



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI

CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

**RECHARGE NOW: SISTEMA PARA LOCALIZAÇÃO DE  
ESTAÇÕES DE RECARGA PARA CARROS ELÉTRICOS**

Gabriel de Carvalho Frantz

Lajeado/RS, dezembro de 2022.



Gabriel de Carvalho Frantz

## **RECHARGE NOW: SISTEMA PARA LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE RECARGA PARA CARROS ELÉTRICOS**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia de Software, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Me. Juliano Dertzbacher.

Lajeado/RS, dezembro de 2022.

## RESUMO

Atualmente, com o preço dos combustíveis aumentando constantemente, muitas pessoas estão buscando novas alternativas para se locomover, que sejam mais econômicas e sustentáveis. Uma alternativa que está ganhando força é a aquisição de veículos elétricos, pois eles não necessitam de combustível fóssil para o seu abastecimento e não produzem quase nenhum poluente. Porém, um dos grandes empecilhos para que a aquisição desses veículos aumente é a falta de infraestrutura e a dificuldade em localizar estações de recarga, assim como planejar viagens que sejam maiores do que a autonomia de uma carga da bateria. O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de propor uma solução tecnológica que permita contornar o problema através da localização de estações de recarga para os carros elétricos, utilizando técnicas de geolocalização para realizar o cálculo de rotas e descoberta destas estações. A proposta do aplicativo é mostrar as estações de recarga mais próximas para o usuário, mostrando sua localização. Para isso, foi realizado um estudo sobre os recursos tecnológicos mais recentes do mercado sobre geolocalização. Com o aplicativo desenvolvido, testes foram realizados com alguns usuários que através de avaliações, validaram de um modo muito positivo o uso da aplicação para localização de estações de recarga para carros elétricos.

**Palavras-chave:** Veículos elétricos. GPS. Desenvolvimento Mobile.

## **ABSTRACT**

Currently, the market is looking for great alternatives, constantly new people to become more meaningful and with. Since they are capable of being efficient, they are not capable of being electric, for they are not capable of being electric. However, one of the major equipment increases in equipment is the lack of charging stations, as well as planning trips longer than the autonomy of a battery charge. The present was prepared with the objective of proposing a technological solution that allows solving the problem by locating charging stations for cars, using geolocation techniques to perform the schedule of routes and station discoveries. The application of the application is shown as the nearest charging stations for the proposed group, its location. For this, a study was carried out on the most recent technological resources on the market on geolocation. With the developed application, they were carried out with users who tested through estimates, validated in a very positive way the use of the application to locate charging stations for electric cars.

**Keywords:** Electric vehicles. GPS. Mobile Development.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de veículos elétricos.....	19
Figura 2 - Transformação da energia de CA para CC.....	22
Figura 3 - Classificação dos carregadores de veículos elétricos.....	23
Figura 4 - Tipos de plugues para recarga de veículos elétricos .....	24
Figura 5 - Segmento do sistema GPS.....	27
Figura 6 - Determinação da localização bidimensional .....	27
Figura 7 - Linhas imaginárias traçadas para obtenção da latitude e longitude.....	28
Figura 8 - Gerações do sistema GLONASS.....	29
Figura 9 - Funcionamento do A-GPS .....	34
Figura 10 - Topologia da rede Wi-Fi.....	35
Figura 11 - Cálculo das coordenadas conforme o ângulo de chegada .....	36
Figura 12 - Cálculo das coordenadas conforme a distância do dispositivo .....	36
Figura 13 - Telas iniciais .....	38
Figura 14 - Tela de cadastro de veículos e perfil do usuário.....	39
Figura 15 - Telas iniciais .....	40

Figura 16 - Telas iniciais .....	42
Figura 17 - Tela principal.....	43
Figura 18 - Modelo em cascata utilizado.....	46
Figura 19 - React Native API.....	48
Figura 20 - Firebase Cloud Firestore.....	50
Figura 21 - Exemplo de mapa .....	51
Figura 22 - Exemplo de rota .....	52
Figura 23 - Exemplo de lugares .....	52
Figura 24 - Arquitetura da aplicação .....	54
Figura 25 - Diagrama de casos de uso .....	55
Figura 26 - Telas iniciais .....	62
Figura 27 - Telas do menu de estações .....	62
Figura 28 - Tela para cadastrar estação de recarga .....	64
Figura 29 - Tela do menu de veículos .....	65
Figura 30 - Tela do menu de carregar.....	66
Figura 31 - Tela do menu de viagens.....	67
Figura 32 - Tela do menu de perfil .....	68
Figura 33 - Marca e modelo dos carros elétricos dos usuários .....	71
Figura 34 - Autonomia total da bateria dos carros elétricos dos usuários .....	72

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tipo de carro elétrico dos usuários.....	70
Gráfico 2 - Percurso dos carros elétricos dos usuários .....	72
Gráfico 3 - Uso de outras ferramentas de localização de estações de recarga .....	73
Gráfico 4 - Experiência com a utilização de outras ferramentas de localização de estações de recarga.....	73
Gráfico 5 - Avaliação do layout da aplicação .....	74
Gráfico 6 - Avaliação dos recursos da tela inicial .....	74
Gráfico 7 - Avaliação dos recursos de navegação dos menus.....	75
Gráfico 8 - Avaliação dos recursos de cadastro de veículos.....	75
Gráfico 9 - Avaliação dos recursos para localizar as estações de recarga .....	76
Gráfico 10 - Avaliação dos recursos para criar rotas de viagens com os veículos cadastrados do usuário .....	76
Gráfico 11 - Avaliação final da aplicação Recharge Now.....	77

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Dados das gerações dos sistemas GLONASS .....	30
Tabela 2 - Resumo das características do GPS, GLONASS, Galileo e Beidou .....	33
Tabela 3 - Comparativo entre os trabalhos relacionados .....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos requisitos .....	56
Quadro 2 - Requisitos funcionais .....	56
Quadro 3 - Requisitos não funcionais .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A-GPS	Assisted Global Position System
AP	Access Point
API	Application Programming Interface
AS	Anti-spoofing
BEV	Veículo elétrico a bateria
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
CCS1	Combined Charging System
CCS2	Combined Charging System
CHAdeMO	Charge de Move
FCEV	Veículo elétrico a célula de combustível
G2G	Galileo de segunda geração
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Position System
HEV	Veículo elétrico híbrido

IDE	Integrated Development Environment
JSON	JavaScript Object Notation
KERS	Sistema de Recuperação de Energia Kinectic
NPM	Node Package Manager
PHEV	Veículo elétrico híbrido plug in
RF	Requisitos Funcionais
RNF	Requisitos Não Funcionais
RSSI	Received Signal Strength Indicator
SDK	Software Development Kit
VE	Veículos Elétricos
Wi-Fi	Wireless Fidelity

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 Problema de pesquisa .....	15
1.2 Objetivos da pesquisa.....	16
1.3 Estrutura do trabalho .....	17
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 Tipos de veículos elétricos.....	18
2.1.1 Veículo elétrico a bateria (BEV).....	19
2.1.2 Veículo elétrico híbrido (HEV).....	20
2.1.3 Veículo elétrico híbrido plug in (PHEV).....	20
2.1.4 Veículo elétrico a célula de combustível (FCEV) .....	21
2.2 Tipos de carregamentos de veículos elétricos.....	21
2.2.1 Tipos de carregamento .....	21
2.2.2 Classificação dos carregadores.....	23
2.2.3 Padrões e tipos de plugues para carregamento de veículos elétricos .....	24
2.3 Localização e mobilidade.....	25
2.3.1 Localização via satélite .....	26
2.3.1.1 GPS .....	26

2.3.1.2 GLONASS .....	29
2.3.1.3 Galileo.....	31
2.3.1.4 Beidou.....	32
2.3.1.5 Comparação entre os sistemas de localização via satélite .....	32
2.3.2 A-GPS.....	33
2.3.3 Wi-Fi .....	35
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 Tupinambá.....	37
3.2 PlugShare .....	39
3.3 Voltbras.....	41
3.4 VAMO Fortaleza .....	42
3.5 Comparativo entre os trabalhos relacionados.....	44
<b>4 MÉTODOS E TECNOLOGIAS.....</b>	<b>46</b>
4.1 Métodos .....	46
4.2 Tecnologias .....	47
4.2.1 React Native .....	47
4.2.2 Firebase Authentication .....	49
4.2.2.1 Firebase Cloud Firestore .....	49
4.2.3 Visual Studio Code .....	50
4.2.4 Google Maps API.....	51
<b>5 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>53</b>
5.1 Arquitetura .....	54
5.2 Diagrama de casos de uso .....	55
5.3 Requisitos .....	56
5.4 Interfaces da aplicação .....	62
<b>6 TESTES E ANÁLISES DE RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
6.1 Metodologia de testes.....	69

6.2 Análise dos dados gerados.....	70
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>85</b>
APÊNDICE A – Análise de informações sobre o uso do carro elétrico.....	85
APÊNDICE B – Avaliação da ferramenta .....	88

## 1 INTRODUÇÃO

Para SOUZA (2015), o Acordo de Paris, assinado em 12 de dezembro de 2015 e que entrou em vigor em 4 de novembro de 2016, tem como principal objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa de todo o mundo. Após o acordo entrar em vigor, um dos maiores setores que foi afetado foi o setor automobilístico.

Ao contrário dos veículos de combustão, os veículos elétricos não emitem gases poluentes, ou seja, eles não provocam o aumento no efeito estufa. Porém, para sua aquisição, existe um fator muito importante e que deve ser avaliado: para a recarga dos veículos elétricos é necessária uma infraestrutura adequada, pois estes veículos não são abastecidos com a gasolina tradicional, mas com eletricidade, exigindo carregadores específicos para o seu abastecimento correto.

Atualmente, os veículos são essenciais para a vida das pessoas, seja para se locomover ao trabalho, viajar ou até mesmo ser utilizado para realizar trabalhos de transportes e carregamentos. Segundo EPE (2022), que publicou o Atlas da Eficiência Energética Brasil 2021, o setor de transporte chegou a ultrapassar o consumo do setor industrial nos anos de 2018 e 2019. Porém, com a chegada da pandemia em 2020 o consumo para o setor de transportes recuou 6,4%, com isso ele voltou para a segunda posição como maior consumidor de energia no Brasil, representando 32,8% do total, atrás somente do setor industrial que consome 33,8% (EPE, 2022).

Com o grande crescimento no número de veículos no país e a grande preocupação com o meio ambiente, devido ao aumento na emissão de combustíveis

fósseis, as pessoas acabam investindo em outros meios para se locomover, e é com isso, que surge a demanda pelos veículos elétricos, também conhecidos como VEs.

Os veículos elétricos podem ser classificados como puros ou híbridos. Os puros são os veículos que apenas aceitam abastecimento via eletricidade, já os híbridos, aceitam abastecimento tanto por eletricidade, como também por combustíveis fósseis. Além disso, ambos modelos vêm ganhando muita força como uma alternativa para a proteção do meio ambiente, pois os VEs possuem a vantagem de quase não produzir gases prejudiciais para a saúde das pessoas em comparação com os veículos de motor de combustão interna. Para Lam e Li (2010), veículos elétricos não só podem aliviar a nossa demanda de combustíveis fósseis, mas também ajudam a promover um ambiente melhor para viver. Portanto, os VEs se tornarão essenciais no sistema de transporte futuro.

Com o aumento na quantidade de fabricação e aquisição dos VEs, algumas necessidades acabam surgindo, como por exemplo a infraestrutura de recargas e como localizá-las. Atualmente existem cerca de quase 1.000 pontos de estações de recargas em operação no Brasil (ABVE, 2022). Porém, ainda esse número é baixo para atender toda a demanda de VEs. Há uma grande necessidade de um maior número de estações de carregamento instaladas em espaços públicos e de fácil acesso.

## **1.1 Problema de pesquisa**

Com o aumento dos VEs, surgiu o problema de localizar as estações de carregamento. Os condutores dos VEs, principalmente os dos carros elétricos, necessitam que essas estações se encontrem em locais estratégicos e que sejam acessíveis durante o seu trajeto ao trabalho ou viagem. Como os carros elétricos possuem uma autonomia limitada de quilometragem com apenas uma carga da bateria completa, muitas vezes os condutores precisam atentar para não ficar sem energia em seus carros durante o seu percurso.

Neste contexto, este trabalho atuou sobre a escassez de soluções tecnológicas para dispositivos móveis que contribuam para a localização eficiente de estações de recargas de VEs, auxiliando no planejamento do trajeto dos condutores, seja para trabalho ou para seu lazer.

## 1.2 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral deste trabalho foi propor uma solução tecnológica *mobile* que permita a localização de estações de recarga para carros elétricos, utilizando técnicas de geolocalização para realizar o cálculo de rotas e descoberta destas estações. Com isso, os condutores de carros elétricos terão mais tranquilidade e organização para realizar seus percursos.

Para que o objetivo geral fosse alcançado, foi necessário atentar para os seguintes objetivos específicos:

- Adquirir conhecimento sobre as tecnologias necessárias ao desenvolvimento do projeto;
- Mapear a localização de estações de recarga para carros elétricos;
- Compreender o funcionamento dos carros elétricos e seus tipos de carregamento, a fim de implementar adequadamente a solução;
- Analisar aplicativos de geolocalização existentes no mercado e trabalhos relacionados ao tema proposto;
- Validar o experimento com usuários e analisar os resultados obtidos.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho foi dividido em sete capítulos e para uma melhor compreensão, uma breve explicação de sua estrutura será abordada a seguir.

O primeiro capítulo introduz o tema e relata ao leitor o assunto abordado ao longo do trabalho, problema e objetivos.

No segundo capítulo é tratado do levantamento bibliográfico que apresenta os principais conceitos para o entendimento do negócio e desenvolvimento da aplicação.

No terceiro capítulo são identificados trabalhos relacionados ao tema do estudo aplicado, na qual é feita uma relação destes com o trabalho atual para reforçar pontos importantes no desenvolvimento desta pesquisa.

O quarto capítulo detalha as metodologias e as utilizadas no planejamento da aplicação.

O quinto capítulo mostra o desenvolvimento da aplicação, desde sua arquitetura, seus requisitos, banco de dados e até as interfaces do sistema.

No sexto capítulo são demonstrados os testes realizados, as análises e os relatos dos resultados obtidos.

O sétimo e último capítulo conclui o trabalho, apresentando as conclusões finais, dificuldades encontradas e projeções futuras.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo estão apresentados os conceitos que foram fundamentais para a construção da aplicação proposta. Foram abordados desde pontos gerais até conceitos mais específicos, para que assim o conhecimento relacionado à pesquisa pudesse ser abrangido de uma forma completa.

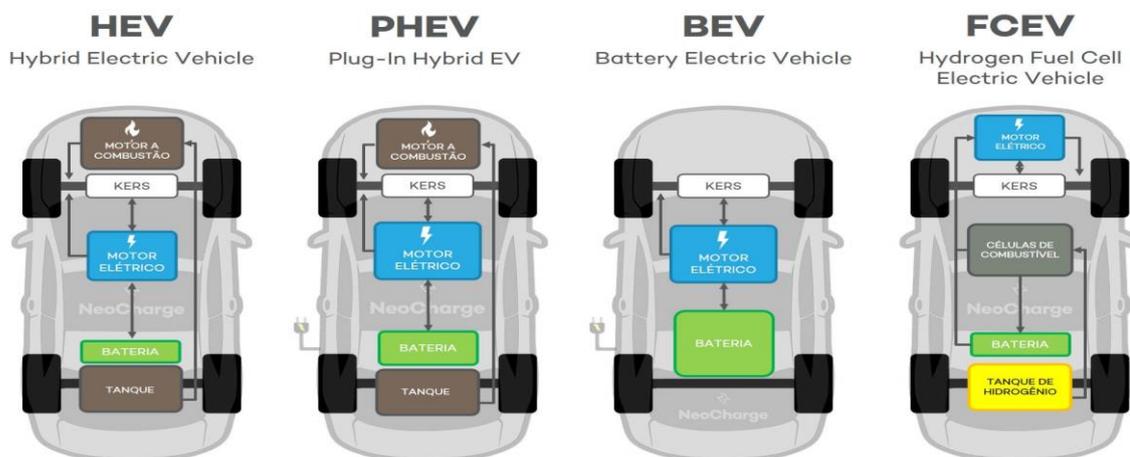
### **2.1 Tipos de veículos elétricos**

Os veículos elétricos ou também conhecidos como VEs são aqueles que apenas funcionam com pelo menos um motor elétrico. Uma das maiores características de um VE é que ele pode ser recarregado por um plugue que é conectado em uma tomada através de uma fonte de energia externa. Isto os diferencia dos VE híbridos, no qual necessitam complementar um motor a combustão com a energia da bateria, não podendo ser recarregados por uma tomada (NeoCharge, 2022).

