



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE FROTAS DE VEÍCULOS E
COMPORTAMENTO DE CONDUÇÃO NO CONTEXTO DE *SMART CITIES***

STÊNIO ELLISON PEREIRA FERREIRA

JOÃO PESSOA

2023

STÊNIO ELLISON PEREIRA FERREIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO II

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE FROTAS DE VEÍCULOS E COMPORTAMENTO
DE CONDUÇÃO NO CONTEXTO DE *SMART CITIES*

Estudo do desenvolvimento de soluções para auxiliar nas vias de *Smart cities* para a disciplina de Trabalho de conclusão do curso 1, do curso de Engenharia de Computação, da Universidade Federal da Paraíba para poder obter a primeira nota da disciplina.

ORIENTADOR: Alisson Vasconcelos de Brito

JOÃO PESSOA - PB

JUNHO, 2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F383s Ferreira, Stenio Ellison Pereira.

Sistema de gerenciamento de frotas de veículos e
comportamento de condução no contexto smart cities /
Stenio Ellison Pereira Ferreira. - João Pessoa, 2023.
43 f.

Orientação: Alisson Brito.
TCC (Graduação) - UFPB/CI.

1. Smart cities. 2. Gerenciamento de frotas. 3.
Smart mobility. I. Brito, Alisson. II. Título.

UFPB/CI

CDU 004

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por ter me fortalecido e não ter me deixado desistir, ter possibilitado seguir esse caminho e me colocar até aqui, ter ficado comigo nos maiores desafios e ter me dado paz e tranquilidade em saber que ele cuidava de tudo o tempo todo, até nos momentos mais impossíveis.

Quero agradecer aos meus pais Ernaldo Sebastião e Franciniliza Pereira por todo apoio e suporte que me deram durante toda minha vida, principalmente na graduação, que se esforçaram para eu estar aqui, sendo solícitos e acreditando muito no meu potencial, me ajudando da forma que podiam, sou muito grato de verdade.

Agradeço às minhas irmãs Stherfany, Snéia e Slyne por todo suporte e carinho ao longo dessa jornada e todo apoio também.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos que foram um grande presente divino, uma verdadeira família em uma cidade que eu não conhecia ninguém, também os meus amigos do meu interior, agradeço por todas as palavras de apoio, suporte e momentos bons que tivemos juntos e por sempre me lembrarem que sou capaz.

Também gostaria de agradecer a Nicoli Santos por ser uma amiga muito presente desde da escola e ter me acompanhado na graduação sendo solícita nas disciplinas e me dando muito apoio, também agradeço a Elaine Cristina e Letícia Sousa por serem tão companheiras dentro e fora da graduação, grato demais por cada obstáculo que venci juntamente com vocês e por todas nossas comemorações individuais e conjuntas.

Agradeço ao professor Alisson Brito que me orientou e incentivou, proporcionando a conclusão deste trabalho.

Por fim agradeço a todos os professores e alunos que contribuíram positivamente para a minha formação acadêmica.

Resumo

Esse trabalho traz consigo o estudo sobre o monitoramento de vias em cidades inteligentes, com intuito de desenvolver uma solução viável para a melhoria desta, expondo o desenvolvimento da aplicação criada para auxiliar nessas vias inteligentes e no compartilhamento de veículos, assim os resultados adquiridos com sua prototipagem e implementação, focando no traçamento do perfil de condução do motorista e gerenciamento de frotas de alguma organização. Além disso, demonstra todos os processos metodológicos necessários para a codificação, e também faz a análise dos resultados obtidos comparando-os com o objetivo principal desse projeto.

Sumário

Resumo	5
Sumário	6
1. Introdução	7
2. Motivação	9
3. Objetivos	10
4. Fundamentação teórica	11
4.1 Smart Cities	11
4.2 Problemas urbanos	12
4.3 Sustentabilidade	13
4.4 Car sharing e economia de custos	14
5. Metodologia	15
5.1 Tecnologias Empregadas	16
5.2 Fluxo da aplicação	16
5.4 Arquitetura de software	17
5.4 Implementação	20
5.5 Estudo de caso: O Desafio de Controle e Utilização Eficiente da Frota de Veículos com o aplicativo Locar.	20
6. Coleta de dados	23
7. Motivação	23
8. Trabalhos relacionados	25
9. Resultados	27
9.1 Protótipo da Aplicação	27
9.1.1 Tela de inicialização e telas de Login e Cadastro	28
9.1.2 Tela de cadastro de veículos e motorista	28
9.1.3 Tela após fazer o login	30
9.2 Codificação	34
9.2.1 Tela Logo	35
9.2.2 Cadastro e Login	36
9.2.3 Tela de Cadastro da Empresa	36
9.2.4 Sensores	37
10. Trabalhos Futuros	38
11. Conclusão	39
Referências	41

1. Introdução

O constante aumento populacional propiciou para a humanidade a adaptação contínua em seu modo de viver, seja por meio de novos tipos de construções, tecnologias, veículos, entre outros. As pessoas buscaram ideias inovadoras para o convívio da sociedade, porém o crescimento tecnológico e populacional vem acontecendo cada vez mais rápido e consequentemente impacta o tráfego de veículos em uma via, a qual, com tanta movimentação, pode apresentar problemas estruturais como buracos, e estes impactam no trânsito pois além de causar danos aos veículos que circulam pelo local, e dependendo do seu perfil de condução do motorista, tal situação pode culminar em um acidente de trânsito, podendo este ser leve ou até mesmo causar uma tragédia. Sabendo disso, pensa-se no conceito de *Smart cities*, que engloba cidades inteligentes, com a capacidade de permitir que novas tecnologias testadas e implementadas tornem melhor esse setor de mobilidade e evite o surgimento e desenvolvimento de tais problemas que afetam a sociedade em geral (CHUAN TAO et al., 2015).

