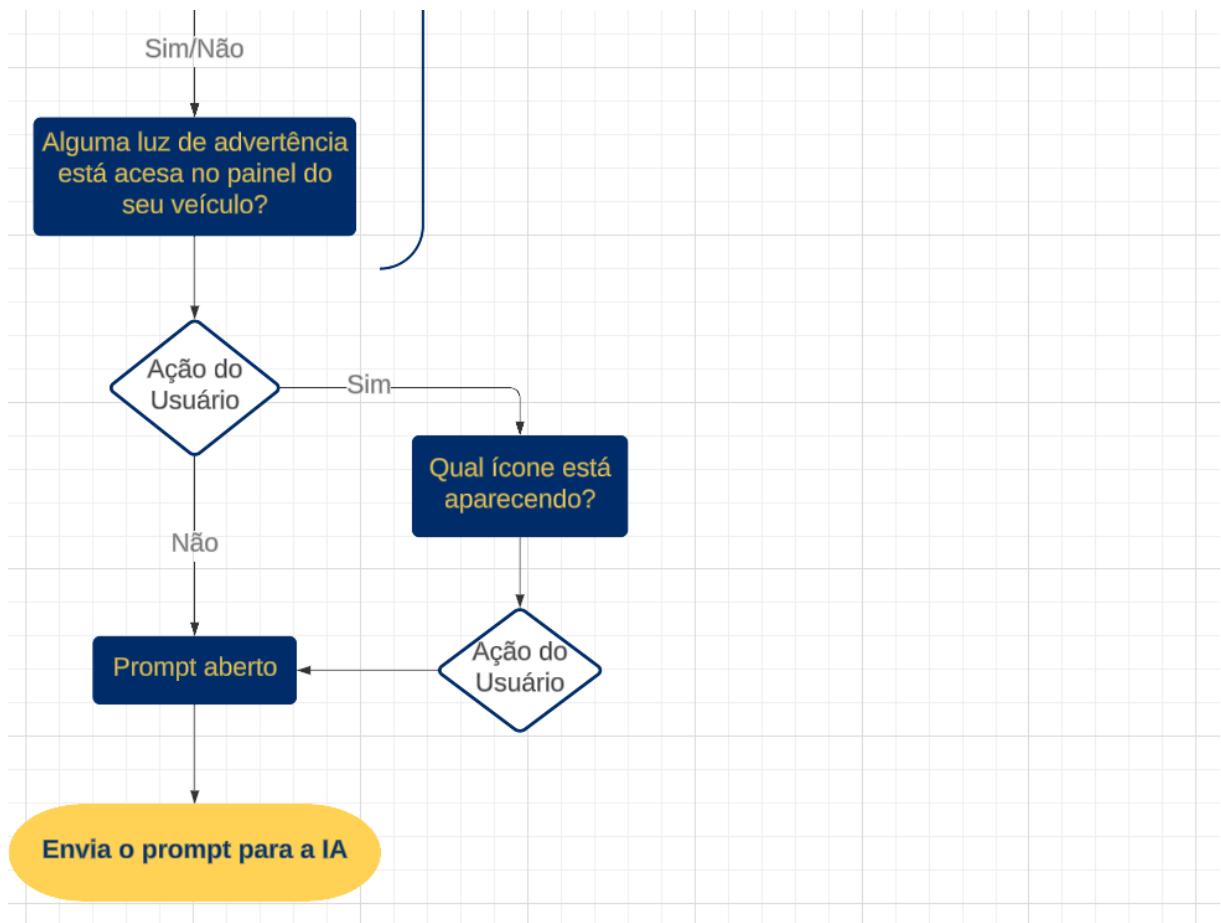
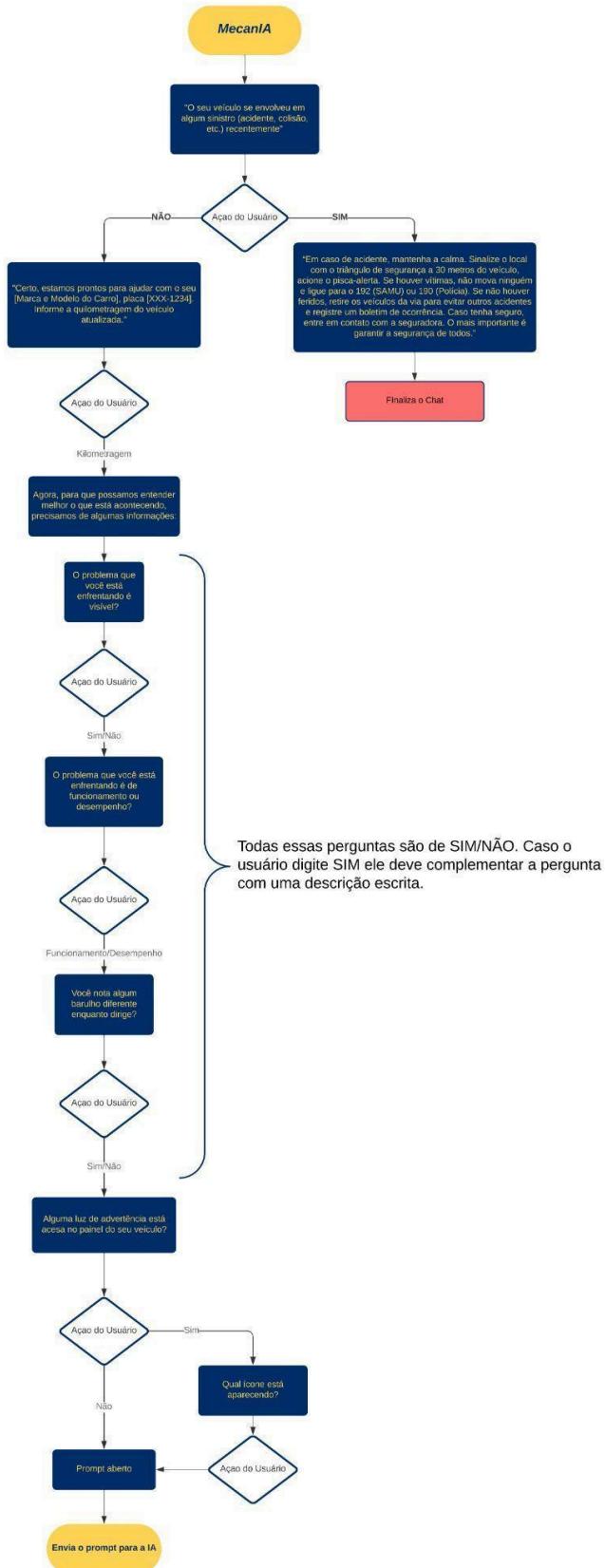