Atualmente existem três tipos de VE: os elétricos a bateria, híbridos e híbridos plug in. Dentro do tipo totalmente elétrico pode-se encontrar os elétricos a bateria (BEV) e os carros elétricos a célula de combustível (FCEV), assim como mostra a Figura 1. Estes são carregados pela energia da rede e podem ter uma parte da bateria recarregada pelos freios, nos quais são regenerativos, ou seja, eles reaproveitam

parte da energia perdida durante a frenagem do veículo para recarregar (NeoCharge, 2022).

Figura 1 - Tipos de veículos elétricos



Fonte: Adaptado pelo autor com base em NeoCharge (2022).

### 2.1.1 Veículo elétrico a bateria (BEV)

Os veículos elétricos a bateria, também chamados de BEV, são os carros 100% elétricos, pois utilizam a eletricidade armazenada em uma bateria para alimentar o seu motor elétrico. Sua bateria quando esgotada, pode ser carregada pelos seus freios regenerativos, chamado de KERS, e via energia da rede elétrica, na qual faz o uso de plugues para o seu recarregamento (NeoCharge, 2022).

Os BEVs não realizam a emissão de nenhum gás poluente ou de efeito estufa pelo escapamento, até porque eles nem possuem escapamento para tal. Porém, a eletricidade que eles fazem a utilização podem vir de fontes que produzem gases e outras poluições na fonte de sua geração ou também na extração dos combustíveis fósseis. Alguns dos seus modelos mais conhecidos são o Tesla, Chevrolet Bolt, Nissan Leaf, BMW i3, Renault Zoe, Jaguar I-Pace, Volkswagen e-Golf e o Volvo (NeoCharge, 2022).

### **2.1.2 Veículo elétrico híbrido (HEV)**

Os veículos elétricos híbridos, também conhecidos como HEV utilizam gasolina, álcool ou diesel como principal forma de abastecimento. Porém, além de fazer o uso do motor a combustão, como qualquer outro veículo, os híbridos também possuem um motor elétrico e uma bateria a bordo (NeoCharge, 2022).

Eles fazem o uso tanto do motor elétrico, como do motor a combustão interna e possuem uma melhor eficiência do que um carro comum, ou seja, não híbrido. Além disso, eles poluem menos e economizam no reabastecimento do seu combustível, já que o motor elétrico compensa a atividade do motor a combustão em alguns momentos. Alguns dos seus modelos mais conhecidos são o Toyota Prius, Toyota Corolla, Ford Fusion Hybrid e o Chevrolet Malibu (NeoCharge, 2022).

### **2.1.3 Veículo elétrico híbrido plug in (PHEV)**

Os veículos elétricos híbridos plug in, também conhecidos como PHEV realizam a combinação do motor a combustão interna alimentado por gasolina, álcool ou diesel com um motor elétrico e possuem um diferencial, em comparação aos HEVs, pois possuem um banco de bateria recarregável, ou seja, pode ser recarregado por um cabo, que é alimentado de uma fonte externa, como a rede elétrica. Com isso, ele pode percorrer longas distâncias, com a bateria carregada e quando ela descarregar, ele ainda pode fazer o uso do motor a combustão interna normalmente, como um carro convencional (NeoCharge, 2022).

Esse tipo de carro elétrico também emite menos poluentes em comparação a um carro tradicional, devido ao fato possuírem um motor elétrico e uma bateria que pode ser recarregada. Alguns dos seus modelos mais conhecidos são o BMW i8, Mercedes Benz C350e, Volvo V60 PHEV, Mitsubishi Outlander e o Volkswagen Golf GTE (NeoCharge, 2022).

#### **2.1.4 Veículo elétrico a célula de combustível (FCEV)**

Os veículos elétricos a célula de combustíveis, também conhecidos como FCEV, utilizam o gás de hidrogênio como principal fonte de energia. Eles combinam hidrogênio e oxigênio para produzir a eletricidade, na qual alimenta o seu motor elétrico, diferente dos VEs convencionais, que fazem o uso de gasolina, álcool e até mesmo diesel. A conversão de gás de hidrogênio em eletricidade realiza a produção apenas de água e valor, ou seja, ela não produz quase nenhum gás poluente (NeoCharge, 2022).

Este tipo de carro elétrico ainda está sendo fabricado aos poucos e está entrando pouco a pouco no mercado e, por enquanto, ele pode ser comprado apenas nos Estados Unidos. Alguns dos seus modelos mais conhecidos são o Toyota Mirai, Hyundai Tucson FCEV, Hyundai Nexo e o Honda Clarity (NeoCharge, 2022).

### **2.2 Tipos de carregamentos de veículos elétricos**

Um dos principais fatores críticos de sucesso para uma implantação de veículos elétricos é a criação de uma infraestrutura de carregamento bem estruturada e projetada. Nos tempos de hoje, ainda há desenvolvimento nesta área, como criação de termos, protocolos, novos padrões e precauções de segurança a serem tomadas para a criação. Nesta seção, serão detalhados os tipos de métodos de carregamento de VEs, as suas classificações de carregadores e seus padrões (NeoCharge, 2022).

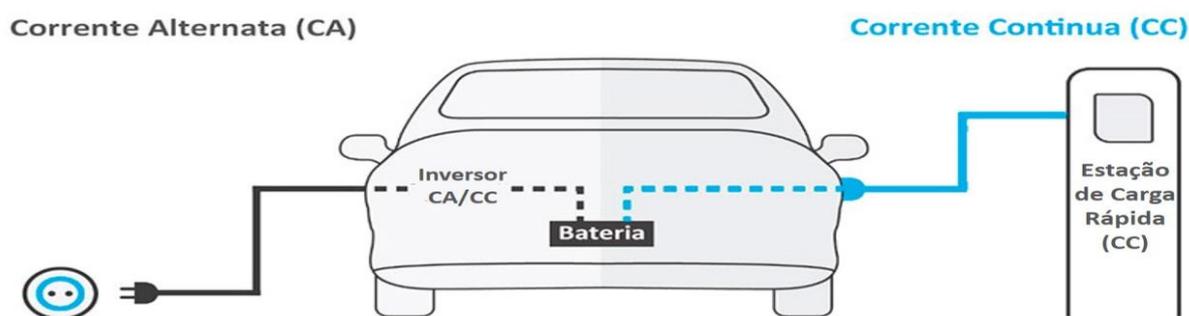
#### **2.2.1 Tipos de carregamento**

Existem muitas maneiras de carregar um VE, que dependem da localização e dos seus requisitos. Atualmente, a principal tecnologia em uso é a tecnologia de carregamento condutivo, ou carregamento plug-in (com fio). Existem dois tipos de

energia que podem ser usados para carregar um VE, um é a corrente alternada, também conhecida como CA e a corrente contínua, conhecida como CC (NeoCharge, 2022).

A bateria dentro de um VE ou em qualquer dispositivo eletrônico, como *smartphones*, *laptops*, entre outros, pode armazenar apenas CC, portanto, antes que um dispositivo possa iniciar o processo de carregamento, essa energia CA da rede deve ser convertida em CC (NeoCharge, 2022). Por isso que a maioria dos dispositivos eletrônicos possui um conversor embutido no plugue, que serve para converter a energia de CA para CC, para que assim seja feito o carregamento correto, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Transformação da energia de CA para CC



Fonte: Adaptado pelo autor com base em NeoCharge (2022).

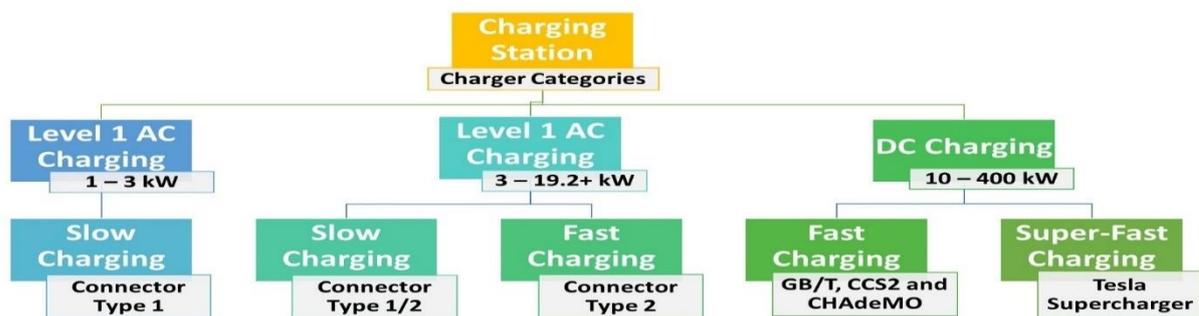
No carregamento CA, o conversor é construído dentro do veículo, no qual é conhecido como carregador de bordo. Este carregador integrado realiza a conversão da energia de CA para CC e logo após, ela a alimenta na bateria do veículo. Hoje, esta é uma das maneiras mais comuns de se carregar um veículo elétrico (NeoCharge, 2022).

No caso de carregamento CC, o carregador CC tem um conversor dentro do próprio carregador ou eletroposto, e a sua conversão de energia é realizada fora do veículo. Isso significa que o carregador pode alimentar a bateria do veículo diretamente, sem necessitar do carregador integrado (NeoCharge, 2022).

## 2.2.2 Classificação dos carregadores

Quando se trata de VEs, os carregadores são classificados conforme sua energia e não em relação a um carregador lento ou rápido, conforme na Figura 3. Pois o mesmo carregador pode funcionar como carregador rápido ou lento, pois depende do veículo a ser carregado. Por exemplo, um carregador de 2,5 kW será um carregador lento para um carro elétrico, mas para um veículo elétrico de duas rodas ele pode ser considerado rápido (IESA, 2021).

Figura 3 - Classificação dos carregadores de veículos elétricos



Fonte: Adaptado pelo autor com base em IESA (2021).

O Tipo 1, conhecido como carregamento CA lento ou como visto na Figura 3, AC Slow charging, são tomadas domésticas simples usadas para o carregamento dos VEs. A potência nominal de tais carregadores varia entre 1 kW e 3 kW apenas (IESA, 2021).

O Tipo 2, conhecido como carregamento CA rápido ou AC Fast Charging, suporta o carregamento CA monofásico e trifásico com a ajuda de diferentes conectores de carregamento disponíveis globalmente. Dependendo do país e da fabricante, a potência pode variar entre 3 kW até 19 kW e de 3,5 kW a 22 kW (IESA, 2021).

O carregamento CC é conhecido como carregador rápido ou DC Super-Fast Charging, pois os carregadores CC ignoram a necessidade de carregadores presentes dentro dos veículos, assim os VEs podem ser carregados mais rapidamente. A potência do carregador varia entre 10 kW a 400 kW globalmente. O

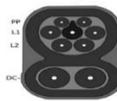
seu tempo de carregamento dependerá de muitos fatores, como a potência do carregador, o tamanho da bateria, entre outros (IESA, 2021).

Muitos veículos disponíveis no mercado de hoje podem atingir até 80% de carga em uma hora usando os diferentes carregadores CC. Esses tipos de carregadores são preferidos principalmente para locais públicos, ou seja, os chamados eletro postos públicos (Lilly, 2022).

### 2.2.3 Padrões e tipos de plugues para carregamento de veículos elétricos

Atualmente, muitas pessoas querem ter um VE, porém, se preocupam com o problema de como e onde recarregá-lo quando a bateria estiver baixa e longe de sua casa. Porém, isso vai um pouco além, pois não basta ter uma estação de recarga de fácil acesso durante o trajeto, tem que ter também o conector certo para o seu VE. No mundo todo, não existe um consenso de qual é o tipo de plugue recomendado a se usar, e isso levou a criação de vários padrões diferentes, no qual é dependente do país e da fabricante, assim como mostra a Figura 4 IESA (2021).

Figura 4 - Tipos de plugues para recarga de veículos elétricos

Type of Charging	North America	Japan	EU & rest of the market	China	All markets except EU	India
AC Type1: 1-3kW Type2: 3-22kW						
Plug Name	J1772 (Type 1)	J1772 (Type 1)	Mennekes (Type 2) IEC62196-2	GB/T		Commando (Type-1): IEC60309 Mennekes (Type-2): IEC62196-2
DC 10-400kW						
Plug Name	CCS1	CHAdeMO	CCS2	GB/T		TESLA

Fonte: Adaptado pelo autor com base em IESA (2021).

O conector J 1772 tipo 1 suporta apenas o carregamento CA monofásico. Este conector tem um total de 5 pinos (3 pinos principais para transportar a corrente e 2 pinos menores para comunicação entre o VE e o seu equipamento de carregamento) (IESA, 2021).

Dos 2 pinos de comunicação menores, um pino é conhecido como Piloto de Proximidade (PP), que informa ao equipamento de carregamento sobre o tipo de cabo conectado ao soquete, pois diferentes espessuras de cabo podem lidar com diferentes quantidades de corrente elétrica. O outro pino é conhecido como Piloto de Controle (PC) IESA (2021).

O conector EV Mennekes de tipo 2 pode suportar tanto o carregamento CA monofásico quanto o trifásico. Este conector tem um total de 7 pinos (5 pinos principais para transportar a corrente e 2 pinos menores para comunicação entre o VE e o seu equipamento de carregamento) IESA (2021).

O conector CHAdeMO possui 2 pinos para transportar a corrente CC e os sinais de dados são transmitidos no protocolo CAN, visando maior segurança. Já o sistema de carregamento combinado (CCS) abrange os carregadores Combo 1 (CCS1) e Combo 2 (CCS2). Este conector é baseado no conector Tipo 1 e Tipo 2 com 2 pinos adicionais para suportar o carregamento CC (Lilly, 2022).

O conector Guobiao é usado para carregamento CA é efetivamente inverso do carregador Mennekes Tipo 2. Este conector suporta apenas carregamento CA monofásico e é baseado no padrão GB/T 20234.2. Este conector também possui 7 pinos como o conector tipo 2, mas usa apenas 3 pinos para transportar a corrente e 2 pinos para a comunicação. Os dois pinos restantes simplesmente não são usados. Já o conector TESLA é o mesmo para o carregamento CA e CC (Lilly, 2022).

### **2.3 Localização e mobilidade**

O termo localização está associado a um certo espaço geográfico e sempre costuma depender de algum quadro de referência. Segundo Schonarth (2017), localização é um termo que indica uma posição em que um ponto se encontra no espaço. É através dele e das coordenadas geográficas e cartográficas que se torna possível localizar estes pontos em nosso globo.

Os tópicos a seguir abordam sobre as principais técnicas e tecnologias de localização existentes nos dispositivos móveis, nas quais são responsáveis por mostrar a determinada posição geográfica dele. Algumas são baseadas em satélites e outras usam outros meios, como sinais de rádio ou até mesmo redes de telefonia.

### **2.3.1 Localização via satélite**

Nos dispositivos móveis são integrados com diversos sistemas de localização para o satélite, dos quais podemos destacar o GPS, GLONASS, Galileo e o Beidou, que serão descritos e apresentados nas próximas subseções deste projeto.

#### **2.3.1.1 GPS**

O Sistema de Posicionamento Global, também conhecido como GPS, é um *software* que foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, com o objetivo de tornar-se o principal sistema de navegação e deslocamento das forças armadas estadunidense, tanto para forças aéreas, marítimas e militares terrestres, além também, de auxiliar na localização das tropas inimigas (MONICO, 2000).

Alves (2006) explica que o GPS é composto por três segmentos, conforme na Figura 5, sendo eles o espacial, de controle e o utilizador. O espacial é formado por 24 satélites que são distribuídos em seis planos orbitais. Já o segmento de controle é responsável pelo rastreamento e monitoramento das órbitas dos satélites. Por fim, o segmento do utilizador é tão conhecido como receptor GPS, que é responsável pela captação dos sinais que são fornecidos pelos satélites.

Figura 5 - Segmento do sistema GPS

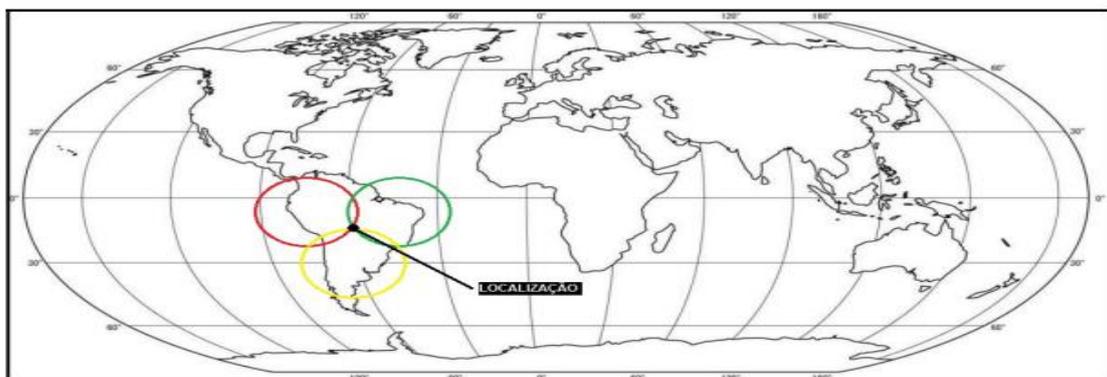


Fonte: Adaptado pelo autor com base em Alves (2006).