As inovações tecnológicas que propõe uma solução empregada nas *Smart Cities*, são revisadas pelos gestores das cidades, no âmbito de sua economia e utilidade, com a finalidade de fornecer à sociedade serviços diferenciados para a sua mobilidade. Já existem vários exemplos de aplicações de tecnologias voltadas para a mobilidade, como estacionamento e pedágio inteligente, que utilizam sensores e aplicações para gerenciar vagas desocupadas e as movimentações; Semáforos e sinais de trânsito automáticos, com inteligência artificial e sensores para melhorar o tráfego de pessoas e veículos utilizando processamento digital de informação; Carros elétricos e autônomos, que utilizam o gps e redes do tipo 6G para se manter conectado e com sensores que respondem rapidamente em caso de possível colisão, entre outros (NOBREGA, 2019).

Ainda segundo Nóbrega (2019), o termo *Smart Mobility* já é uma realidade, o qual se caracteriza como sendo a utilização de TI para administrar adequadamente os serviços projetados que buscam melhorar a mobilidade urbana. Os quais contribuem para a redução de poluição atmosférica, não congestionamento de tráfego e economia em viagens, consequentemente aumentando a segurança de quem está a bordo do veículo.

O pensamento de *Smart Mobility*, surgiu com a percepção de que os recursos naturais utilizados para soluções tecnológicas estão esgotando, pois o crescimento populacional impacta no aumento de veículos e consequentemente influencia em toda mobilidade urbana,

gerando mais fluxo e poluição, logo as entidades governamentais e empresas iniciaram o desenvolvimento de *Smart Cities*, visto que sem o meio ambiente não haverá mais futuras cidades, transformando então este conceito em algo necessário para a sobrevivência humana (PAIVA *et. al.*, 2021).

Como apontado por Paiva *et. al.* (2021), diariamente pessoas têm seus trajetos fixos de trabalho, rotas com horários marcados e tudo isso engloba um fluxo de desconhecidos que podem se relacionar em uma mesma via, gerando mais tráfego em uma parte do tempo específica ou acontecer imprevistos devido a má infraestrutura do percurso naquele momento, ou condução ruim, clima, tipos de veículos na estrada, frotas, entre outros. Tudo isso pode influenciar no tempo do percurso e na segurança do passageiro, porém uma forma de conectar todos e tentar amenizar seus impactos seria usando IoT, ou em português, internet das coisas.

A Internet das Coisas (IoT) desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e na implementação de tecnologias destinadas às Cidades Inteligentes (LEOPOLDINO; ROCHA, 2019). Designado como conjunto de ferramentas, que possibilita uma comunicação entre diversos dispositivos por meio da famigerada internet, garantindo integração do usuário com sua casa, carro, eletrodomésticos e tudo que estiver conectado à rede, podendo ser por meio de sensores e aplicações desenvolvidas para os seus usuários de interesse, possibilitando a união de vários dispositivos à um sistema único, com um controle que pode ser feito via computador, smartphone, entre outros.

Li, Xu e Zhao (2014) apontam que estes dispositivos compartilham informações o tempo todo e fazem coleta de dados para uma computação ubíqua, que integra humanos às tecnologias. O motivo de uso da IoT é porque ela tem como objetivo a modernização, automatização e otimização de cidades por meio de dispositivos tecnológicos, os dados que serão salvos em uma nuvem permitem prover informações de lugares e vias da cidade para os usuários que têm acesso a determinada aplicação, também consentindo a interação entre os indivíduos, podendo criar algum desvio de rota ou uma via opcional, avisos às pessoas que também se locomovem por esse mesmo trajeto, gerando a interação entre usuários.

Com o uso de IoT, seria possível monitorar diversas vias e veículos para desenvolver uma aplicação que integre essas rotas, veículos e motoristas com outros usuários do aplicativo, pensando em todos esses conceitos de cidades inteligentes surgiu a ideia de criar o app Locar, o qual permitiria um rastreo de veículos de determinada empresa ou entidade governamental, tendo acesso a dados de rotas e do motorista, para criar uma base de dados dividida em quatro aspectos (LI; XU; ZHAO, 2014):

- Coleta de dados de vias onde o transporte diariamente percorre, com o objetivo de verificar se há buracos, desvio de rota devido a construções e possivelmente integrar esses dados a softwares conhecidos de rotas como o Waze;
- Verificação de problemas do veículo, pois a empresa que é a proprietária do transporte deve manter o mesmo revisado, já que um veículo com problemas de estabilidade teria influência no monitoramento de vias, podendo gerar um dado errôneo em algum trajeto do local;
- Viabilizar o compartilhamento de veículos criando um sistema de gerenciamento de garagem, permitindo o cadastro de transportes e motoristas que estão disponíveis no momento e agrupando passageiros que têm alguma rota em comum.
- Traçar um perfil de condução do motorista, que com dados de velocidade iria criar classes utilizando uma inteligência artificial para determinar se o motorista corre muito, dirige lento, cuidadoso ou desatencioso, pois iria salvar seus dados de velocidades e histórico de descuidos nas vias das cidades inteligentes.