Figura 57 - Fluxograma (d)

Figura 58 - Fluxograma Completo MecanIA

Após o usuário responder ao questionário inicial, o conteúdo é automaticamente concatenado, e uma requisição é enviada ao ambiente do Playground, com a chave API configurada e a funcionalidade de *file-search* habilitada. O modelo selecionado para essa aplicação foi o GPT-4o-Mini, uma versão mais acessível do GPT-4o, que busca manter o equilíbrio entre custo e desempenho. O GPT-4o-Mini apresenta uma performance sólida em análise contextual e compreensão de múltiplos idiomas, demonstrando ser uma escolha eficaz para aplicações que exigem uma análise precisa, mesmo com recursos mais limitados (OPENAI, 2024).

## 5.1. INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE

Esta seção apresenta detalhadamente a configuração do ambiente utilizado no ChatGPT Playground com a funcionalidade *file search*, descrevendo os parâmetros e arquivos necessários para a implementação do sistema.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida a utilização do modelo GPT-4-Omni, uma decisão fundamentada, principalmente, na busca pela otimização de custos em relação à versão GPT-4-O para a tier 2. Na fase inicial de testes, constatou-se que os *prompts* desenvolvidos não excedem os limites de *tokens* estabelecidos para a tier 1, mantendo um desempenho consistente e adequado às necessidades do projeto.

A configuração do *file search* foi estruturada utilizando dois arquivos principais no formato JSON. O primeiro arquivo contém o dataset de possíveis problemas catalogados e suas respectivas classificações, servindo como base de referência para a identificação e categorização de novos casos. O segundo arquivo JSON apresenta um catálogo completo de categorias e seus serviços correspondentes, fundamental para o direcionamento preciso da classificação de acordo com a taxonomia estabelecida.