De acordo com a NASA (2019), existem 24 satélites operacionais posicionados em torno de todo o globo terrestre. Eles são equipados com relógios atômicos, no qual cada satélite transmite sua posição e hora em intervalos regulares, 24 horas por dia e 7 dias por semana, independentemente das condições climáticas.

Para que seja possível obter a localização bidimensional é necessário que o receptor receba 3 sinais de referências, então através da interseção entre as circunferências de cada referência, no qual o raio é a distância entre o receptor e a referência, se torna possível determinar a posição geográfica, assim como é mostrado na Figura 6. Uma quarta referência também permite obter as coordenadas tridimensionais, a fim de melhorar a precisão e o sincronismo entre os relógios (ALVES, 2006).

Figura 6 - Determinação da localização bidimensional



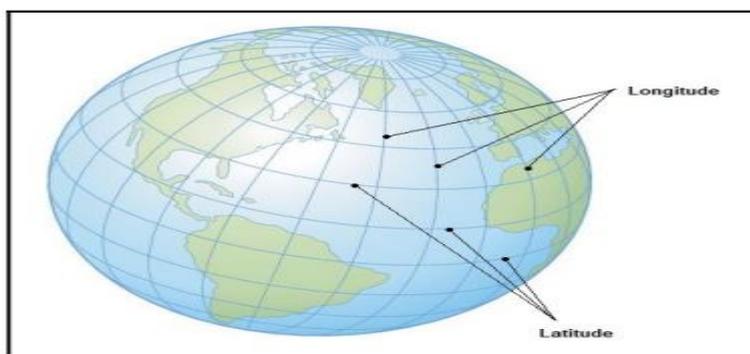
Fonte: Adaptado pelo autor com base em Alves (2006).

Segundo Polon (2019), para expressar os pontos de localização do GPS, são utilizadas as coordenadas geográficas, que são obtidas através da interseção dos paralelos. Conforme Dilião (2014), estas coordenadas geográficas podem ser representadas pela latitude, longitude e altitude de um determinado ponto, e assim podem ser calculadas da seguinte forma:

- Latitude: é a distância da linha do equador medida ao longo do meridiano de Greenwich. Esta distância é medida em graus, ou seja, de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  para o Norte ou para o Sul.
- Longitude: é a distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo da linha do equador, ou seja, o contrário da latitude. Ela também é medida em graus, mas diferente da latitude, ela pode variar de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  para Leste ou Oeste.
- Altitude: significa a distância vertical do centro da terra até a superfície da esfera geóide, que é denominada assim pois o formato da Terra é esférico possuindo achatamento nos polos.

Na Figura 7 podemos ver a representação dos paralelos, que são linhas traçadas paralelamente à linha do equador para determinar a latitude, e os meridianos, que são linhas traçadas paralelamente em relação ao meridiano de Greenwich para determinar a longitude.

Figura 7 - Linhas imaginárias traçadas para obtenção da latitude e longitude



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Dilião (2014).

### 2.3.1.2 GLONASS

O Global Navigation Satellite System, também conhecido como GLONASS, também foi criado com o intuito de auxiliar os militares, porém, da extinta União Soviética, atual Rússia). O GLONASS começou a ser desenvolvido em 1976, no qual teve sua primeira constelação concluída em 1995.

Esta constelação era composta por 24 satélites igualmente distribuídos em três planos orbitais inclinados a  $64,8^\circ$  para a linha do equador. Os satélites GLONASS foram colocados em órbitas circulares com a altitude nominal de órbita de 19.100 km e um período orbital de 11 horas, 15 minutos e 44 segundos. Devido ao valor do período, foi possível criar um sistema orbital sustentável que, ao contrário do GPS, não requer nenhum suporte à correção de pulsos durante sua vida útil (GLONASS).

O desenvolvimento dos sistemas GLONASS vem crescendo cada vez mais, a fim de aumentar sua eficiência e aprimorar sua estrutura, novas gerações são desenvolvidas e lançadas de tempos em tempos, conforme demonstrado na Figura 8 e na Tabela 1, na qual mostra alguns dados sobre as gerações.

Figura 8 - Gerações do sistema GLONASS



Fonte: Adaptado pelo autor com base em GLONASS.

Tabela 1 - Dados das gerações dos sistemas GLONASS

Capacidades	Glonass	Glonass-M	Glonass-K	Glonass-K2
<b>Tempo de implantação</b>	1982-2005	2003-2016	2011-2018	2017+
<b>Estado</b>	Descontinuado	Em uso	Base na validação em órbita	Em desenvolvimento
<b>Número de satélites na constelação</b>	24			
<b>Número de aviões orbitais</b>	3			
<b>Número de satélites em um avião</b>	8			
<b>Poder (W)</b>		1400	1270	4370
<b>Vida útil (anos)</b>	3.5	7	10	10

Fonte: Adaptado pelo autor com base em GLONASS.

Tanto o GPS e o GLONASS possuem características semelhantes, tanto no aspecto orbital quanto no aspecto terrestre, e por este motivo os dois sistemas são utilizados com os mesmos fins. Uma das grandes diferenças entre os sistemas é que o GPS utiliza uma técnica de segurança para impedir que usuários não autorizados obtenham determinadas coordenadas, enquanto o GLONASS não as utiliza. Esta técnica é chamada de *Anti-spoofing* (AS), e consiste em criptografar um código X combinado ao código secreto Y e resultando no código Z, na qual é acessível apenas por militares norte-americanos e usuários autorizados (DO LAGO; FERREIRA; KRUEGER, 2002).

### 2.3.1.3 Galileo

Galileo é o nome dado ao sistema que foi lançado em dezembro de 2016 na União Europeia. Ele é um sistema de navegação por satélite ou o que seria chamado sistema de rádio navegação e posicionamento por satélite (ESA, 2022). Ele é um sistema desenvolvido em oposição ao GPS que foi projetado nos Estados Unidos e ao sistema de navegação projetado pela União Soviética chamado GLONASS.

O Galileo foi criado como um concorrente aos dois sistemas citados acima, pois devido a reclamação demonstrada por alguns usuários de vários estados, que alegavam que havia um nível de insegurança que não poderia ser tolerado, pois caso entrassem em uma situação de guerra com a União Europeia, teriam seu acesso limitado.

Até o presente momento, a constelação de Galileo é composta por 28 satélites em órbita. Seu objetivo é que nos próximos anos seja alcançado o número de 30 satélites, o qual irá permitir prestar serviços de navegação ainda mais elevados e com maior qualidade.

Mas o Galileo continua a desenvolver novos serviços inovadores, implantando em breve, os primeiros sinais autenticados, bem como os primeiros sinais com uma elevada precisão de geoposicionamento de até 20 centímetros e está preparando um novo serviço de alertas de emergência.

A Agência Espacial Europeia também conhecida como ESA, divulgou que todos os 10 satélites de primeira geração que ainda restam, devem ser lançados durante os próximos três anos, no qual serão sucedidos pelos satélites de navegação mais avançados, poderosos e totalmente reconfiguráveis já construídos, conhecidos como “Galileo de segunda geração” (G2G).

Os satélites G2G estão atualmente a ser desenvolvidos pela ESA em parceria com a indústria europeia, envolvendo dois consórcios separados para garantir a competitividade e redundância deles. O primeiro lançamento está agendado para 2024 (ESA, 2022).

#### **2.3.1.4 Beidou**

A China desenvolveu o seu próprio sistema de satélites de posicionamento e navegação e o batizou de Beidou ou Compass. Este sistema é muito similar ao GPS norte-americano e ao GLONASS russo. O Beidou possui 35 satélites, sendo trinta deles localizados em órbita média, enquanto os outros cinco restantes são geoestacionários (BBC, 2022).

O desenvolvimento do Beidou é uma alternativa aos demais sistemas de satélite do mundo, visto ser de grande importância para a economia emergente e a enorme população chinesa. Os chineses também trabalham em parceria com o sistema de posicionamento global Galileo em parceria com a União Europeia.

O principal objetivo do Beidou é que ele seja capaz de oferecer uma precisão de localização de até 10 centímetros. Nos sistemas atuais, por exemplo o GPS, garante uma precisão de até 30 centímetros apenas. Ele também deve oferecer serviços de telecomunicações (BBC, 2022).

#### **2.3.1.5 Comparação entre os sistemas de localização via satélite**

O sistema de GPS é constituído por 24 satélites operacionais. Eles estão posicionados em 6 planos orbitais e possuem uma inclinação de  $55^\circ$  em relação a linha do equador e uma altura aproximada de 20.200 Km, na qual leva em torno de 12 horas para completar a órbita terrestre. Já o sistema GLONASS possui 24 satélites operacionais, distribuídos em 3 planos orbitais a uma altura aproximada de 19.100 Km. Cada um destes satélites possui inclinação de  $64,8^\circ$  em relação a linha do equador e leva cerca de 11 horas e 15 minutos para completar a órbita terrestre. O sistema Galileo conta com 17 satélites operacionais, distribuídos em 3 planos orbitais, com inclinação de  $56^\circ$  em relação a linha do equador, se encontra a uma altura de 23.222 Km e leva cerca de 14 horas para completar a órbita terrestre (MENEZES, 2019). E por último, o sistema Beidou conta com 35 satélites operacionais, distribuídos

em 3 planos orbitais, com inclinação de 55° em relação a linha do equador, se encontra a uma altura de 21.500 Km e leva cerca de 12 horas para completar a órbita terrestre.

Na Tabela 2 é mostrado um resumo da comparação entre os sistemas abordados no parágrafo anterior, considerando a quantidade de satélites existentes na data em que o presente trabalho foi desenvolvido.

Tabela 2 - Resumo das características do GPS, GLONASS, Galileo e Beidou

<b>Características</b>	<b>GPS</b>	<b>GLONASS</b>	<b>Galileo</b>	<b>Beidou</b>
<b>Satélites operacionais</b>	24	24	17	35
<b>Inclinação de órbita</b>	55°	64,8°	56°	55°
<b>Planos orbitais</b>	6	3	3	3
<b>Período orbital (h)</b>	12h	11h 15min	14h	12h
<b>Altitude (KM)</b>	20.200 Km	19.100 Km	23.222 Km	21.500 Km

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Menezes (2019).

### 2.3.2 A-GPS

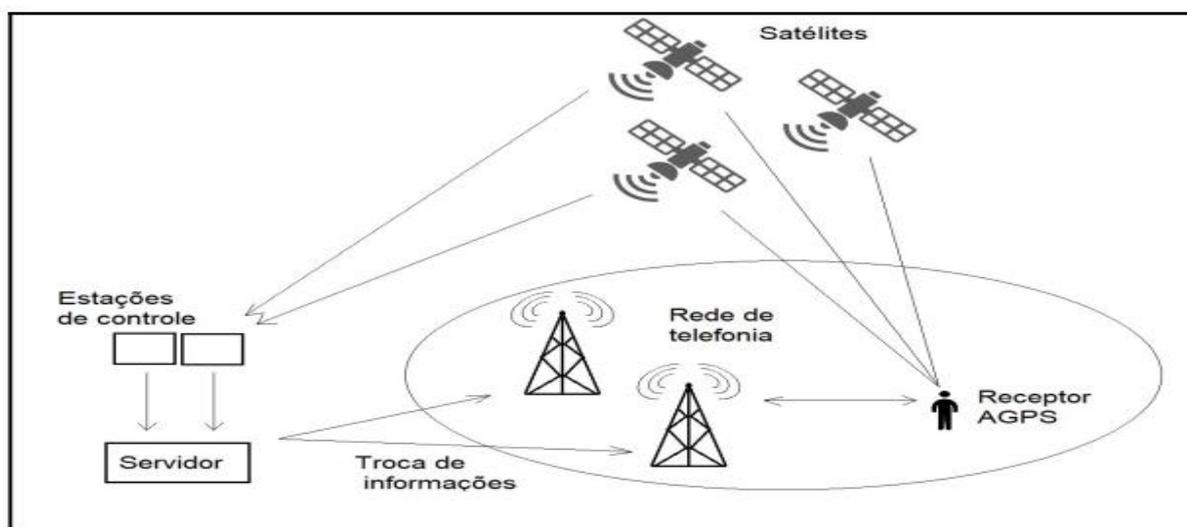
A-GPS ou GPS assistido é uma versão melhorada do GPS que foi desenvolvida para localizar satélites com mais confiabilidade e rapidez. Este sistema combina o tradicional GPS, que calcula a posição por meio de sinais de rádio e satélites, com informações de localização obtidas por meio das estações e sinais das operadoras de telefonia celular.

Para Zandbergen e Berbeau (2011), o Sistema de Posicionamento Global Assistido, ou *Assisted GPS (A-GPS)*, consiste em uma técnica de localização que faz

o uso combinado de dados das torres de telefonia móvel e de dados recebidos dos satélites GPS.

A Figura 9 ilustra uma visão geral do seu funcionamento, onde os dados de suporte dos satélites são capturados pelas redes de telefonia, e depois de serem processados, são enviados para os receptores através de conexões Wi-Fi, 3G, 4G entre outras. Estes dados auxiliam os receptores a calcularem as coordenadas, assim recebem as outras informações dos satélites (LIMA, 2018). Além disso, o A-GPS apresenta algumas vantagens em relação ao GPS. Por exemplo, ele é mais rápido para calcular uma posição, o consumo da bateria do aparelho se torna menor, além disso, sua precisão em locais fechados é mais eficiente, visto que o GPS normal funciona melhor em ambientes abertos.

Figura 9 - Funcionamento do A-GPS



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Lima (2018).

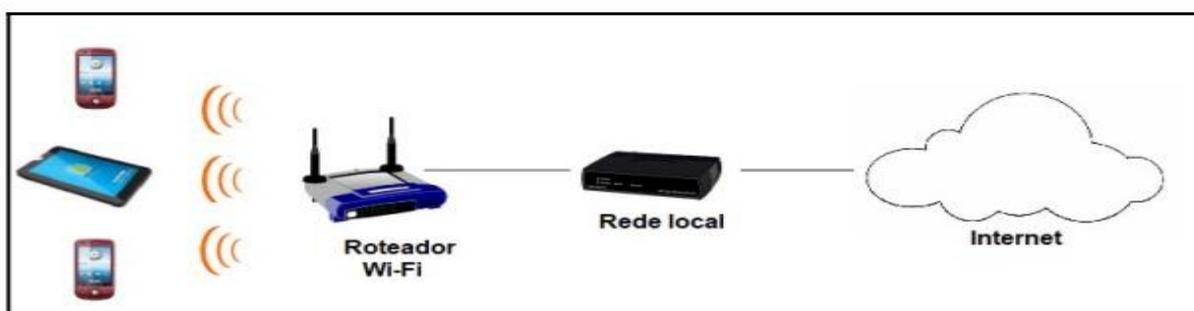
Lima (2018) ainda acrescenta que com o auxílio da rede de telefonia, o volume de dados transmitido é menor, visto que eles são processados antes mesmo de serem enviados, sem contar que a transmissão pela rede de celulares é mais rápida do que a transmissão direta do satélite.

Zandbergen e Berbeau (2011) ainda explicam que, com o uso de A-GPS, o receptor não precisa obter todos os dados diretamente do satélite, o que leva bastante tempo se comparado com o tempo gasto usando auxílio das torres de telefonia.

### 2.3.3 Wi-Fi

Segundo Figueiredo (2016), redes Wi-Fi são redes sem fio baseadas no padrão IEEE 802.11 que podem disponibilizar acesso à *internet* para outros dispositivos, como *smartphones*, *computadores*, entre outros. Essas redes são bastante comuns em casas, *shoppings*, praças, restaurantes, estabelecimentos comerciais e diversos outros. Elas contam com mecanismos de autenticação, criptografia e integridade dos dados. A Figura 10 representa a topologia desta rede Wi-Fi através de um *Access Point* (AP), também conhecido como roteador e dispositivos de acesso.

Figura 10 - Topologia da rede Wi-Fi



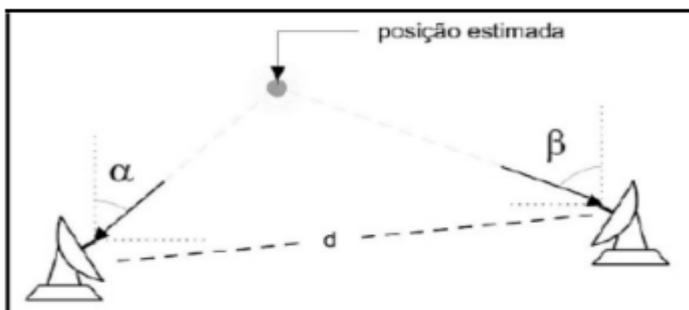
Fonte: Adaptado pelo autor com base em Figueiredo (2016).