2. Motivação

A resolução do problema de alocação de veículos de modo eficiente traz consigo uma cascata de motivações e benefícios em empresas de transporte, órgãos e instituições públicas, logística e para a sociedade em geral.

Um dos principais pontos que motivam o desenvolvimento deste estudo é a redução de custos operacionais. Ao otimizar as rotas e minar a distância percorrida garante-se uma economia de recursos financeiros, como combustível, valor da diária do veículo, manutenção (mão de obra, materiais) e além de imprevistos que podem ocorrer (LOPES et al., 2023). Essa otimização sucede em uma alocação eficaz dos veículos, maximizando a utilização dos recursos disponíveis.

Buscar a resolução do problema de alocação eficiente de veículos, a partir do estudo de caso na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), revelou uma cascata de motivações e benefícios que se estendem para empresas de transporte, órgãos e instituições públicas, logística e para a sociedade em geral. O estudo de caso na UFPB foi crucial na identificação de desafios específicos no gerenciamento da frota, e construção da aplicação, proporcionando uma motivação essencial para o desenvolvimento deste estudo.

Aprimorar a qualidade do serviço prestado é um aspecto relevante da alocação eficiente de veículos, visto que permite a consecução pontual de prazos e a satisfação das demandas de modo mais confiável. Essa abordagem conduz a uma otimização da qualidade

do serviço, o que, por conseguinte, culmina na satisfação dos clientes, resultando em um processo de fidelização e na consolidação da reputação positiva da empresa.

A alocação eficiente de veículos não apenas traz benefícios econômicos e operacionais, mas também possui um impacto ambiental positivo, alinhado com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental das operações de transporte (MASSI, 2023). Ao otimizar as rotas e reduzir a distância percorrida, é possível mitigar as emissões de gases de efeito estufa e minimizar o impacto ambiental do transporte (LEITE; DEBONE; MIRAGLIA, 2023). Essa abordagem demonstra um compromisso com a preservação do meio ambiente e contribui para a promoção de práticas sustentáveis no setor de transporte.

Em complemento, o congestionamento do tráfego representa um desafio significativo para as grandes cidades, resultando em atrasos nas viagens e aumento das emissões de carbono (CALLIL et. al., 2023). No entanto, estudos como os de Pellegrini e Andrade (2017) e Arasaki et al. (2016) mostram que o compartilhamento de veículos e sistemas de mobilidade compartilhada podem desempenhar um papel crucial na redução do congestionamento do tráfego. Essas soluções, em conjunto com a alocação eficiente de veículos, têm o potencial de minimizar os impactos negativos do tráfego nas áreas urbanas e promover uma mobilidade mais sustentável.

A otimização da alocação de veículos busca maximizar a utilização dos recursos disponíveis, evitando tanto a subutilização quanto a sobreutilização desses recursos. Essa abordagem é fundamental para garantir eficiência e disponibilidade adequadas, assegurando um equilíbrio na utilização dos recursos e evitando desperdícios ou sobrecargas indesejadas (LEE et al., 2023). Além disso, estudos anteriores destacam que a otimização da alocação de veículos é um aspecto crucial na gestão de sistemas de compartilhamento de carros, onde a alocação dinâmica de veículos em tempo e espaço é essencial para maximizar os lucros e atender à demanda flutuante dos usuários (LEE et al., 2023).

Por fim, a investigação do problema de alocação de veículos também se configura como uma oportunidade de otimizar as operações de transporte, reduzindo custos e contribuindo para a redução das emissões de carbono. A abordagem dessa complexidade demanda a aplicação de estratégias e técnicas de otimização. O desenvolvimento de modelos matemáticos refinados, algoritmos eficazes e sistemas de suporte à decisão representa um desafio de suma relevância nesse contexto, propiciando o avanço do conhecimento e o cultivo de competências nesse âmbito específico.

3. Objetivos

3.1. Geral

- Desenvolver um protótipo de sistema de gerenciamento de frotas visando a busca por solução de problemas urbanos e minimização de custos operacionais, ademais poluição do meio ambiente.

3.2. Específicos

- Realizar um estudo de caso na UFPB com foco na identificação dos problemas no gerenciamento das frotas.
- Identificar requisitos funcionais da aplicação proposta.
- Definir arquitetura de software da aplicação.

4. Fundamentação teórica

Neste capítulo, serão explorados conceitos essenciais relacionados a cidades inteligentes, desafios urbanos e o compartilhamento de carros, com especial enfoque na economia de custos e sustentabilidade. O entendimento destes é crucial para a compreensão dos benefícios e implicações do compartilhamento de carros como uma inovação significativa no contexto da urbanização moderna. Ao longo deste capítulo, vamos examinar como esses elementos interagem e se complementam, contribuindo para o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis e eficientes nas cidades.