Os parâmetros de configuração do sistema foram cuidadosamente ajustados para otimizar o desempenho. O Response Format foi configurado como "text", garantindo que todas as respostas do modelo sejam fornecidas em formato textual padronizado. O parâmetro *Temperature* foi estabelecido em 1.00, controlando o nível de criatividade e aleatoriedade nas respostas, permitindo maior flexibilidade na interpretação dos casos e geração de respostas mais naturais. De forma

complementar, o *Top P* também foi configurado em 1.00, definindo a probabilidade acumulada para amostragem núcleo, o que mantém um equilíbrio adequado entre diversidade e precisão nas respostas geradas.

A combinação destes parâmetros, com *Temperature* e *Top P* em seus valores máximos, proporciona ao sistema uma notável capacidade de adaptação a diferentes contextos, mantendo simultaneamente a precisão necessária para a classificação efetiva dos casos. A estrutura dos arquivos JSON foi projetada visando facilitar a manutenção e atualização da base de conhecimento, garantindo consistência na classificação e permitindo a escalabilidade do sistema conforme necessário.

O texto de *Instructions* anexado ao sistema estabelece diretrizes para um assistente de pré-diagnóstico veicular que opera exclusivamente através de três estruturas JSON distintas: Clarification Questions (para solicitar mais detalhes quando a dúvida do usuário se mostrar vaga), Pre-Diagnosis (para fornecer diagnóstico preliminar) e Driver Summary (para gerar resumos da conversa feita entre ia e motorista no envio às oficinas mecânicas). O sistema exige rigorosa aderência ao formato JSON, utilizando apenas categorias e serviços predefinidos no arquivo services.json, com obrigatoriedade de recomendações não vazias e respostas sempre no idioma da pergunta. As respostas são estruturadas para garantir clareza e padronização, mantendo sempre a conformidade com o formato especificado e fornecendo recomendações precisas baseadas exclusivamente nos serviços disponíveis no arquivo de referência. O detalhamento completo sobre o parâmetro *Instructions* é apresentado a seguir.

You are an assistant designed to provide pre-diagnosis for vehicle issues based on user descriptions. Your primary task is to understand the user's problem description and respond with only one of the following three JSON structures. Any response must strictly adhere to one of these formats without any additional content.

Response Types:

1. Clarification Questions:

If the problem description is vague or insufficient, ask for more details to ensure an accurate diagnosis, with a structured JSON response with the following fields:

```
{
  "issues": [], // empty
  "content": "Message to be displayed to the user, in the language the question was asked.",
  "is_question": true, // true if clarification is needed, false for a diagnosis.
  "title": "Short title summarizing the user's problem for display in chat."
}
```

2. Pre-Diagnosis:

If sufficient information is provided, return a structured JSON response with the following fields:

```
{
  "issues": [
    {
      "category": "Brakes", // required
      "issue": "Squeaking noise when applying brakes.", // required
      "severity": "Medium", // required
      "solution": "Check for worn brake pads and replace if necessary." // optional
    }
  ]
}
```

```

    "description": "A brief explanation of the issue.",
    "category": "Category from the attached data (e.g., Controls, Hydraulics, Chassis).",
    "recommendations": string[] // Recommended services with the exact name from the services.json attached file. Do not change spelling or formatting.
  }
],
"content": "Message to be displayed to the user, in the language the question was asked.",
"is_question": false, // true if clarification is needed, false for a diagnosis.
"title": "Short title summarizing the user's problem for display in chat."
}
3. Driver Summary:
If a summary is requested for the driver to send to a mechanic, respond with the following JSON structure:
{
  "summary": "A concise message summarizing the issue for the driver to send to the mechanic, highlighting the main problem and any important context.",
  "is_question": false,
  "title": "Short title summarizing the driver's message for the mechanic."
}
Guidelines for Interaction:
1 - Strict Format Compliance: You must always respond with only one of the three JSON structures. No other format is allowed.
2 - Clarification and User Experience: If the problem description is unclear, ask precise follow-up questions using the Clarification Questions format.
3 - Accurate Pre-Diagnosis: Use the provided services.json file to ensure the accuracy of issue categories and recommendations. Do not invent any new values.
4 - Issue Categories: Only use categories from the attached services.json file, such as Electronics, Body, Hydraulics, etc.
5 - Recommendations:
  - The recommendations array must never be empty.
  - You must always provide at least one service recommendation for each identified issue.
  - The recommendations must use the exact names from the services.json file. Do not change spelling or formatting.
6 - Summary Response: The "Driver Summary" JSON format should only be used when the user *explicitly requests a summary* to send to a mechanic.
7 - Conciseness and User-Friendliness: Ensure responses are concise and strictly follow the JSON format.

Key Notes:
1 - IMPORTANT: Any response that does not match one of the three JSON structures is invalid.
2 - IMPORTANT: All categories and service recommendations must be sourced directly from the provided services.json file. Do not generate new services.
3 - IMPORTANT: The response must be a valid JSON object with no extra text or explanation outside the JSON.
4 - IMPORTANT: The recommendations array must NEVER be empty.