As redes Wi-Fi também oferecem serviços de localização. Santos (2018) afirma que esse serviço tem atraído muita atenção e esforços tecnológicos porque é útil em muitos ambientes.

Neste caso, a infraestrutura é aproveitada, pois os APs fazem o papel de referência para calcular a posição do receptor. Isso acontece porque os sinais podem ser emitidos ininterruptamente pelos APs e a intensidade gerada por estes sinais pode ser medida pelos receptores através de uma técnica chamada de *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) (SANTOS, 2018). Moura (2007) ainda acrescenta que apesar deste tipo de ambiente possa vir a sofrer com problemas de propagação do sinal, a localização acaba se tornando precisa, pois, as áreas de cobertura dos APs não são muito grandes, e quando grandes, os APs usados são mais eficientes e capazes de alcançar toda a área determinada. Para determinar a localização utilizando transmissores de radiofrequência, como é o caso da Wi-Fi, Moura (2007)

explica que duas técnicas podem ser utilizadas. A primeira delas consiste em calcular a posição do receptor pelo ângulo de chegada do sinal. Para isso são usadas duas referências, que calculam o ângulo do sinal que está chegando até elas e formam um triângulo com o receptor, onde o tamanho da aresta adjacente é conhecida. A Figura 11 faz uma ilustração dessa técnica:

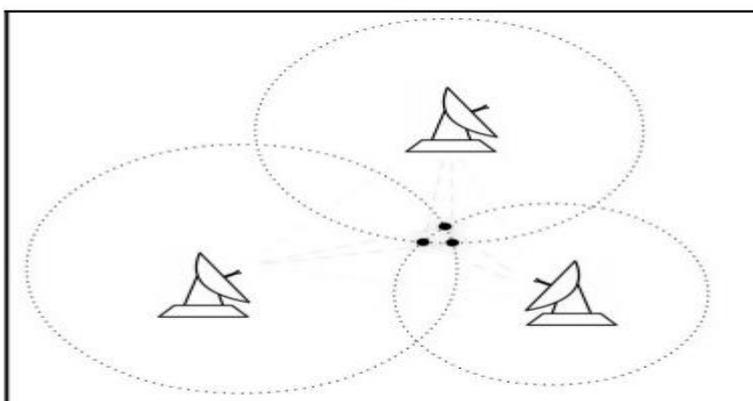
Figura 11 - Cálculo das coordenadas conforme o ângulo de chegada



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Moura (2007).

Por fim, a segunda técnica consiste em calcular as coordenadas através da distância entre o receptor e as suas referências, muito semelhante ao funcionamento do GPS. Neste modelo são necessários três pontos de referência que estejam dentro do raio de alcance do receptor. Com isso, basta traçar as circunferências em torno das referências, na qual o raio é a distância entre a referência e o dispositivo e, em seguida, fazer a interseção das três circunferências como é mostrado na Figura 12 (MOURA, 2007).

Figura 12 - Cálculo das coordenadas conforme a distância do dispositivo



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Moura (2007).

## **3 TRABALHOS RELACIONADOS**

Neste capítulo estão apresentados estudos sobre aplicativos e trabalhos relacionados a mesma área do presente trabalho, a fim de analisar as ferramentas utilizadas, as técnicas de localização utilizadas e as opções disponíveis para os usuários. Os estudos e trabalhos mencionados serviram de apoio ao desenvolvimento do aplicativo que foi proposto. Além disso, no último capítulo desta seção há um comparativo dos principais aspectos de cada um dos aplicativos, mostrando suas diferenças e afins.

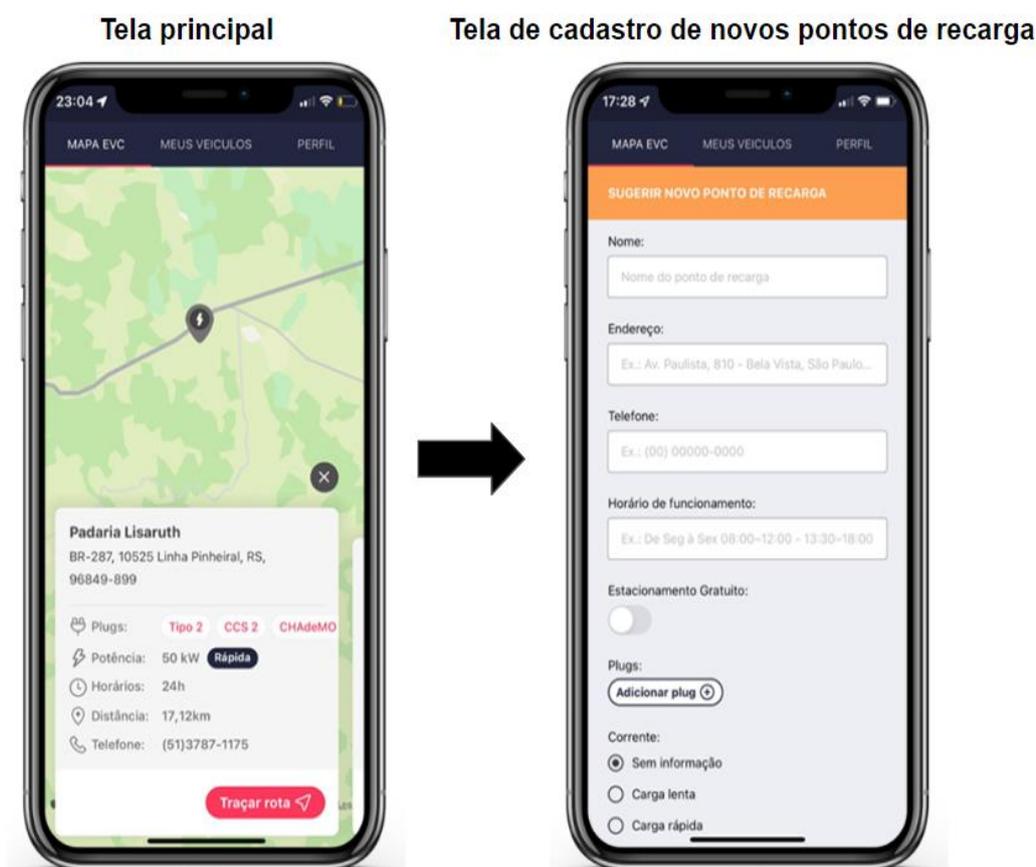
### **3.1 Tupinambá**

O aplicativo da Tupinambá foi um dos primeiros aplicativos nacionais a investir na localização das estações de recarga para os carros elétricos, que possui cerca de mais de 750 pontos de recarga cadastrados, sendo um referencial nacional em malha de infraestrutura veicular elétrica (TUPINAMBÁ, 2022).

Conforme mostrado no site, identificou-se que o aplicativo logo ao ser acessado mostra uma tela principal com o mapa e indica os pontos de recarga mais próximos conforme sua localização atual, sem mesmo requerer um cadastro, conforme demonstrado na primeira imagem, da Figura 13. Além disso, disponibiliza outras informações, tais como os tipos de plugues, a potência, horário de funcionamento, a distância até o local, um telefone de contato e permite traçar uma rota até este ponto

de recarga. Na segunda imagem da Figura 13, podemos ver que caso o usuário descubra algum ponto de recarga que não esteja registrado no aplicativo, ele pode sugerir em uma tela específica, preenchendo alguns dados, que esse ponto de recarga seja cadastrado e com isso, a equipe da Tupinambá irá se dirigir para o local cadastrado a fim de verificar se ele existe e aprovar a solicitação de cadastro criada pelo usuário (TUPINAMBÁ, 2022).

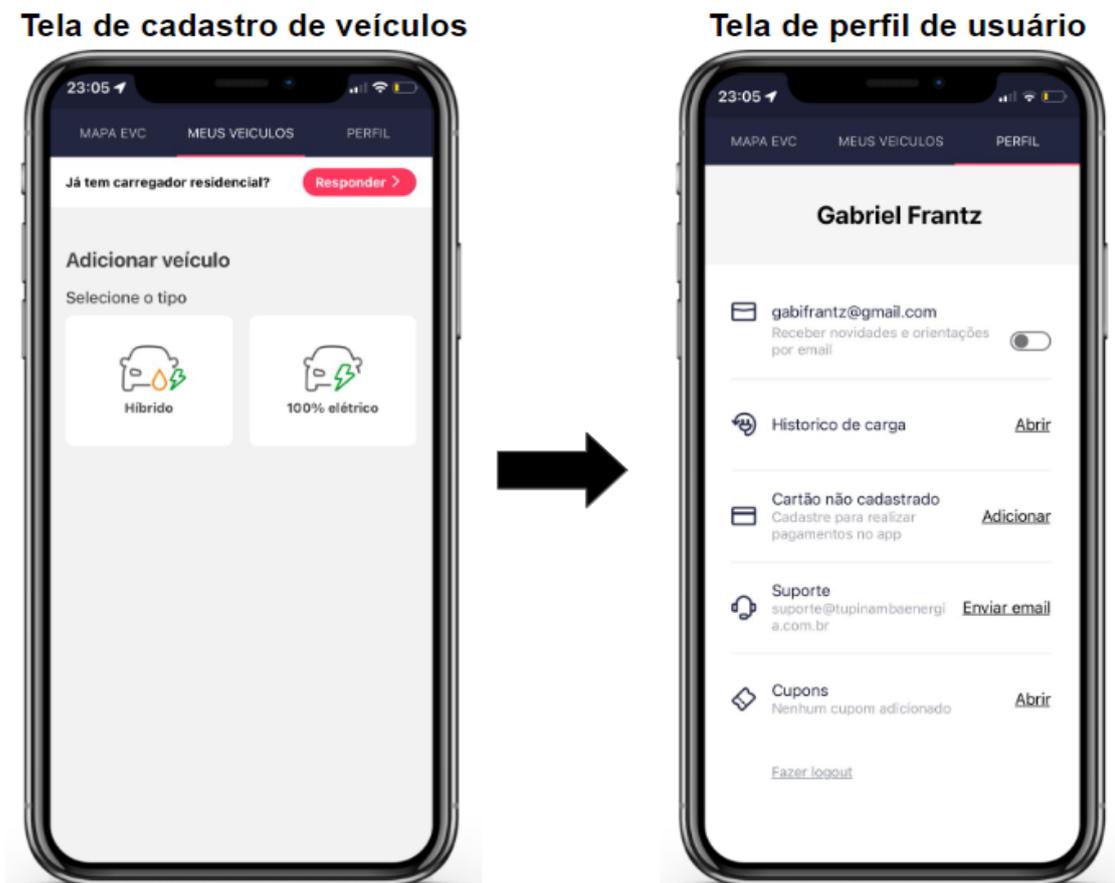
Figura 13 - Telas iniciais



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Tupinambá (2022).

O aplicativo permite que o usuário cadastre seus veículos elétricos ou híbridos, no qual ele pode identificar a marca, modelo, placa, tipo de plugue que o veículo aceita e até mesmo qual a capacidade total da bateria que seu veículo aceita, conforme a primeira imagem da Figura 14. Na segunda imagem da Figura 14, podemos ver que no cadastro de usuário, é possível ver a informação do histórico das recargas, adicionar um cartão para pagamento e até cupons de desconto (TUPINAMBÁ, 2022).

Figura 14 - Tela de cadastro de veículos e perfil do usuário



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Tupinambá (2022).

As informações técnicas sobre o aplicativo não são disponibilizadas pelo site oficial, como por exemplo a ferramenta de desenvolvimento e o banco de dados utilizado. O aplicativo pode ser baixado tanto por *smartphones* Android quanto IOS.

### 3.2 PlugShare

De acordo com o site oficial, a PlugShare é um aplicativo gratuito de rastreamento de VEs disponível para Android, IOS e para *Web*. Ela possui um mapa de carregamento público, que é considerado o mais preciso e completo em todo o mundo, na qual possui rastreamento de estações de todas as principais redes da América do Norte, Europa e em grande parte do mundo. Com mais de 3,6 milhões de

contas cadastradas, somando todas as plataformas, o aplicativo possui um banco de dados com mais de 300.000 estações de carregamento cadastradas do mundo todo (PLUGSHARE, 2022).

Conforme identificado no site, logo ao acessar o aplicativo ele mostra o mapa e indica os pontos de recarga mais próximos da localização atual, conforme a primeira imagem da Figura 15. Conforme a segunda imagem, algumas informações dos locais de recarga são apresentadas, como endereço, tipos de plugues e nome dos determinados locais. Já na terceira imagem da Figura 15, podemos ver que é possível cadastrar um novo ponto de recarga para ficar visível para os outros usuários (PLUGSHARE, 2022).

Figura 15 - Telas iniciais



Fonte: Adaptado pelo autor com base em PlugShare (2022).

No aplicativo é possível enviar mensagens diretas a outros usuários, a fim de compartilhar e coordenar o acesso a estações públicas de recarga. Também é possível ativar notificações, para que seja emitido um alerta quando uma nova estação de recarga for instalada nas proximidades (PLUGSHARE, 2022).

No site não foram disponibilizadas qual o tipo de linguagem ou banco de dados que a aplicação utiliza, porém, é disponibilizado uma documentação da API, para que possa ser consultado e solicitado dados das coordenadas das estações de recarga já cadastradas no seu banco de dados.

### 3.3 Voltbras

De acordo com o site oficial, a Voltbras é um aplicativo de rastreamento de VEs disponível para Android e IOS. O aplicativo gratuito é oferecido para os usuários que precisam realizar o carregamento dos seus VEs. Já a opção paga, que é a plataforma de gestão, oferece recursos adicionais, tais como, realizar cobranças, quantidade de energia consumida, histórico, entre outros. Além disso, a Voltbras é a primeira empresa a oferecer um *software* de gestão de postos de veículos elétricos (VOLTBRAS, 2022).

O aplicativo *mobile* permite o cadastro do usuário e disponibiliza o mapa com os pontos de recarga mais próximos da localização do usuário, conforme mostrado na primeira imagem da Figura 16. Na segunda imagem, podemos ver que é possível realizar filtros para realizar a busca das estações de recargas mais próximas, conforme o tipo de plugue, o status, entre outros. E na terceira imagem da Figura 16, é possível visualizar que existe a tela de confirmação para que seja possível iniciar o carregamento do veículo na estação de recarga (VOLTBRAS, 2022).

Figura 16 - Telas iniciais



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Voltbras (2022).

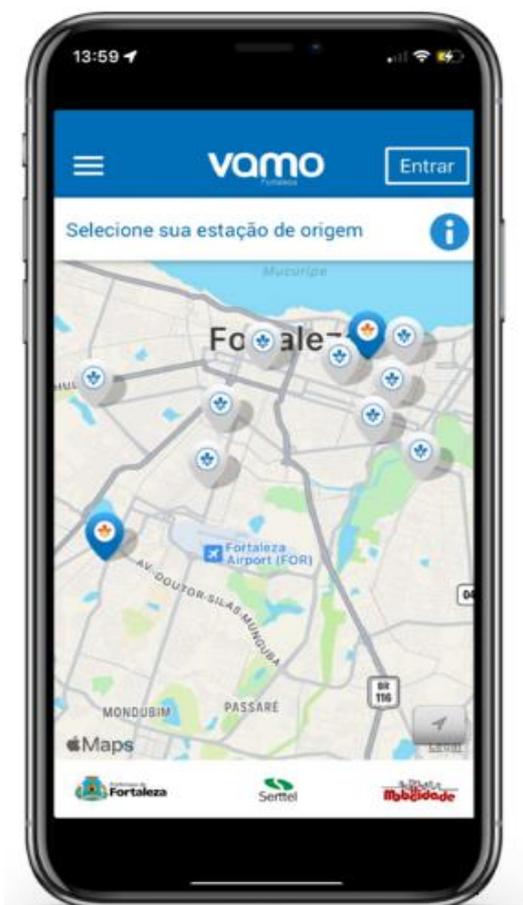
O site menciona que a plataforma utiliza recursos e linguagens de programação que também são usados por grandes corporações, tais como Google, Facebook e WhatsApp. Além disso, ela também utiliza o método *know-how* para definir os melhores locais para instalação das estações de recarga.

### 3.4 VAMO Fortaleza

A Prefeitura de Fortaleza foi uma das pioneiras ao lançar um projeto sobre carros elétricos no Brasil. O sistema VAMO Fortaleza começou suas operações em setembro de 2016, com três fases de implantação. Atualmente em funcionamento, o VAMO conforme o site oficial, permite o compartilhamento de veículos elétricos, localização das estações de recarga, histórico de atividades e até mesmo permite a solicitação de veículo (VAMO, 2022).

Na Figura 17 é possível vermos as estações de recarga nas quais o aplicativo mostra logo ao ser acessado pelo usuário, mesmo sem realizar nenhum cadastro.

Figura 17 - Tela principal



Fonte: Adaptado pelo autor com base em VAMO (2022).