4.1 Smart Cities

O conceito de *Smart Cities* foi criado com foco principal no modo de viver da humanidade, categorizando cidades que são capazes de fazer o uso correto dos seus recursos naturais e tecnológicos. Uma das principais características das *Smart Cities* é a forma com que as cidades manuseiam e gerenciam seus recursos econômicos e naturais de modo sustentável, propondo soluções inteligentes para disponibilizar os seus diferentes serviços que são fundamentais para a sobrevivência humana e aperfeiçoando a qualidade da vida dos indivíduos. Os cidadãos são importantes nesse cenário, em conjunto com as tecnologias de comunicação no desenvolvimento e propagação de dados que fornecem informações vitais tanto para possíveis melhorias como para confirmação do sucesso na implantação de soluções inteligentes (SOLEK; OLIVEIRA, 2019).

4.2 Problemas urbanos

As cidades modernas estão passando por um rápido processo de desenvolvimento. Atualmente, mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas e as projeções indicam que essa proporção aumentará para mais de 70% até 2050. A urbanização está em ascensão devido à globalização e à migração de áreas rurais para urbanas, o que resultará em um aumento significativo de cerca de 2,5 bilhões de pessoas nas cidades, isso afetará tanto cidades pequenas quanto grandes (UNITED NATIONS, 2016).

O crescimento dinâmico das cidades, embora traga muitas vantagens, também traz consigo diversos problemas, incluindo desafios relacionados aos sistemas de transporte. Segundo Thondoo et al. (2020) o transporte é essencial para a mobilidade da sociedade e para o desenvolvimento econômico das cidades. Garantir que mais pessoas permaneçam nas áreas urbanas e, ao mesmo tempo, atender às crescentes demandas por transporte rápido e eficiente é um dos principais desafios enfrentados pelos planejadores urbanos.

Uma estratégia fundamental para lidar com o aumento do tráfego é a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável no setor de transporte. Essas políticas buscam garantir que o transporte atenda de forma eficaz às necessidades da sociedade, seja economicamente eficiente e, ao mesmo tempo, tenha impactos positivos no meio ambiente, na saúde pública, na economia e no planejamento urbano (LAI et al., 2022). Em resumo, o transporte moderno deve ser capaz de equilibrar o crescimento da mobilidade com a sustentabilidade em diversas áreas-chave da vida urbana, como descritas a seguir:

- Reduzir o Impacto Ambiental da Indústria Automobilística: Focar ativamente na redução do impacto negativo da indústria automobilística no meio ambiente e na sociedade, incluindo a limitação das emissões de substâncias nocivas (JONIDI JAFARI; CHARKHLOO; PASALARI, 2021).
- Aumentar a Acessibilidade ao Transporte Público: Promover a acessibilidade aos sistemas de transporte público, tornando-os mais disponíveis e convenientes para os residentes, com a finalidade de incentivar a utilização de alternativas sustentáveis ao transporte privado e reduzindo custos, tendo em vista que apenas cerca de metade da população mundial tem acesso adequado a serviços públicos de transporte (UNITED NATIONS, 2021).
- Reestruturar as Viagens Urbanas para Maior Eficiência: Implementar mudanças estruturais nas viagens urbanas, de modo a torná-las mais eficazes e eficientes, buscando diminuir o tempo e o esforço necessários para se deslocar pela cidade (SUSAN; ADAM; ISMAIL, 2016).

- Melhorar a Qualidade de Vida dos Residentes: Priorizar a melhoria da qualidade de vida dos residentes urbanos, incluindo a criação de ambientes mais saudáveis, seguros e agradáveis, para garantir o bem-estar da população (SUSAN; ADAM; ISMAIL, 2016).

De acordo com o exposto, o constante crescimento populacional contribui para que esses pontos sejam trabalhados com mais eficiência, com o objetivo de promover uma melhoria na mobilidade urbana, com vistas na ampliação da sustentabilidade e da qualidade de vida da população, tanto a curto ou a longo prazo.

4.3 Sustentabilidade

Com o acréscimo da população, o tráfego de veículos cresceu significativamente, resultando em um aumento nas emissões de dióxido de carbono (CO₂). Além disso, esse aumento no tráfego contribui para a poluição do ar, surgimento de problemas de saúde pública e implicações financeiras, como os preços mais altos dos combustíveis e o congestionamento do trânsito, entre outros desafios (LAM; HEAD, 2012).

Ainda segundo Lam e Head (2012), a elevada emissão de CO₂ está intrinsecamente ligada à falta de consideração de alternativas de transporte e redes sustentáveis. Isso ocorre devido à ausência de interesse por parte das autoridades governamentais locais em investir em políticas ambientalmente responsáveis. Ademais, há uma negligência em relação às implicações das mudanças climáticas e aos riscos de desastres naturais que podem surgir.