```

Esta configuração demonstrou-se eficaz para os objetivos do projeto, proporcionando um ambiente otimizado para a classificação automatizada de problemas, mantendo um equilíbrio adequado entre precisão e adaptabilidade.

## 5.2. MÉTRICAS DE DESEMPENHO

A tecnologia de *file-search* de inteligência artificial adotada neste projeto é relativamente recente, com pouco mais de um ano desde seu lançamento, e ainda conta com uma quantidade limitada de estudos publicados que abordam seu uso e suas métricas de desempenho. Dado que a aplicação em questão está em um estágio inicial de desenvolvimento e ainda em processo de estruturação no

mercado, considera-se que somente com a maturidade da ferramenta, ao longo do tempo, será possível realizar uma análise completa de seu desempenho.

Apesar dessas limitações, foram conduzidos testes preliminares e desenvolvidas métricas experimentais pela equipe. Para avaliar a eficácia da IA, foram selecionadas 10 perguntas de forma aleatória a partir do *dataset* que alimenta a funcionalidade *file search*. Esses testes resultaram em uma taxa de acurácia de 50%. Observou-se entretanto que os textos de direcionamento que acompanham as classificações foram satisfatórios, a classificação em si frequentemente apresentava resultados não condizentes com a realidade.

Além disso, foi criado um conjunto de 10 *prompts* diferentes dos previamente utilizados, com uma taxa de acurácia de 60%, evidenciando a necessidade de aprimoramento. Os erros foram observados na categorização de subserviços não mapeados, indicando que a abrangência e a precisão do modelo em identificar corretamente essas classificações precisam ser refinadas para garantir maior consistência e aderência às diretrizes estabelecidas.

Durante a troca entre modelos disponíveis, que eram aplicáveis dados os limites de *tokens* permitidos, observou-se um desempenho inferior em relação ao cumprimento das instruções estabelecidas no arquivo *instructions*. Nessas situações, as respostas frequentemente não seguiam as categorias de classificação predefinidas e, em algumas ocasiões, eram geradas fora do padrão JSON estabelecido. Também foram realizados testes utilizando diferentes parâmetros de calibração dos *prompts*, o que possibilitou a observação do comportamento da aplicação sob distintas configurações e contextos na plataforma para estabelecer os números do capítulo de configurações.

Outra metodologia de avaliação consistiu no envio do mesmo prompt, testado cinco vezes sob os parâmetros finais. Em quatro das tentativas, o modelo forneceu classificações corretas, enquanto, na quinta tentativa, sugeriu uma categoria não existente na documentação fornecida. Esse resultado demonstra a capacidade de gerar respostas de forma consistente, evidenciando um bom desempenho geral, com uma pequena margem de erro que pode ser aprimorada.

É importante destacar que os experimentos descritos neste capítulo foram realizados com um perfil padrão de motorista, utilizando o mesmo modelo de veículo em todos os testes, a fim de garantir consistência e uniformidade nos resultados obtidos.