O sistema funciona tanto na plataforma Android como na IOS e permite o pagamento por dentro da ferramenta. A fim de tornar o projeto ainda mais atrativo para o usuário, o VAMO com o compartilhamento de veículos, faz com que o custo do aluguel se torne mais em conta para os usuários (VAMO, 2022).

### 3.5 Comparativo entre os trabalhos relacionados

Através da Tabela 3, foi feita uma avaliação dos trabalhos relacionados, identificando as principais características, verificando a presença ou ausência destas nas ferramentas abordadas e em relação à aplicação criada, presente na última coluna com o nome de Recharge Now.

Tabela 3 - Comparativo entre os trabalhos relacionados

<b>Característica</b>	<b>Tupinambá</b>	<b>PlugShare</b>	<b>Voltbras</b>	<b>VAMO</b>	<b>Recharge Now</b>
Plataforma	Android e IOS	Android, IOS e Web	Android e IOS	Android e IOS	Android e IOS
Tipos de armazenamento	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Firestore
Tipo de licença	Gratuito	Gratuito com propagandas	Gratuito, porém a parte de gestão é paga.	Gratuito	Gratuito
Permite cadastrar novas estações de recarga	Sim, mas necessita de aprovação	Sim, mas necessita de aprovação	Sim, mas necessita de aprovação	Não	Sim
Possui cadastro de veículos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Possui histórico de carregamentos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

Possui criador de viagens	Não	Não	Não	Não	Sim
Possui filtro de pesquisa de endereços	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Realiza leitura de QR Code da estação de recarga	Não	Não	Sim	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Conforme detalhado na Tabela 3, a maioria dos aplicativos são gratuitos para o uso e ambos possuem opções parecidas. Porém, o trabalho proposto possui alguns diferenciais, na qual seus concorrentes de mercado não possuem.

Um dos diferenciais é a criação de viagens, na qual o usuário pode escolher o seu endereço de origem, destino e o carro a ser utilizado, com isso o sistema mostra a rota no Google Maps, com paradas necessárias para o usuário realizar o seu carregamento do seu carro, a fim de não ficar sem bateria e chegar ao seu destino corretamente.

Outro diferencial do sistema proposto, é que ele possui filtros de pesquisa de endereço que são autocompletados pelo sistema conforme o usuário for digitando. Ele também possui uma tela para realizar a leitura do QR Code que as estações de recarga geram para o usuário poder realizar o carregamento do seu carro elétrico.

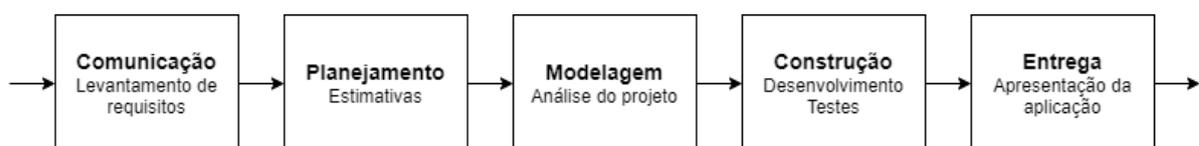
## 4 MÉTODOS E TECNOLOGIAS

Neste capítulo estão apresentados a metodologia de desenvolvimento e as tecnologias que foram utilizadas para o desenvolvimento do projeto.

### 4.1 Métodos

No que diz respeito à metodologia de desenvolvimento, foi adotado o modelo cascata, pois ele se adequa melhor às necessidades deste projeto. Este modelo prescritivo, clássico da Engenharia de Software, tem como princípio a execução de uma sequência ordenada de etapas, no qual o processo flui constantemente para frente, sem retornar às fases anteriores, conforme detalhado na Figura 18, adaptada de Pressman e Maxim (2021).

Figura 18 - Modelo em cascata utilizado



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Pressman e Maxim (2021).

Para Pressman e Maxim (2021), o modelo cascata, também chamado de modelo sequencial linear, sugere que através das etapas de especificação de requisitos, fases de planejamento, modelagem, construção e entrega, permite ao

gerente de projetos seguir uma abordagem sequencial e sistemática. Assim, no contexto da proposta, na qual o stakeholder e o desenvolvedor são representados pela mesma pessoa, a escolha pelo modelo cascata conferiu alta qualidade no desenvolvimento da aplicação como um todo.

Na primeira etapa do desenvolvimento foi realizado o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais, no qual, foram especificados e classificados conforme suas prioridades. Na etapa seguinte foram mensuradas as estimativas para uma melhor projeção do trabalho. Na terceira etapa, no que diz respeito à modelagem, foi desenvolvido o diagrama de casos de uso a fim de identificar as principais ações disponíveis na ferramenta. Em seguida, a aplicação foi desenvolvida por completo, desde a projeção das interfaces, comunicação com o banco de dados e integração com a API do Google Maps. Para cada etapa de desenvolvimento foram realizados testes unitários a fim de validar as novas funcionalidades. Finalmente, na etapa de entrega, a aplicação foi compilada e executada no dispositivo móvel, a fim de mostrar o seu devido funcionamento.

## **4.2 Tecnologias**

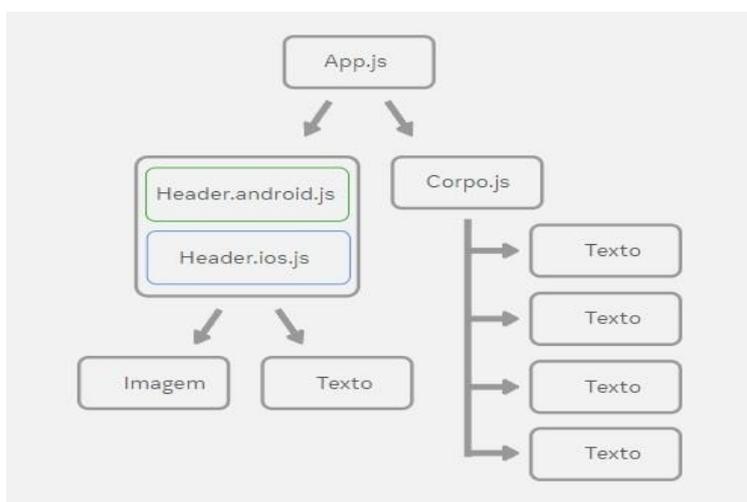
Diversas tecnologias e ferramentas foram necessárias para a criação e desenvolvimento do aplicativo proposto neste trabalho. As principais delas estão descritas durante as próximas seções, com detalhamentos mais específicos.

### **4.2.1 React Native**

O React Native foi criado pelo Facebook, ele é um *framework* para desenvolvimento multiplataforma que utiliza a linguagem de marcação JSX. Esta linguagem faz junção com o JavaScript, e através delas é possível acessar recursos nativos dos dispositivos através de APIs. Isso faz com que a aplicação se torne muito mais eficaz, diferente de uma WebView, por exemplo, na qual faz com que o aplicativo

gerado apenas reproduza os elementos de uma página *web* (REACT NATIVE, 2022). Na Figura 19 é apresentado um exemplo básico do funcionamento da API do React Native, na qual a partir de um código base, escrito apenas uma vez, faz com que as classes necessárias para cada sistema operacional sejam geradas, seja Android ou IOS, com componentes nativos da plataforma.

Figura 19 - React Native API



Fonte: Adaptado pelo autor com base em React Native (2022).

Para desenvolver aplicações em React Native não é necessário o uso de uma IDE específica. O método mais simples é utilizando o NPM (Node Package Manager), uma ferramenta gerenciadora de pacotes de JavaScript que permite exportá-lo e realizar seu desenvolvimento em editores de texto ou IDEs que suportam JavaScript (REACT NATIVE, 2022).

Para o desenvolvimento do trabalho proposto foi escolhido o *framework* multiplataforma React Native, visto que foi levado em consideração o tempo de amadurecimento do *framework*, o mercado atuante, a familiaridade e facilidade do desenvolvimento dele.

## 4.2.2 Firebase Authentication

O Firebase Authentication é uma ferramenta que permite realizar a criação de contas de usuários, a autenticação e gerenciamento dos *logins*, além de oferecer suporte para redefinição de senha via *e-mail*. As autenticações podem ser feitas através de um cadastro padrão de *e-mail* e senha ou também por contas federadas ao Google, como o Facebook, Gmail, Twitter, entre outras. A criação de contas permite que os usuários tenham acesso aos dados básicos, como nome, *e-mail* e foto de perfil, além de que a base de dados criada pode ser facilmente compartilhada com outros projetos (GOOGLE FIREBASE, 2022).

O funcionamento da ferramenta consiste em enviar as credenciais ao SDK do Firebase e aguardar o serviço Back-end realizar o processamento da informação e enviar uma resposta ao dispositivo. Tudo isso é realizado através de tarefas assíncronas para dar sensação de responsividade ao usuário final (CAMILO, 2020).

### 4.2.2.1 Firebase Cloud Firestore

O Cloud Firestore é uma ferramenta da Firebase que permite a criação de bancos de dados não relacionais orientados a documento, na qual a sua hospedagem não é feita localmente, e sim na nuvem, conforme mostrado na Figura 20. Para a escrita dos documentos, é usado a sintaxe de JSON e são compostos por pares de chave-valor. O seu armazenamento é feito em coleções, nas quais cada uma delas pode ter outras diversas coleções correlacionadas, assim, elas acabam formando uma estrutura de árvore (PONTES, 2019).

O Cloud Firestore, de acordo com a Google, é uma ferramenta baseada no Realtime Database, ou seja, o processamento dos dados é realizado em tempo real. A ferramenta, além de possuir tudo isso, também conta com inúmeras melhorias, como por exemplo, consultas mais eficientes, modelo de dados mais intuitivo e até com uma melhor escalabilidade (GOOGLE FIRESTORE, 2022).

Um diferencial muito grande para a escolha dessa ferramenta para o desenvolvimento deste trabalho é que o Cloud Firestore também oferece um cadastro no banco de dados específico para questões de geocalização, na qual será essencial no uso deste trabalho, pois ela facilita na gravação e na consulta dos dados do banco de dados através do Back-end do próprio Firebase.

Figura 20 - Firebase Cloud Firestore



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Google Firestore (2022).

#### 4.2.3 Visual Studio Code

O Visual Studio Code é um editor de texto multiplataforma que foi criado pela Microsoft no ano de 2015. Ele foi criado para o desenvolvimento de aplicações, na qual possui suporte principalmente a ASP.NET 5 e Node.js. Ele é um editor muito completo e oferece também suporte para desenvolvimento *mobile*, na qual, é possível instalar extensões para que seja possível emular um *smartphone*, por exemplo. (DEVMEDIA, 2016).

#### 4.2.4 Google Maps API

O Google Maps é um mapa digital que foi desenvolvido pela Google, na qual cobre cerca de 99% do território mundial, abrange mais de 200 países, conta com cerca de mais de 25 milhões de atualizações por dia e possui mais de 1 bilhão de usuários ativos (GOOGLE MAPS, 2022).

Um conjunto de APIs é disponibilizado pela Google para que seja possível realizar consultas em cima deles e que seja possível trabalhar com estes mapas, possibilitando calcular rotas, pesquisar endereços, incluir marcadores, interagir com o mapa, dentre outras funcionalidades importantes (SOUSA, 2016). Essas APIs são divididas em três categorias, a *Maps API*, *Routes API* e a *Places API* (GOOGLE MAPS, 2022).

A *Maps API* permite que sejam adicionados mapas escalonados em aplicações, sendo elas *Mobile* ou *Web*. A visualização do mapa pode ser feita em até 360°, contendo opções de *zoom in* e *zoom out*, além de ser possível configurar o layout do mapa, adicionar linhas, cores, imagens e até marcações, conforme na Figura 21.

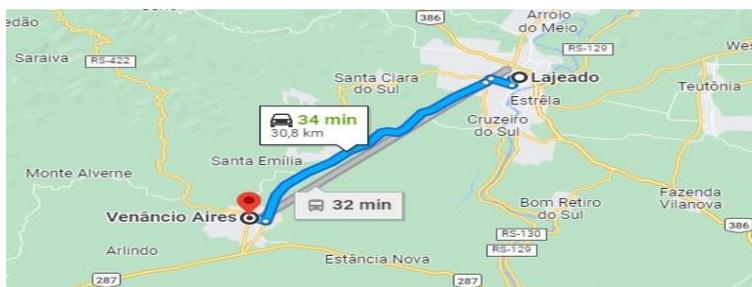
Figura 21 - Exemplo de mapa



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Google Maps (2022).

*Routes API*: permite a criação e exibição de rotas confiáveis, auxiliando os usuários a realizarem seus percursos com transporte público, bicicleta, carro ou a pé. Essas rotas são frequentemente atualizadas e cobrem 64 milhões de quilômetros de estradas em mais de 200 países e territórios. Através desta API também é possível medir a distância entre pontos, o tempo aproximado de deslocamento e a criação de itinerários, conforme na Figura 22.

Figura 22 - Exemplo de rota



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Google Maps (2022).

*Places* API: permite obter a localização precisa de estabelecimentos comerciais, além de retornar informações sobre o ambiente, avaliações de outros usuários, classificações e dados de contato. A API atualmente conta com dados sobre mais de 150 milhões de lugares e pontos de interesse, conforme na Figura 23.

Figura 23 - Exemplo de lugares



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Google Maps (2022).

De acordo com as políticas de venda do Google, até um determinado número de visualizações a utilização das APIs não têm nenhum custo. A partir deste número de visualizações o serviço se torna pago. Entretanto, o próprio Google afirma que para a maioria dos usuários o número máximo de visualizações é suficiente (GOOGLE MAPS, 2020).

## 5 DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis multiplataforma, ou seja, tanto para sistema operacional Android como para IOS, assim como tornar possível que os usuários localizem estações de recarga para seus carros elétricos em tempo real, com maior facilidade e de onde estiverem. Qualquer usuário que possua o aplicativo baixado em seu *smartphone*, com acesso à *internet*, GPS ativado e o aplicativo Google Maps, pode fazer o uso do mesmo para localizar as estações de recarga mais próximas, ou que estão disponíveis durante o seu trajeto, seja para o trabalho ou até mesmo para lazer.

O aplicativo necessita de ferramentas e tecnologias que disponibilizam a localização geográfica tanto do dispositivo como também das estações de recarga e deve sincronizar essas informações com a nuvem, para que estejam sempre disponíveis.

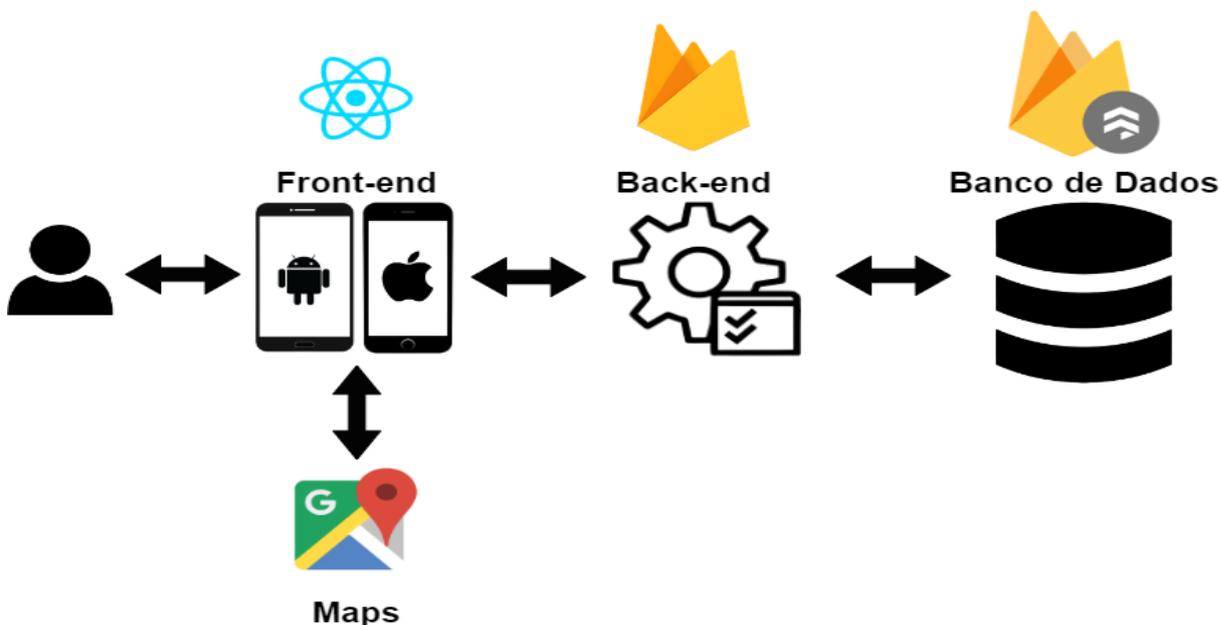
Para cumprir com os requisitos descritos acima, nas seções a seguir será detalhado o planejamento que foi utilizado para o desenvolvimento do aplicativo.