Diferentemente de outros setores com alto consumo de energia, como a geração de eletricidade e a indústria, as emissões resultantes das atividades de transporte têm experimentado um aumento nos últimos anos. Portanto, é de extrema urgência a implementação de medidas eficazes para mitigar essas emissões (SACCHI et al., 2022).

Nesse contexto de crescente preocupação com as emissões de gases nocivos ao meio ambiente vindo do transporte e sua relação com a sustentabilidade urbana, uma das soluções que tem ganhado destaque é o *car sharing*. O *car sharing* representa uma abordagem inovadora para lidar com os desafios ambientais e de mobilidade nas áreas urbanas, proporcionando uma alternativa sustentável ao modelo tradicional de propriedade de automóveis (ROBLEK; MEŠKO; PODBREGAR, 2021).

Pensando nisso, devemos explorar de forma mais acentuada o conceito e os benefícios do *car sharing* como uma estratégia para mitigar as emissões e promover a sustentabilidade no transporte urbano.

4.4 *Car sharing* e economia de custos

A mobilidade compartilhada refere-se a uma abordagem inovadora de transporte que permite aos indivíduos acessar veículos ou meios de transporte conforme sua necessidade, em vez de possuir um veículo próprio, sendo uma alternativa mais econômica e sustentável. Isso abrange diversas formas de compartilhamento, como *car sharing* (compartilhamento de carros), *bike sharing* (compartilhamento de bicicletas), *carpooling* (compartilhamento de caronas), *van pooling*, e serviços de transporte sob demanda. Além disso, pode englobar alternativas de transporte público, como paratransit, ônibus e micro trânsito, que complementam os serviços de transporte tradicionais (SUSAN; ADAM; ISMAIL, 2016).

Essa abordagem à mobilidade está se expandindo rapidamente, com o surgimento de aplicativos para smartphones que agregam essas opções de transporte e otimizam rotas para os viajantes. Além disso, novos métodos de transporte e entrega de mercadorias estão emergindo, o que tem o potencial de transformar a indústria de entrega de pacotes e alimentos, bem como o sistema de transporte em geral. O *car sharing* está causando um impacto significativo em muitas cidades ao redor do mundo, tornando o transporte mais acessível e, ao mesmo tempo, reduzindo a dependência da posse de veículos pessoais e a quantidade de carros nas ruas (SUSAN; ADAM; ISMAIL, 2016).

Durante o século XX, obter um carro pessoal foi visto como um símbolo de status social e um marco importante na jornada para a vida adulta. No entanto, essa concepção está passando por uma transformação significativa nos dias de hoje. O compartilhamento de recursos possibilita não apenas economia para os usuários, mas também a geração de lucros e economia de custos para as empresas que fornecem esses serviços. Isso acontece porque o compartilhamento monetiza um recurso que nunca havia sido comercializado antes: a inatividade dos carros particulares, que muitas vezes ficam subutilizados (SUSAN; ADAM; ISMAIL, 2016).

Como uma resposta aos aplicativos de transporte de passageiros, o carsharing se estabeleceu como uma tendência global em crescimento. Estima-se que, até 2023, aproximadamente 227 milhões de pessoas adotem o carsharing, com pelo menos 1,2 milhão de veículos disponíveis para essa modalidade. Essa transformação não apenas contribui para a redução da quantidade de carros nas ruas, mas também promete melhorar o tráfego urbano e abrir novas oportunidades de negócios para empresas que atuam nesse setor e minar a emissão de gases carbono por meio da mitigação dos gases de efeito estufa (GEE) (TE; LIANGHUA, 2019).

O *car sharing* se caracteriza como uma opção moderna e inteligente e que consegue ter uma boa aceitação pela sociedade atual devido seus benefícios. Em resumo, existem várias

abordagens para o *car sharing*, cada uma com suas próprias características distintas (GOLFLEET, 2023):

- **Round-trip:** Nesse modelo, o usuário aluga um veículo por um período específico e precisa devolvê-lo no mesmo local de onde o retirou após a utilização.
- **One-way:** Este formato permite que o veículo seja deixado em um ponto diferente da cidade após o uso, proporcionando maior flexibilidade de localização para os usuários.
- **Peer-to-peer:** Neste caso, o veículo é alugado diretamente de outro indivíduo que é o proprietário do carro, criando uma rede de compartilhamento peer-to-peer.
- **Corporate carsharing:** Voltado para o ambiente empresarial, o carsharing corporativo possibilita que os funcionários de uma empresa compartilhem os veículos da frota da organização, promovendo a eficiência e reduzindo custos de transporte.

Teremos foco no modelo *Corporate carsharing* o qual é um modelo de compartilhamento de carros adaptado para atender às necessidades das empresas e de seus colaboradores. Ele oferece uma série de benefícios, incluindo:

- Redução de custos: As empresas podem economizar dinheiro em custos de manutenção, seguro e estacionamento.
- Melhoria da produtividade: Os funcionários têm mais flexibilidade para se deslocar, o que pode levar a um aumento da produtividade.
- Redução da pegada de carbono: O Corporate carsharing pode auxiliar as empresas a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa.

A integração dos veículos de uma empresa a aplicações que visam a mobilidade empresarial pode ajudar a otimizar o uso dos veículos e reduzir ainda mais os custos. Por exemplo, as empresas podem usar essas aplicações para reservar veículos com antecedência ou para acompanhar o uso dos veículos e também bloquear o uso (FRANK; WALTHER, 2023).