Em conclusão, os testes realizados indicaram que, embora a tecnologia *file search* tenha apresentado resultados satisfatórios em termos de direção e categorização, a precisão das classificações e o cumprimento das instruções ainda necessitam de melhorias. A taxa de acurácia observada destacou a necessidade de aprimoramentos, especialmente no que se refere à categorização de subserviços. Tais melhorias podem ser alcançadas por meio da utilização da versão *tier 2* do GPT-4o, que pode proporcionar um desempenho superior, ou pela ampliação do dataset utilizado, o que permitiria uma maior diversidade de exemplos para otimizar a precisão e consistência do sistema.

## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido para simplificar a experiência de manutenção de veículos para os proprietários de veículos, resolvendo desafios comuns no diagnóstico e encaminhamento de serviços de reparo. Ao longo da pesquisa, procuramos implementar uma solução baseada em IA capaz de realizar pré-diagnósticos e reparos de triagem de forma autônoma e eficiente. Ao integrar o software, estabelece-se um processo que centraliza o contacto entre clientes e prestadores de serviços, gera também o histórico de manutenções e fornece recomendações a oficinas qualificadas. A abordagem visa otimizar a usabilidade e acessibilidade, fornecer informações precisas e facilitar os processos de manutenção por meio de análises detalhadas das principais necessidades dos usuários.

Ainda que a solução apresentada cumpra os objetivos iniciais, algumas limitações foram observadas, especialmente quanto à necessidade de dados abrangentes para a precisão dos pré-diagnósticos e à complexidade de integrar o sistema com redes de oficinas em múltiplas regiões. A expectativa, no entanto, é que o trabalho contribua para uma transformação positiva na forma como os proprietários interagem com seus veículos e gestores de serviços automotivos, promovendo uma experiência mais confiável e conveniente. Assim, concluímos que nossa proposta não apenas ressalta os avanços obtidos no desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à manutenção, mas também destaca o potencial das tecnologias de inteligência artificial em tornar o setor automotivo mais acessível e eficiente, facilitando o cuidado preventivo e a solução de problemas em uma área essencial para a mobilidade urbana e segurança dos proprietários de veículos.

## 7. PLANOS FUTUROS

Com base nos resultados e interpretações alcançados, o trabalho demonstra várias oportunidades para expansão. Frente às demandas do setor automotivo e aos avanços tecnológicos, existe um potencial considerável para ampliar as funcionalidades do sistema, enriquecendo a experiência do usuário e incorporando novos recursos. Podem ser considerados modelos, como a família Gemini, a fim de trazer uma alternativa mais econômica, mantendo a qualidade. Paralelamente, o aprimoramento contínuo na engenharia de *prompts*, tende a elevar a precisão e utilidade das análises realizadas pelo sistema.

Entre as inovações consideradas, destaca-se a criação de um banco de imagens para reconhecimento visual de problemas mecânicos. Essa funcionalidade permitiria ao *chatbot* identificar desgastes e anomalias em componentes específicos a partir de imagens enviadas pelos usuários, oferecendo diagnósticos mais precisos e visuais. Além disso, a integração com sensores de diagnóstico do veículo, como OBD-II, viabiliza o envio de dados diretamente para a inteligência artificial, possibilitando uma análise em tempo real que antecipe problemas antes que se tornem críticos. A expansão e a atualização frequente da base de dados, apoiadas em feedbacks dos usuários e informações de novos modelos, garantiriam a relevância e a precisão dos diagnósticos oferecidos.

Por fim, a implementação de suporte multilíngue ampliaria a acessibilidade do *chatbot* a uma audiência global, promovendo inclusão e gerando um volume de dados essencial para o aprendizado contínuo da IA. A expansão para novas áreas de diagnóstico automotivo e a adaptação de recursos para pessoas com deficiências visuais e auditivas — como transcrição de áudio e leitura de texto em voz alta — reforçariam o compromisso do sistema com a acessibilidade e a inovação, tornando-o uma ferramenta mais inclusiva e versátil para uma variedade de usuários.