## 5.1 Arquitetura

A arquitetura de *software* foi projetada para ser um sistema *mobile* multiplataforma. Na Figura 24 pode ser observada a arquitetura que representa o fluxo de funcionamento do sistema proposto neste trabalho.

O usuário para fazer uso da aplicação deve possuir um *smartphone* Android ou IOS com conexão com a *internet*, GPS ativado e o aplicativo Google Maps instalado. Ele deve fazer um cadastro, no qual seus dados ficam armazenados no banco de dados Firebase Cloud Firestore, e após o cadastro ele pode realizar o login na aplicação. A partir disso, ele pode fazer o uso da aplicação para localizar as estações de recarga mais próximas da sua localização atual. Isso tudo é possível por causa de uma API do Google, que faz com que a aplicação consulte melhores rotas até determinada estação de recarga escolhida pelo usuário.

Figura 24 - Arquitetura da aplicação



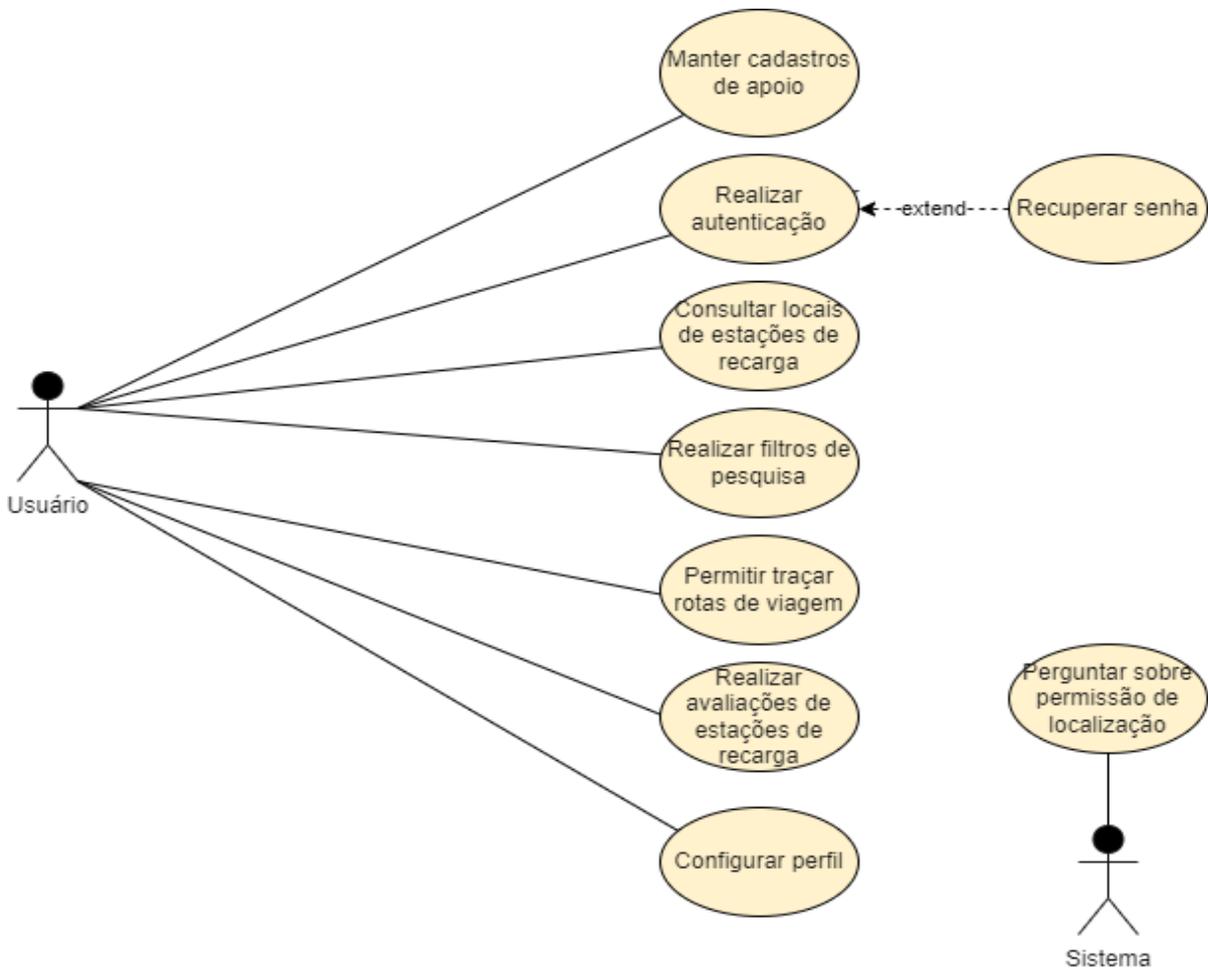
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## 5.2 Diagrama de casos de uso

Os casos de uso são identificados a partir das principais ações disponíveis na ferramenta, na qual são essenciais para a estruturação da aplicação. Identificou-se à existência de dois atores que possuem interação na plataforma *mobile*, conforme mostrado na Figura 25, sendo eles:

1. **Usuário:** Responsável por utilizar a ferramenta, para realizar cadastro, login, consulta de estações de recarga, cadastro de veículos, cadastro de novas estações de recarga, traçar viagens, filtros, entre outros.
2. **Sistema:** Responsável por perguntar para o usuário sobre a permissão de acesso a localização atual dele.

Figura 25 - Diagrama de casos de uso



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 5.3 Requisitos

Para que seja possível desenvolver o aplicativo foi necessário atender aos seguintes requisitos, relacionados às funcionalidades e restrições da aplicação, visando atender as necessidades do usuário. Os requisitos podem ser classificados como funcionais, que são os serviços oferecidos pelo *software*, e não funcionais, que envolvem o processo de desenvolvimento, incluindo tecnologias e ferramentas utilizadas.

No Quadro 1 é possível verificar como ficou classificada a prioridade de cada requisito, sendo eles: obrigatório, importante e desejável.

Quadro 1 - Classificação dos requisitos

<b>Prioridade</b>	<b>Descrição</b>
Obrigatório	Requisitos obrigatórios que o sistema deve atender
Importante	Requisito que o sistema deve atender
Desejável	Requisitos que se for possível, o sistema poderá atender

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No Quadro 2 são apresentados os requisitos funcionais e, em seguida, no Quadro 3 são apresentados os requisitos não funcionais, em ambos os casos são apresentados os seus respectivos detalhamentos e prioridades.

Quadro 2 - Requisitos funcionais

<b>RF001 – Manter cadastro de usuários</b>
O aplicativo deve permitir o cadastramento de novo usuários, o qual pode ser feito via autenticação pela conta do Google ou até mesmo por um cadastro básico no qual deverá conter os seguintes campos:  - Nome: Obrigatório

- E-mail: Obrigatório

- Senha: Obrigatório

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RF002 – Manter cadastro dos locais das estações de recarga**

O aplicativo deve conter um cadastro de locais das estações de recarga, na qual o próprio usuário poderá cadastrar novos locais caso ele ache algum que não esteja cadastrado. O cadastro deverá possuir os seguintes campos:

- Nome do local: Obrigatório

- Endereço: Obrigatório

- Número: Obrigatório

- Bairro: Obrigatório

- Cidade: Obrigatório

- UF: Obrigatório

- Tipos de plugues: Opcional

- Potência: Opcional

- Contato: Opcional

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RF003 – Manter cadastro de veículos**

O aplicativo deve permitir o cadastramento de veículos do usuário, o qual deve possuir os seguintes campos para preenchimento do cadastro:

- Tipo de veículo: Obrigatório

- Marca do veículo: Obrigatório

- Modelo do veículo: Obrigatório
- Placa do veículo: Opcional
- Tipos de plugues: Opcional
- Autonomia da bateria: Obrigatório

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RF004 – Manter cadastro dos tipos de plugues de carregamento**

O aplicativo deve possuir um cadastro de tipos de plugues, tanto para os veículos, como também para mostrar no resumo dos locais das estações de recarga.

- CHAdeMO
- CCS 1
- CCS 2
- GB/T
- J 1772 (Tipo 1)
- Mennekes (Tipo 2)
- Tipo 1
- Tipo 2

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RF005 – Permitir traçar rotas até as estações de recarga**

Ao mostrar os dados de uma estação de recarga disponível e o usuário selecionar o botão de traçar rota, o sistema deve calcular uma rota da localização atual do usuário até a estação de recarga selecionada.

**Prioridade:** Obrigatório

<b>RF006 – Permitir traçar rotas de viagem</b>
<p>O usuário deve poder traçar rotas de viagem, escolhendo o endereço inicial, o endereço de destino e o carro a ser usado.</p> <p><b>Prioridade:</b> Obrigatório</p>
<b>RF007 – Mostrar estações de recarga durante as rotas de viagem</b>
<p>Ao traçar a rota de viagem, o sistema deve mostrar as estações de recarga disponíveis naquela rota traçada, fazendo com que tenha pelo menos uma estação de recarga para recarregar o carro antes que sua autonomia de carga total acabe e até que ele chegue ao seu destino escolhido.</p> <p><b>Prioridade:</b> Obrigatório</p>
<b>RF008 – Permitir avaliações da estação de recarga</b>
<p>O aplicativo deve permitir que as estações de recarga sejam avaliadas pelos usuários, no qual, quando avaliarem alguma estação muitas vezes negativamente, a mesma deverá ser excluída do aplicativo. A avaliação deverá ser feita através de um clique no ícone de <i>like</i>, se o usuário gostou, ou no ícone de <i>deslike</i>, caso não tenha gostado da estação de recarga.</p> <p><b>Prioridade:</b> Importante</p>
<b>RF009 – Possuir filtro de pesquisa por endereço</b>
<p>O aplicativo deve possuir um filtro de pesquisa de endereço, no qual o usuário pode começar a digitar um endereço determinado e o sistema irá autocompletar para ele e ao selecionar o endereço, o mapa irá centralizar a posição da localização nas coordenadas geográficas deste endereço.</p> <p><b>Prioridade:</b> Obrigatório</p>
<b>RF010 – Abrir rotas traçadas no Google Maps</b>
<p>O aplicativo deverá abrir as rotas traçadas diretamente no aplicativo Google Maps.</p>

**Prioridade:** Obrigatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### Quadro 3 - Requisitos não funcionais

#### **RNF001 – Utilizar React Native para desenvolvimento *mobile* multiplataforma**

Para o desenvolvimento *mobile* multiplataforma será utilizado a ferramenta de linguagem de programação chamada React Native.

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RNF002 – Utilizar React Native para desenvolvimento front-end**

Para o desenvolvimento do front-end do aplicativo será utilizado o próprio React-Native.

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RNF003 – Utilizar Firebase para desenvolvimento back-end**

Para o desenvolvimento do back-end do aplicativo será utilizado o Firebase.

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RNF004 – Utilizar Firebase Cloud Firestore para o banco de dados**

Para armazenar os dados, informações geradas no aplicativo e a autenticação via cadastro de usuário, será utilizado como banco de dados a ferramenta Firebase Cloud Firestore.

**Prioridade:** Obrigatório

#### **RNF005 – Ter compatibilidade com as plataformas Android e IOS**

O aplicativo deve ser compatível com diferentes plataformas, sendo elas o Android, com exigência de versão mínima 4.0 e o IOS.

<b>Prioridade:</b> Obrigatório
<b>RNF006 – Possuir senhas criptografadas no banco de dados</b>
O aplicativo deve realizar a criptografia das senhas e gravar no banco de dados. <b>Prioridade:</b> Obrigatório
<b>RNF007 – Realizar validação de determinados campos</b>
O aplicativo deve realizar validação dos campos obrigatórios. <b>Prioridade:</b> Obrigatório
<b>RNF008– Possuir controle de acesso</b>
O aplicativo deve possuir um controle de acesso para maior segurança. <b>Prioridade:</b> Obrigatório
<b>RNF009 – Possuir uma interface intuitiva</b>
O aplicativo deve possuir uma interface intuitiva, a fim de auxiliar o usuário no uso rápido e permitir uma visualização limpa. <b>Prioridade:</b> Obrigatório
<b>RNF010 – Possuir autenticação dos usuários</b>
O aplicativo deve possuir autenticação pelo cadastro via e-mail e senha. <b>Prioridade:</b> Obrigatório
<b>RNF011 – Fazer leitura do QR Code das estações de recarga</b>
O aplicativo deve realizar a leitura do QR Code gerado nas estações de recarga a fim de que a estação libere o carregamento e abra a tela de pagamento. <b>Prioridade:</b> Obrigatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## 5.4 Interfaces da aplicação

Nesta seção são apresentadas as interfaces que foram desenvolvidas para a aplicação.

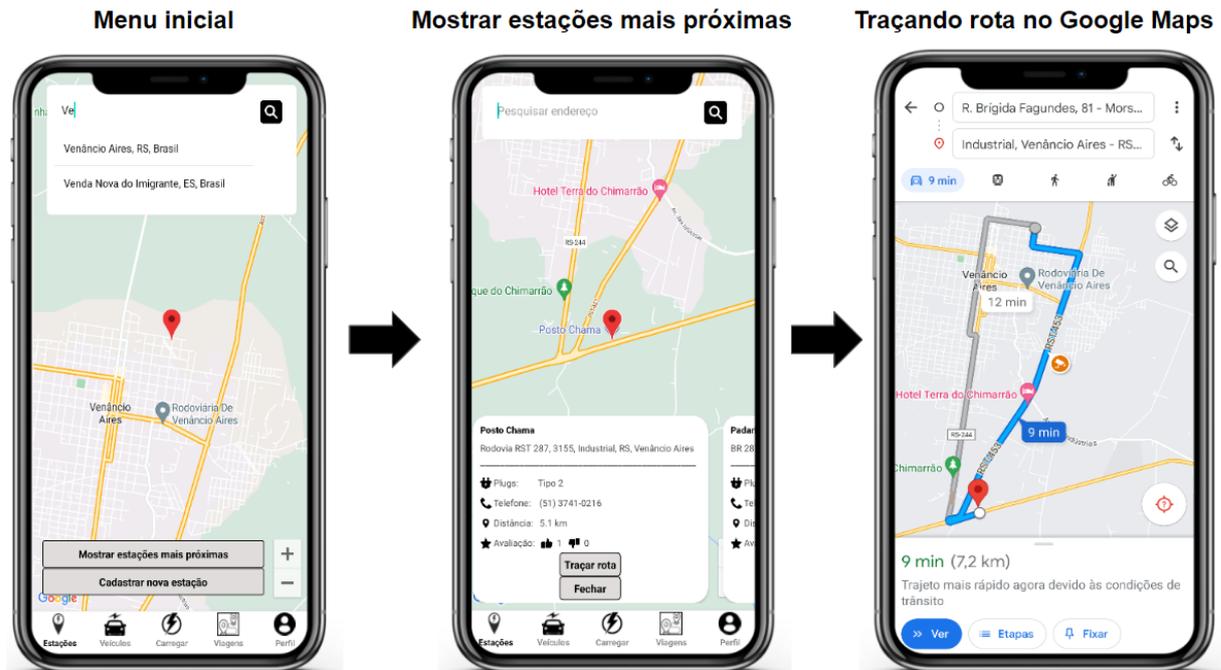
Figura 26 - Telas iniciais



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 26, podemos observar na primeira imagem a tela inicial, onde é possível o usuário avançar para a tela de login ou para a tela de novo registro. Na segunda imagem está a tela de registro, onde um novo usuário poderá se cadastrar preenchendo o seu nome, e-mail e senha. E na terceira imagem, podemos ver a tela de login, onde o usuário poderá se autenticar via o seu e-mail e senha criados na tela de registro.

Figura 27 - Telas do menu de estações



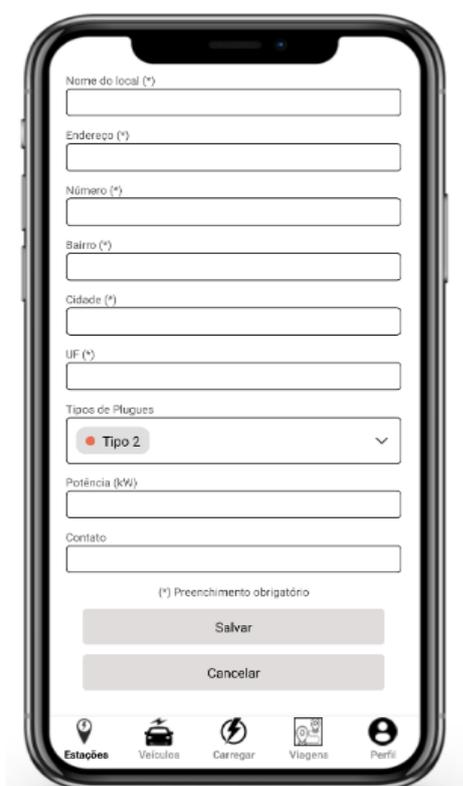
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 27, podemos observar que a aplicação possui um menu inferior com cinco navegações possíveis. A primeira, que está sendo apresentada na primeira imagem, é o menu inicial, chamado de estações, na qual contém a visualização de um mapa, marcando a posição atual do usuário, um botão de pesquisa de endereço de auto complemento, e outros dois botões. O primeiro botão, mostra as estações mais próximas da localização atual do usuário, conforme podemos ver na segunda imagem. As estações de recarga são mostradas em pequenos cards, que fornecem informações a respeito de sua localização, endereço, tipos de plugues compatíveis, avaliações de usuários e são ordenadas pela menor distância. Caso o usuário clicar no botão traçar rota, a aplicação traça a rota da posição atual até a posição da estação de recarga selecionada no card e abre automaticamente no aplicativo do Google Maps, para que o usuário possa visualizar a rota e ter auxílio de tempo e direções, conforme detalhado na terceira imagem.