De acordo com o site da GolFleet, cada veículo eliminado na gestão de frotas e trocado por um carro compartilhado promove uma economia anual de 15 a 20 mil reais de despesas (GOLFLEET, 2023), assim demonstrando o quanto esse tipo de mobilidade consegue gerar uma diminuição do capital investido em veículos, minar os custos de gestão de frotas e diminuir os riscos de incertezas na procura por transporte para alguma necessidade (FRANK; WALTHER, 2023).

5. Metodologia

Este relatório tem por objetivo descrever o projeto e estado atual do aplicativo Locar. O aplicativo tem como proposta oferecer a empresas um serviço de organização e análise de perfil de seus motoristas, incentivando boas práticas de direção, de forma a despertar o

interesse dos motoristas a ter mais cuidado com sua direção e permitindo às empresas visualizar com clareza as deficiências a serem trabalhadas.

5.1 Tecnologias Empregadas

O aplicativo está sendo desenvolvido na linguagem JavaScript, utilizando a API React Native, selecionados devido à sua atual relevância no mercado. Para o banco de dados da aplicação, está sendo utilizado MongoDB graças a sua facilidade de criar um protótipo *online* funcional. A proposta atual para o protótipo em si é que seja executado em um emulador no computador, porém a coleta de dados está sendo feita em um aparelho celular físico pessoal. Ademais foi criado o protótipo principal no Figma com os principais fluxos da aplicação.

5.2 Fluxo da aplicação

A plataforma Locar permite a integração direta com o controle de frota das empresas por meio de nossa API, essa funcionalidade simplifica o uso do aplicativo, tornando-o acessível para uma ampla gama de corporações graças à sua natureza genérica e adaptável para reuso.

Os gerentes de frota têm a capacidade de cadastrar motoristas e veículos da empresa no aplicativo, tornando o processo de solicitação de transporte mais eficiente e organizado. A plataforma avalia as solicitações de viagens e com base nestes dados, sugere motoristas e veículos disponíveis para alocar as viagens, além disso o sistema identifica oportunidades de compartilhamento de veículos quando várias solicitações compartilham a mesma rota, resultando em economias significativas de custos e na redução das emissões de carbono.

O gerente da garagem tem a capacidade de monitorar todas as operações, garantindo que os trajetos sejam cumpridos de acordo com o planejado e resolvendo contratempos, como atrasos e desvios de rota, podendo alocar outro veículo ou motorista que estiver disponível. Aceitando a viagem sugerida e enviado para o motorista e passageiro um torpedo com o link que contém o trajeto, nome do motorista e do passageiro, e a trajetória com as paradas caso haja alguma.

Adicionalmente, o Locar tem como objetivo proporcionar uma visão completa dos recursos da frota da organização, isso inclui a contagem de veículos disponíveis na garagem, a listagem de motoristas, o status de ocupação dos veículos e a disponibilidade para o transporte de passageiros. Ademais, o aplicativo permite avaliar se a frota atual é adequada para atender à demanda da empresa ou se há necessidade de adquirir veículos adicionais, assim como auxiliar na identificação de possíveis excessos de veículos mantidos pela organização, ou se

necessita de agendamento de manutenção, especialmente quando nem todos estão sendo utilizados plenamente.

A centralização de todos esses dados no sistema habilita a geração de relatórios analíticos, permitindo à empresa realizar estudos detalhados sobre a frota, identificar oportunidades para redução de custos e de emissão de CO₂, como a adição ou remoção de veículos ou motoristas, e possibilitar um monitoramento constante de todas as operações de gerenciamento de frota, para que em casos de desvios medidas sejam tomadas. Dessa forma, o Locar não apenas otimiza as operações, mas também fornece informações valiosas para a tomada de decisões estratégicas.

Em resumo, o aplicativo Locar é uma solução completa e inteligente para o gerenciamento de frotas, ao integrar processos, otimizar rotas, promover o compartilhamento de veículos e fornecer visibilidade dos recursos da frota, ele não apenas melhora a eficiência operacional, mas também reduz custos e contribui para a redução das emissões de carbono. O Locar é essencial para empresas que desejam otimizar suas operações de frota, promovendo eficiência, sustentabilidade e economia.

5.4 Arquitetura de software

A arquitetura de software desempenha um papel fundamental na evolução tecnológica. Ela é responsável por definir a estrutura e organização do sistema, garantindo que as diferentes partes do software se comuniquem de maneira eficiente e coesa. Também faz inclusão das principais decisões do projeto para o funcionamento do sistema, as quais são tão cruciais que, uma vez tomadas, dificilmente poderão ser revertidas no futuro (AWARI, 2023). Por isso construí a arquitetura do Locar do tipo duto e filtro, demonstrando os processos e o workflow da aplicação.