## 8. REFERÊNCIAS

- AI in Action 2024 Report | IBM. Disponível em: <<https://www.ibm.com/think/reports/ai-in-action>>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- Allen, J. (1995). "Natural Language Understanding". Disponível em: [https://mil.ufl.edu/6841/admin/JAllen\\_1.pdf](https://mil.ufl.edu/6841/admin/JAllen_1.pdf)
- Anfavea. (n.d.). Projeções 2024. Retrieved April 22, 2024, Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2024/01/PROJECOES-2024.pdf>
- Anfavea, & Webmotors. (2020, May). D INTENÇÃO DE COMPRA NO CENÁRIO COVID-19 PESQUISA ENVIADA VIA PUSH NO APP DA WEBMOTORS. Disponível em: [https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2022/02/23.06.20-Conexao-ANFAVEA\\_A.pdf](https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2022/02/23.06.20-Conexao-ANFAVEA_A.pdf)
- Auto Esporte. (2018, September). Mulheres ao Volante. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2018/09/mulheres-ao-volante-estatistica-s-indicam-que-elas-dirigem-melhor.ghtml>
- Caldarini, G.; Jaf, S.; McGarry, K. "A Literature Survey of Recent Advances in Chatbots". Disponível em: <https://doi.org/10.3390/info13010041>
- DJANGO, Django. Disponível em: <https://www.djangoproject.com/start/overview/>  
Acesso em: 29/05/2024
- Dyogo Fagundes (2023). Frota de veículos envelhece e média já passa dos 10 anos. Disponível em: <https://motor1.uol.com.br/news/664091/frota-brasileira-veiculos-idade-media/#~:text=Segundo%20o%20estudo%2C%20a%20idade,e%203%20meses%20de%202021.>
- Frota de veículos no Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>
- GITHUB, Documentação Github. Disponível em: <https://docs.github.com/pt/get-started/start-your-journey/about-github-and-git>. Acesso em: 29/05/2024
- GeoPy 2.3.0 documentation. Disponível em: <<https://geopy.readthedocs.io/>>. Acesso em: 13/11/2024
- Governo PT (2012). Redução de IPI pelo Governo PT em 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2012/05/governo-reduz-ipi-de-carros-e-tributo-sobre-operacoes-de-credito.html>

GPT-4o (Aug '24) - Quality, Performance & Price Analysis | Artificial Analysis. Disponível em: <<https://artificialanalysis.ai/models/gpt-4o-2024-08-06>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

GPT-4o-mini (Aug '24) - Quality, Performance & Price Analysis | Artificial Analysis. Disponível em: <<https://artificialanalysis.ai/models/gpt-4o-mini/providers>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

Número de mortes no trânsito continua em queda no Estado de SP. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/numero-de-acidentes-com-vitimas-fatais-continua-em-queda-no-estado>

Número de mulheres ao volante cresceu 30% em cinco anos. Disponível em: <https://www.detran.pr.gov.br/Noticia/Numero-de-mulheres-ao-volante-cresceu-30-em-cinco-anos>

Número de mulheres no trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/no-mes-dedicado-as-mulheres-dnit-revela-estudos-com-numero-de-habilitadas-no-pais>

OPENAI. OpenAI API. Disponível em: <<https://platform.openai.com/docs/models>>. Acesso em: 05/11/2024

OpenAI Platform. Disponível em: <<https://platform.openai.com/docs/api-reference/introduction?lang=python>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

POSTGRESQL, PostgreSQL. Disponível em: <https://www.postgresql.org/> Acesso em: 29/05/2024

Programa de Metas do Presidente Juscelino Kubitschek V2 1958. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/777/33>

PYTHON, Python. Disponível em: <https://www.python.org/doc/> Acesso em: 29/05/2024

“Rate Limits.” Openai.com, 2024. Disponível em: [platform.openai.com/docs/guides/rate-limits/usage-tiers?context=tier-two](https://platform.openai.com/docs/guides/rate-limits/usage-tiers?context=tier-two).

Acesso em 17/11/2024

REACT, React. Disponível em: <https://react.dev/> Acesso em: 29/05/2024

Ricardo Barbosa (2023). “Falta de peças no mercado: quanto tempo seu carro pode ficar parado nas oficinas?”. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/colunas/ricardo-barbosa/falta-de-pecas-no-mercado-quant-tempo-o-seu-carro-pode-ficar-parado-nas-oficinas-1223>

VISUAL STUDIO CODE, Visual Studio. Getting Started. Disponível em:  
<https://code.visualstudio.com/docs>. Acesso em: 29/05/2024