O segundo botão serve para o usuário cadastrar uma nova estação de recarga, caso ele perceba que existe alguma nova estação que ainda não se encontra cadastrada no sistema. Para fazer isso, ele deve preencher algumas informações, tais como o nome do local, endereço completo, tipos de plugues que a estação de recarga é compatível e até mesmo algum contato do local, conforme detalhado na Figura 28.

Após ele clicar em salvar, a estação de recarga é salva no banco de dados da aplicação e já fica visível para ele e para os outros usuários que utilizam a aplicação. As estações de recarga apenas são removidas do banco de dados, caso a sua avaliação seja muito negativa em relação ao número total de avaliações realizadas pelos usuários.

Figura 28 - Tela para cadastrar estação de recarga



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 29 é possível observar o segundo menu de navegação selecionado, que é o menu chamado de veículos, no qual lista os veículos cadastrados do usuário. Na primeira imagem, podemos ver que a tela ao ser acessada, já verifica se o usuário possui algum veículo cadastrado no banco de dados e disponibiliza as suas informações para visualização, permitindo ele editar ou até mesmo excluir o veículo. Na segunda imagem, podemos ver que o usuário ao clicar em adicionar novo veículo, ele é redirecionado ao uma tela de cadastramento de veículo, no qual ele pode cadastrar um novo veículo preenchendo algumas informações, tais como tipo do veículo, marca, modelo, tipos de plugues compatíveis, placa e a autonomia da bateria.

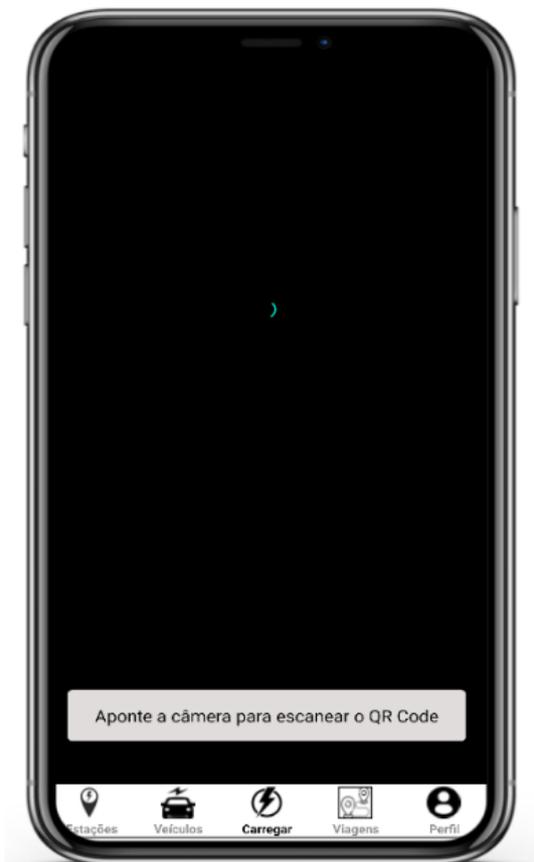
Figura 29 - Tela do menu de veículos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já na Figura 30, é possível observar o terceiro menu de navegação, que é o menu de carregar o veículo, no qual o sistema acessa a câmera do *smartphone* para realizar a leitura do QR Code, gerado pelas estações de recarga quando um usuário a configura para carregar o seu veículo.

Figura 30 - Tela do menu de carregar



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 31 está detalhado o quarto menu de navegação, chamado de viagens, no qual conforme a primeira imagem, permite que o usuário planeje uma viagem, definindo sua origem, destino e escolhendo seu veículo. Com base no cadastro do veículo, o sistema verifica o valor da autonomia da bateria do veículo, para calcular paradas necessárias para o veículo parar para realizar o carregamento de sua bateria, até chegar no seu destino programado, não deixando assim, o usuário ficar sem bateria em seu veículo elétrico.

Após preencher o endereço de origem, destino e o veículo, ao clicar no botão traçar rota de viagem, o sistema automaticamente abre a rota no aplicativo Google Maps, com as paradas necessárias marcadas, até chegar no destino final, conforme a segunda imagem, detalhada a seguir.

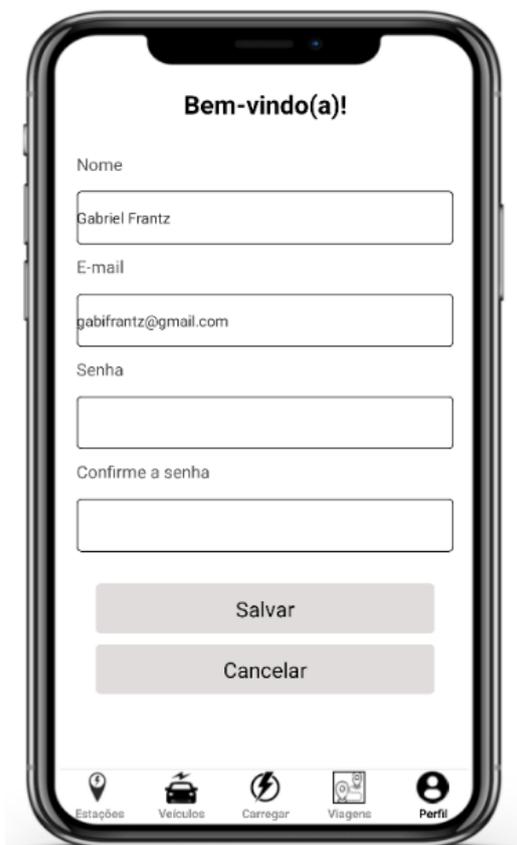
Figura 31 - Tela do menu de viagens



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Finalmente, conforme Figura 32, podemos observar o quinto menu de navegação, que é chamado de perfil, que permite ao usuário alterar seu nome, e-mail ou até mesmo redefinir a sua senha de acesso ao aplicativo.

Figura 32 - Tela do menu de perfil



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nesta sessão foram demonstradas todas as tecnologias utilizadas, todo o planejamento e desenvolvimento da aplicação Recharge Now, bem como as interfaces desenvolvidas e explicação de suas funcionalidades.

Com a aplicação criada, já foi possível verificar a relevância do uso da tecnologia na localização de estações de recarga para carros elétricos, na qual, essa análise será apresentada no próximo capítulo deste trabalho.

## **6 TESTES E ANÁLISES DE RESULTADOS**

Este capítulo detalha os testes realizados e a análise dos resultados obtidos. Como os testes ajudam a validar a escolha pelo tipo da pesquisa qualitativa e a resolução do problema proposto, esta etapa é de grande importância no contexto deste trabalho.

### **6.1 Metodologia de testes**

Devido há falta de conhecimento de pessoas que possuem carro elétrico na região, não foi possível atrair muitos usuários para realizarem os testes propostos da aplicação desenvolvida.

Com o intuito de validar o impacto da tecnologia na solução do problema proposto neste trabalho, foi disponibilizado um formulário para dois usuários que possuem carro 100% elétrico.

O questionário foi separado em duas sessões, na qual na primeira sessão há sete questões, referente ao tipo de carro elétrico que o usuário possui, verificação de uso de estações de recarga domésticas e públicas, uso de outras aplicações de localização de estações de recarga e dificuldades na utilização dela.

Como o presente trabalho se trata de uma pesquisa experimental, visto que se trata de um desenvolvimento de uma aplicação e não de um produto para ser

comercializado, e devido aos usuários serem de localidades mais distantes, a fim de mostrar a eles como ficou a aplicação, foi criado um vídeo que mostra as suas funcionalidades.

Para a segunda sessão, foi disponibilizado um vídeo no qual é demonstrado o funcionamento da aplicação Recharge Now por completo, desde a sua abertura, registro, login, cadastro de veículos, cadastro de estações de recarga, localização de estações de recarga, traçagem de rotas, criação de viagens, entre outras funções. Após a visualização do vídeo, foram repassadas aos usuários sete perguntas para que eles realizassem uma avaliação da aplicação apresentada, referente ao layout, recursos de localização e cadastro, navegação entre telas e se a aplicação do modo apresentado poderia ajudá-los com sua necessidade de localização estações de recarga para seus carros elétricos.

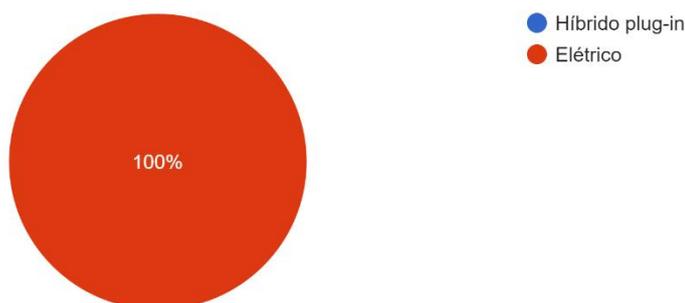
## 6.2 Análise dos dados gerados

A primeira pergunta da primeira sessão do formulário buscou saber qual o tipo de veículo de cada usuário, e ambos marcaram a opção de carro elétrico, conforme mostrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Tipo de carro elétrico dos usuários

Você possui carro híbrido plug-in ou totalmente elétrico?

2 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A segunda e a terceira pergunta da primeira sessão do formulário tiveram o objetivo de verificar qual era a marca e modelo dos carros elétricos dos usuários, conforme mostrado na Figura 33, ambos os usuários possuem carros elétricos de marca e modelo distintos.

Figura 33 - Marca e modelo dos carros elétricos dos usuários

Qual a marca do seu carro?

2 respostas

Caoachery

BMW

Qual o modelo do seu carro?

2 respostas

I car

BMW i3

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na quarta pergunta da primeira sessão do formulário foi questionado aos usuários se eles sabiam qual era a autonomia total da bateria dos seus carros elétricos, ou seja, quantos quilômetros o carro elétrico faz com sua bateria completamente carregada. Conforme demonstrado na Figura 34, o carro elétrico da marca Caoachery, modelo I car, possui uma autonomia de cerca de 280 quilômetros, já o carro elétrico da marca BMW, modelo i3, tem uma autonomia de cerca de 180 quilômetros.

Figura 34 - Autonomia total da bateria dos carros elétricos dos usuários

Você sabe qual a autonomia total da bateria (km) do seu carro elétrico? Se sim, qual?

2 respostas

280 km

180 km

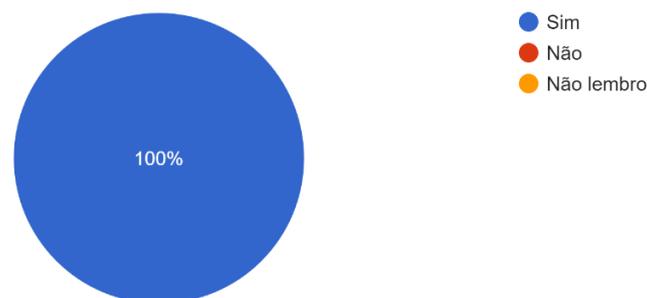
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A quinta pergunta da primeira sessão do formulário, buscou verificar se algum dos usuários já teria realizado algum percurso maior do que a autonomia total dos seus carros elétricos. E ambos marcaram que sim, que já realizaram algum percurso maior, conforme mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Percurso dos carros elétricos dos usuários

Você já realizou algum percurso maior do que a autonomia total da bateria do seu carro elétrico?

2 respostas



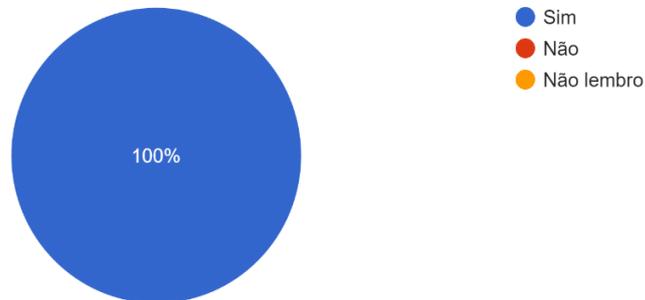
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na sexta pergunta da primeira sessão do formulário, foi questionado aos usuários se eles já tiveram que usar algum aplicativo ou outra forma de localização, para encontrar estações de recarga para recarregar seus carros elétricos, além do seu ponto de recarga doméstico. Conforme demonstrado no Gráfico 3, ambos os usuários marcaram que sim, que já tiveram que usar algum aplicativo ou outro forma de localização.

### Gráfico 3 - Uso de outras ferramentas de localização de estações de recarga

Além do seu ponto de recarga doméstico, você já teve que usar um aplicativo ou outra forma de localização, para encontrar estações de recarga, para recarregar seu carro elétrico?

2 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na sétima e última pergunta da primeira sessão do formulário, foi questionado aos usuários de como foi sua experiência no uso de algum aplicativo ou outro meio de localização para localizar as estações de recarga para os seus carros elétricos. Ambos os usuários marcaram que foram positivas suas experiências no uso de algum aplicativo ou outro meio de localização, conforme mostrado no Gráfico 4.

### Gráfico 4 - Experiência com a utilização de outras ferramentas de localização de estações de recarga

Caso tenha utilizado um aplicativo ou outra forma de localização, para encontrar estações de recarga, a experiência foi positiva ou negativa?

2 respostas



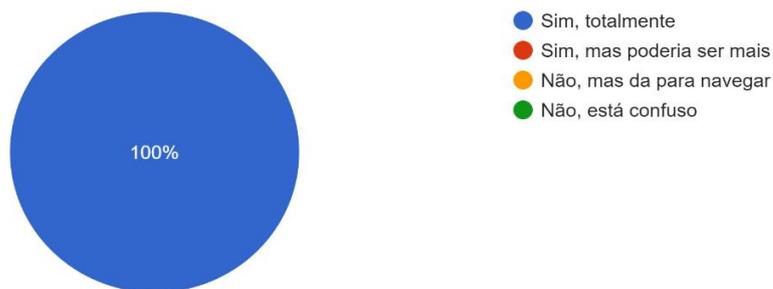
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A primeira pergunta da segunda sessão do formulário, questionou aos usuários, após assistirem o vídeo do funcionamento da aplicação Recharge Now, sobre sua avaliação referente ao layout, e ambos marcaram que o layout ficou totalmente intuitivo, conforme demonstrado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Avaliação do layout da aplicação

Você acha que o layout ficou bem intuitivo?

2 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na segunda pergunta da segunda sessão do formulário, foi questionado aos usuários sobre sua avaliação referente aos recursos da tela inicial da aplicação Recharge Now, e ambos marcaram que eles estão ótimos, conforme mostrado no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Avaliação dos recursos da tela inicial

Como você avalia os recursos da tela inicial?

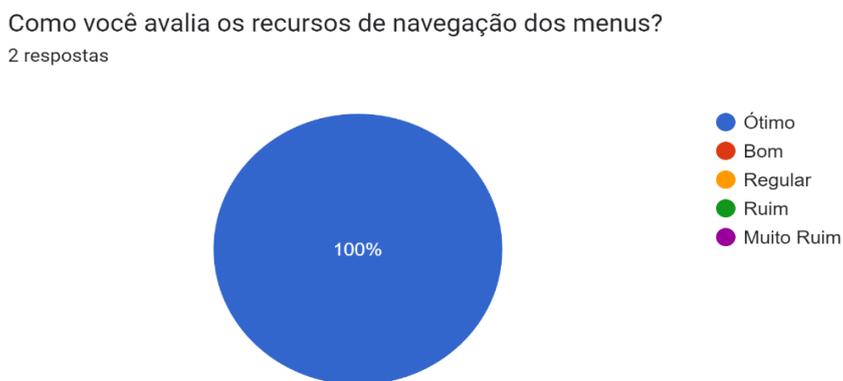
2 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A terceira pergunta da segunda sessão do formulário, questionou aos usuários sobre sua avaliação referente aos recursos de navegação dos menus da aplicação, e ambos marcaram que eles estão ótimos, conforme demonstrado no Gráfico 7.