"Pipeline and Filter" (Duto e Filtro) é um padrão de design de software que tem como objetivo dividir um processo de processamento de dados em várias etapas ou filtros interconectados. Cada filtro é responsável por uma parte específica do processamento e os dados fluem através do pipeline, passando de um em um filtro sequencialmente e gerando saídas (SOMERVILLE, 2010). Assim simplificando e modularizando sistemas complexos, tornando-os mais fáceis de entender, manter e expandir para casos de reuso ou novas funcionalidades, por isso foi uma escolha válida para representar as funcionalidades do Locar.

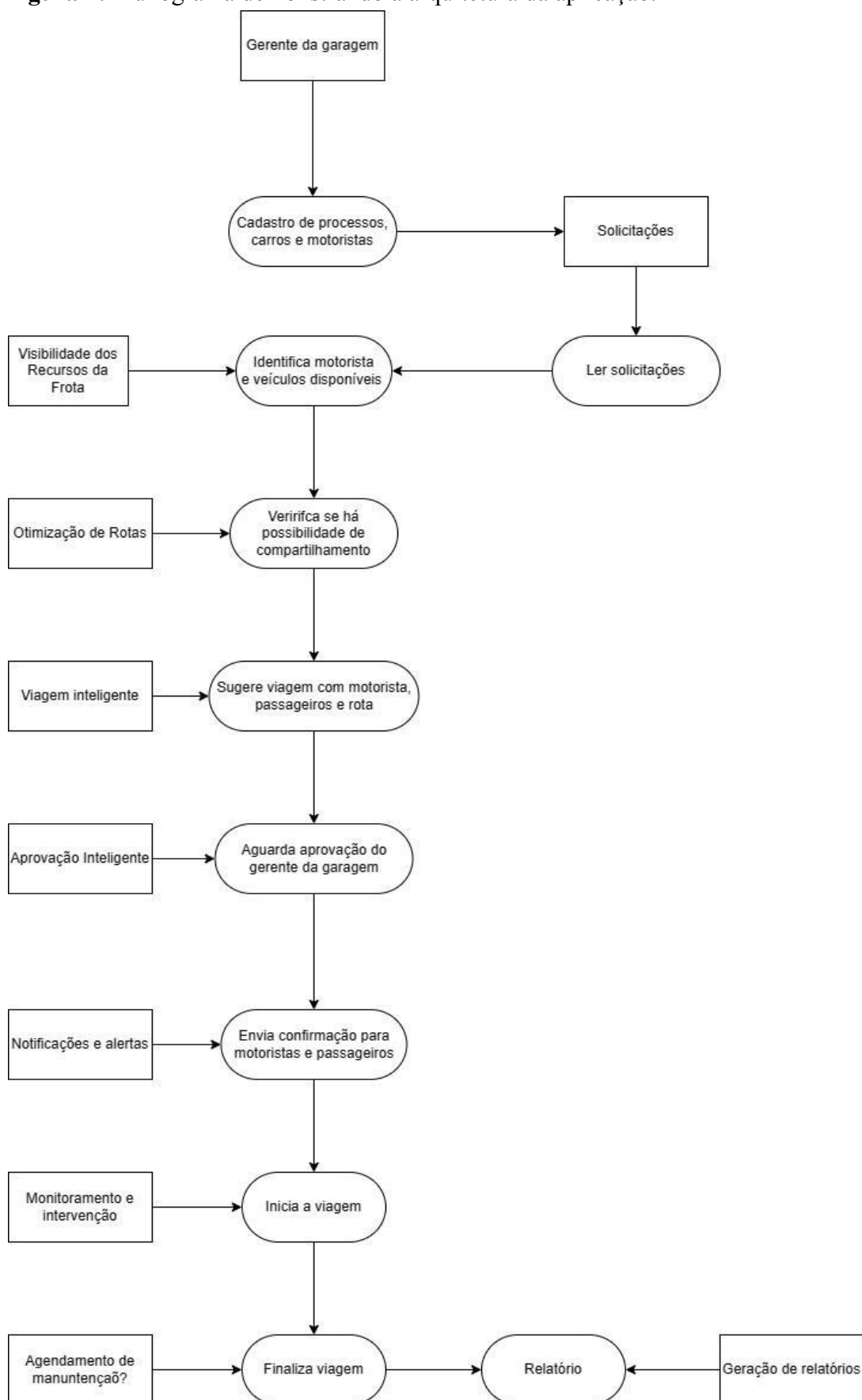
O Locar é uma plataforma que desempenha o papel de mediador no compartilhamento de carros e no gerenciamento de garagens. Ele oferece uma abordagem eficiente para empresas e organizações, facilitando a integração de processos comuns relacionados à solicitação e uso de veículos. A arquitetura do Locar foi cuidadosamente projetada para

otimizar esses processos, exibir os fluxos, modularizar funcionalidades e fornecer informações valiosas para a tomada de decisões estratégicas.

A escolha da arquitetura de software influencia aspectos do software como a performance, qualidade, facilidade de manutenção, portabilidade, flexibilidade e escalabilidade (MARQUES, 2021). No caso do Locar, a arquitetura permite a integração direta com o controle de frota das empresas por meio de uma API. Isso simplifica o uso do aplicativo e torna-o acessível para uma ampla gama de corporações. Além disso, a arquitetura do Locar permite a reutilização de componentes, isso significa que partes do código podem ser reaproveitadas em diferentes projetos, economizando tempo e esforço no desenvolvimento.