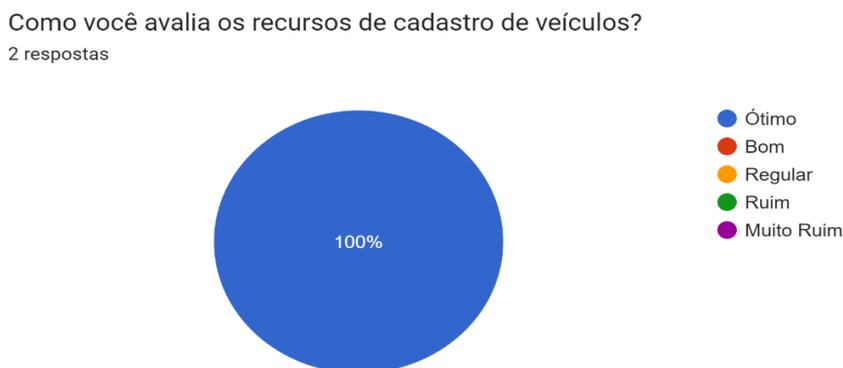
Gráfico 7 - Avaliação dos recursos de navegação dos menus



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na quarta pergunta da segunda sessão do formulário, foi questionado aos usuários sobre sua avaliação referente aos recursos de cadastro de veículos da aplicação Recharge Now, e ambos marcaram que eles estão ótimos, conforme mostrado no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Avaliação dos recursos de cadastro de veículos

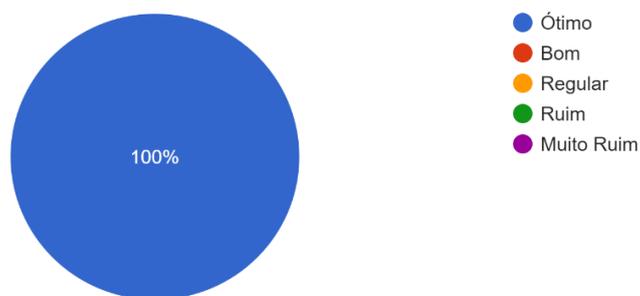


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A quinta pergunta da segunda sessão do formulário, questionou aos usuários sobre sua avaliação referente aos recursos para localizar as estações de recarga, e ambos marcaram que eles estão ótimos, conforme demonstrado no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Avaliação dos recursos para localizar as estações de recarga

Como você avalia os recursos para localizar as estações de recarga?  
2 respostas



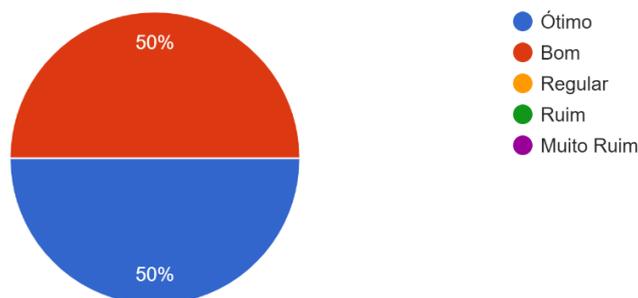
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na sexta pergunta da segunda sessão do formulário, foi questionado aos usuários sobre sua avaliação referente aos recursos para criar rotas de viagens com os veículos cadastrados do usuário. Em suas avaliações, um usuário marcou que os recursos estão ótimos e o outro marcou que estão bons, conforme mostrado no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Avaliação dos recursos para criar rotas de viagens com os veículos cadastrados do usuário

Como você avalia os recursos para criar rotas de viagens com o seu veículo?

2 respostas



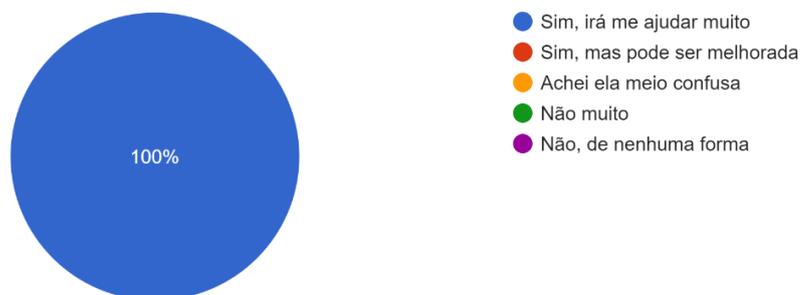
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na sétima e última pergunta da segunda sessão do formulário, foi questionado aos usuários se a aplicação Recharge Now, proposta neste trabalho, irá ajudá-los com a necessidade de eles localizarem as estações de recarga para os seus carros elétricos. Em suas avaliações, ambos os usuários marcaram a opção sim, que a aplicação Recharge Now irá ajudar muito na localização de estações de recarga para os seus carros elétricos, conforme mostrado no Gráfico 11.

Gráfico 11 - Avaliação final da aplicação Recharge Now

Você acha que essa aplicação poderá te ajudar com a sua necessidade de localizar estações de recarga para o seu carro elétrico?

2 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nesta sessão buscou-se analisar quais as marcas e modelos dos carros elétricos dos usuários, se eles já precisaram utilizar alguma forma de localização para estações de recarga e se tiveram uma experiência positiva com elas.

Com a disponibilização do vídeo para os usuários, foi possível obter resultados muito positivos em relação a aplicação desenvolvida, na qual todos os usuários concordam que a aplicação pode ajudá-los de uma forma fácil e intuitiva a localizarem as estações de recarga mais próximas ou conforme suas rotas de viagens, para o recarregamento de seus carros elétricos.

Com as validações positivas da aplicação, foi possível descobrir que ela é muito útil para a resolução do problema inicial apresentado e que é possível dizer que todo o esforço e dedicação dados ao desenvolvimento deste trabalho e da aplicação Recharge Now tiveram resultados positivos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, o número de carros elétricos vem crescendo no Brasil, e com esse crescimento, há também um aumento na localização de infraestruturas adequadas para o recarregamento destes carros em locais públicos e de fácil acesso.

Com base nas pesquisas realizadas, envolvendo conceitos de localização e de desenvolvimento para dispositivos móveis, bem como o estudo sobre aplicativos já existentes no mercado, o trabalho proposto objetivou desenvolver um novo aplicativo *mobile*, que possibilita aos condutores localizar estações de recarga para seus carros elétricos em todo o território brasileiro, facilitando assim a localização e planejamento de viagens.

Durante a avaliação do aplicativo desenvolvido, na qual foi realizada com dois usuários de carros elétricos, foi possível observar uma avaliação muito satisfatória de ambos, visto que os avaliadores pontuaram positivamente em relação a todas às possibilidades apresentadas da ferramenta, desse modo, foi possível concluir que a ferramenta desenvolvida se mostra como uma alternativa que soluciona a questão do problema proposto neste trabalho com sucesso.

Podemos destacar também novas funções que podem ser adicionadas em trabalhos futuros e agregar ainda mais valor à ferramenta proposta, como por exemplo, um histórico de todos os carregamentos já feitos pelo usuário, a fim de ele poder consultá-los. Além disso, outra função relevante seria em relação a implementação de e-mails e notificações com novidades da aplicação, a fim de avisar os usuários sobre novas estações de recarga disponíveis e suas localizações. Outra

função que poderia agregar à ferramenta, seria a disponibilização de fotos dos locais e das estações de recarga para o usuário visualizar antes mesmo de traçar uma rota até ela, a fim de identificar a mesma. Por fim, outro desenvolvimento válido seria em relação a criação de uma troca de mensagens internas entre usuários do sistema, a fim de troca de informações e feedbacks sobre as estações de recarga utilizadas por eles durante o uso da aplicação.

Durante o desenvolvimento da aplicação foram encontradas algumas dificuldades, como por exemplo, o curto tempo para finalizar todas as ideias iniciais propostas da ferramenta, bem como, alguns problemas com a tecnologia proposta, por falta de conhecimento e familiaridade. Porém, apesar das dificuldades, foi possível adquirir novos conhecimentos, tanto na área de carros elétricos, localização, como também no uso de novas tecnologias para desenvolvimento.

Como sugestão para o futuro da aplicação Recharge Now seria a possibilidade de mensurar o quanto de energia é consumida de uma estação de recarga para recarregar um carro elétrico por completo, podendo assim, ajudar tanto o usuário que necessita do uso de uma estação de recarga para recarregar seu carro, mas como também o empresário que disponibiliza a estação de recarga, a fim de ajudá-lo a ter ideia do quanto é gasto de energia elétrica da sua rede com o uso das estações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABVE. **Associação Brasileira do Veículo Elétrico**. 2022. Disponível em <<https://www.abve.org.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ALVES, Sérgio. **A matemática do GPS**. Revista do Professor de Matemática, vol. 59, pp. 17-26, 2006.

BBC. **British Broadcasting Corporation**. 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53176664>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CAMILO, Gabriel Magalhães Menezes. **Sistema web para controle de vacinação de um hospital**. 2019. 47 f. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade - MG, 2019.

DEVMEDIA. **Introdução ao Visual Studio Code**. 2016. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-visual-studio-code/34418>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

DILIÃO, Rui. **GPS: Global Position System**. Disponível em: <[http://sd.ist.utl.pt/NonLinear\\_Dynamics\\_Group/Awareness\\_files/gps.pdf](http://sd.ist.utl.pt/NonLinear_Dynamics_Group/Awareness_files/gps.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2022.

DO LAGO, Isabel Franco; FERREIRA, Luiz Danilo Damasceno; KRUEGER, Claudia Pereira. **GPS e GLONASS: aspectos teóricos e aplicações práticas**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 8, n. 2, 2002.

EPE. **Atlas da Eficiência Energética Brasil | 2021 - Relatório de Indicadores**. Brasil, 2021. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-651/Atlas2021\\_PT\\_2022\\_02\\_04.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-651/Atlas2021_PT_2022_02_04.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ESA. **Agência Espacial Europeia**. 2022. Disponível em: <<https://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

FIGUEIREDO, Davis Anderson. **Análise de vulnerabilidades e ameaças presentes em redes Wi-Fi (ieee 802.11) de instituições de ensino superior de Minas Gerais**. 2016. Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, v. 5, n. 2, 2017.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002 e 2008.

GLONASS, INFORMATION-ANALYTICAL CENTRE. **GLONASS Status**. Disponível em: <[https://glonass-iac.ru/en/about\\_glonass/](https://glonass-iac.ru/en/about_glonass/)>. Acesso em: 01 mai. 2022.

GOOGLE FIREBASE. **Firestore Authentication**. 2022. Disponível em <<https://firebase.google.com/docs/auth>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

GOOGLE FIRESTORE. **Cloud Firestore**. 2022. Disponível em <<https://firebase.google.com/docs/firestore>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

GOOGLE MAPS. **Google Maps Platform**. 2022. Disponível em: <<https://mapsplatform.google.com/>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

IESA - India Energy Storage Alliance. 2021. Charging of Electric Vehicles. Disponível em: <<https://indiaesa.info/resources/ev-101/3915-charging-of-electric-vehicles>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

LAM, Y. S.; Li, V. O. K. **Chemical-Reaction-Inspired Metaheuristic for Optimization**. IEEE Transactions on Evolucionary Computacion, vol. 14, n. 3, pp. 391-399, 2010. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1109/TEVC.2009.2033580>> Acesso em: 18 mar. 2022.

LILLY, Chris. **EV conector types**. 2022. Disponível em: <<https://www.zap-map.com/charge-points/connectors-speeds/>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

LIMA, Eryl Caldas de. **Proposta de metodologia para melhora do posicionamento obtido através de receptores GPS de baixo custo**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – São Paulo, SP.

MENEZES, Raiane Rintielle Vaz. **Análise do GNSS PPP multi-constelações com uso dos sistemas GPS, GLONASS E GALILEO**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa - MG.

MONICO, João F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Unesp, 2000.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da Pesquisa**. Brasília, DF. 2003. Universidade Católica de Brasília, UCB. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2022.

MOURA, André Iasi. **WBLS: um sistema de localização de dispositivos móveis em redes Wi-Fi**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASA, National Aeronautics and Space Administration. **What is GPS?** Disponível em: <[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/gps\\_web.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/gps_web.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

NeoCharge. 2022. Disponível em: <<https://indiaesa.info/resources/ev-101/3915-charging-of-electric-vehicles>>. Acesso em: 19 maio. 2022.

PEREIRA, Adriana Soares; SHITSUKA. Dorlivete Moreira; PARREIRA, Fabio José; SHITSUKA, Ricardo. **Metodologia da Pesquisa Científica**. 1 ed. UAB/NTE/UFSM, Santa Maria, RS, 2018. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em <[https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica\\_final.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2022.

PLUGSHARE, **PlugShare**. 2022. Disponível em: <<https://company.plugshare.com/plugshare.html>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

POLON, Luana. **Coordenadas geográficas**. Disponível em: <<https://www.estudopratico.com.br/coordenadas-geograficas>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

PONTES, Lucas Andrade. **Mobilenha: aplicativo para cálculo estimativo de consumo de lenha e da produção na indústria de cerâmica vermelha**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de software-9**. McGraw Hill Brasil, 2021.

PRODANOV, C. A.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul: Universidade FEEVALE, 2013.

REACT NATIVE. 2022. Disponível em: <<https://reactnative.dev/>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

SANTOS, Marco Aurélio dos et al. **Localização em ambientes internos utilizando PDR e Wi-Fi**. 2018. Dissertação. Universidade Federal do Amazonas. Manaus – AM. 2018.

SCHONARTH, Murilo. **FINDAY: Aplicativo para auxiliar a mobilidade em ambientes indoor**. 2017. Dissertação. Universidade do Vale do Taquari – Univates, RS. 2017.

SOUSA, Rafaela. **Acordo de Paris**. Brasil Escola. 2015. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/acordo-paris.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2022.

SOUSA, Kássio Rômulo Lima. **Sistema colaborativo para criação de roteiros turísticos e Interativos utilizando a API Google Maps**. TCC Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal do Maranhão. São Luís – MA. 2016.

TUPINAMBÁ, **Tupinambá Energia**. 2022. Disponível em: <<https://www.tupinambaenergia.com.br/>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

VAMO, Veículos Alternativos para Mobilidade. **VAMO Fortaleza**. 2019. Disponível em: <<http://www.vamofortaleza.com/>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

VOLTBRAS, **Voltbras**. 2022. Disponível em: <<https://voltbras.com.br/aplicativo/>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

ZANDBERGEN, Paul A; BARBEAU, Sean J. **Positional Accuracy of Assisted GPS Data from High-Sensitivity GPS-enabled Mobile Phones**. THE JOURNAL OF NAVIGATION (2011), 64, 381–399. 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/231849997\\_Positional\\_Accuracy\\_of\\_Assisted\\_GPS\\_Data\\_from\\_High-Sensitivity\\_GPS-enabled\\_Mobile\\_Phones](https://www.researchgate.net/publication/231849997_Positional_Accuracy_of_Assisted_GPS_Data_from_High-Sensitivity_GPS-enabled_Mobile_Phones)>. Acesso em: 05 abr. 2022.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Análise de informações sobre o uso do carro elétrico

#### **Avaliação do Recharge Now - Sistema/App**

Esta avaliação visa realizar uma pesquisa sobre a aplicação Recharge Now com pessoas que já possuíram ou ainda possuem carro elétrico para sua locomoção, seja para uso diário, como trabalho, ou até mesmo para viagens de lazer.

Você possui carro híbrido plug-in ou totalmente elétrico? \*

- Híbrido plug-in
- Elétrico

Qual a marca do seu carro? \*

Sua resposta

---

Qual o modelo do seu carro? \*

Sua resposta

---

Você sabe qual a autonomia total da bateria (km) do seu carro elétrico? Se sim, qual? \*

Sua resposta

---

Você já fez algum percurso maior do que a carga da bateria do seu carro elétrico permite? \*

- Sim
- Não
- Não lembro

Além do seu ponto de recarga doméstico, você já teve que usar um aplicativo ou outra forma de localização, para encontrar estações de recarga, para recarregar seu carro elétrico? \*

- Sim
- Não
- Não lembro

Caso tenha utilizado um aplicativo ou outra forma de localização, para encontrar estações de recarga, a experiência foi positiva ou negativa? \*

- Positiva
- Negativa
- Nunca utilizei

## APÊNDICE B – Avaliação da ferramenta

### Avaliação do Recharge Now - Sistema/App

Assista o vídeo disponibilizado abaixo e responda as seguintes perguntas sobre o protótipo da aplicação Recharge Now.

Vídeo: <https://youtu.be/h170607tGew>

Você acha que o layout ficou bem intuitivo? \*

- Sim, totalmente
- Sim, mas poderia ser mais
- Não, mas dá para navegar
- Não, está confuso

Como você avalia os recursos da tela inicial? \*

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

Como você avalia os recursos de navegação dos menus? \*

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

Como você avalia os recursos de cadastro de veículos? \*

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

Como você avalia os recursos para localizar as estações de recarga? \*

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

Como você avalia os recursos para criar rotas de viagens com o seu veículo? \*

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

Você acha que essa aplicação poderá te ajudar com a sua necessidade de localizar estações de recarga para o seu carro elétrico? \*

- Sim, irá me ajudar muito
- Sim, mas pode ser melhorada
- Achei ela meio confusa
- Não muito
- Não, de nenhuma forma