Em resumo, a arquitetura de software foi essencial para o desenvolvimento e manutenção eficientes do sistema. No caso do aplicativo Locar, a arquitetura bem projetada não apenas melhora a eficiência operacional, mas também reduz custos e contribui para a redução das emissões de carbono. Portanto, a arquitetura de software foi um elemento crucial para otimizar as operações de frota, promovendo eficiência, sustentabilidade, economia e manutenção.

Figura 1: Fluxograma demonstrando a arquitetura da aplicação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

5.4 Implementação

O primeiro passo foi pensar nas funções da aplicação e o que poderia ser melhorado ou removido. Na criação de telas o logotipo, nome e paleta de cores foram escolhidas e a princípio tínhamos em mente que o aplicativo iniciaria com dois botões distintos para identificar quem era gerenciador ou motorista, mas achamos melhor criar um login único, assim todos possuem a possibilidade de gerenciar uma empresa ou mais empresas, ou entrar como motorista em uma existente.

Como o principal objetivo do aplicativo é traçar um perfil de condução de um motorista vinculado a uma empresa, ou seja, à medida em que o funcionário realiza suas corridas, seu perfil vai sendo traçado e exposto em sua conta. O gerenciador da empresa poderá ver todos os perfis de conduta dos motoristas cadastrados em sua empresa gerados pelas corridas realizadas na mesma.

O estágio atual do projeto foi a finalização das telas utilizando o software Figma, e o início da criação de banco de dados e coleta dos dados para gerar o modelo de avaliação, ademais a implementação das páginas.

5.5 Estudo de caso: O Desafio de Controle e Utilização Eficiente da Frota de Veículos com o aplicativo Locar.

A Universidade Federal da Paraíba, uma instituição de ensino superior de renome, desempenha um papel crucial no desenvolvimento educacional do país. Financiada pelo governo e pelos impostos pagos pelos cidadãos, a universidade tem a responsabilidade de gerenciar eficazmente seus recursos, incluindo a frota de veículos usada pelos colaboradores da instituição. A gestão eficiente desses veículos é essencial para a otimização dos gastos, a redução das emissões de carbono associadas ao transporte e a garantia de que os recursos públicos sejam utilizados de maneira responsável.

5.5.1 Problemas Identificados

O relatório de auditoria N° 2018003 realizado na instituição, apontou vários problemas relacionados ao controle e gerenciamento da frota de veículos da universidade foram identificados. Esses problemas incluem:

- **Ausência de Controle de Veículos:** Uma das questões mais prementes diz respeito à falta de controle sobre a frota de veículos da universidade, pois muitos dos veículos usados para transporte de funcionários e estudantes não estão devidamente identificados como propriedade da instituição, o que torna difícil rastrear sua

utilização, verificar disponibilidade e garantir que estejam sendo usados de maneira apropriada.

- **Veículos Multados e Não Regulamentados:** Além disso, a auditoria revelou que alguns veículos da frota foram multados, sem que houvesse um motorista responsável claramente identificado. Isso levanta questões de regulamentação e conformidade, que são essenciais para evitar custos adicionais e problemas legais.
- **Manutenção Desorganizada:** A falta de um sistema eficaz de rastreamento de manutenção resultou em um desconhecimento generalizado sobre o estado dos veículos e quando eles devem retornar ao fluxo normal de trabalho. Além disso, foram encontrados materiais como óleo armazenado e esquecidos, muitos dos quais passaram da data de validade devido à falta de uso.
- **Insuficiência de Recursos Humanos:** O gerenciamento da frota exigiria uma força de trabalho significativa para lidar com todos esses desafios. No entanto, a universidade enfrenta uma insuficiência de força de trabalho para administrar eficazmente sua frota de veículos, tornando a situação ainda mais complexa.

Esses problemas representam um desafio significativo para a Universidade Federal da Paraíba, já que os recursos limitados da instituição estão sendo subutilizados e, em alguns casos, desperdiçados devido à falta de controle e eficiência na gestão da frota. A solução proposta pelo aplicativo "Locar" oferece a promessa de abordar esses desafios de maneira eficaz, otimizando as operações de transporte, reduzindo custos e contribuindo para a redução das emissões de carbono.

Para abordar os problemas identificados na Universidade Federal da Paraíba e melhorar o controle e a eficiência na gestão de sua frota de veículos, o aplicativo "Locar" oferece uma solução abrangente. Vamos explorar como o fluxo do aplicativo "Locar" pode resolver cada um desses problemas:

Ausência de Controle de Veículos

- **Cadastro de Veículos e Motoristas:** O aplicativo "Locar" permite que a universidade cadastre todos os veículos e motoristas que fazem parte de sua frota. Cada veículo é identificado e vinculado a um motorista responsável, tornando mais fácil rastrear o uso de veículos da instituição e quem estava no transporte no momento da viagem.
- **Monitoramento em Tempo Real:** O aplicativo oferece monitoramento em tempo real, permitindo que o administrador da garagem acompanhe a localização e o status de cada veículo em sua frota, garantindo que apenas os veículos autorizados sejam utilizados.

Veículos Multados e Não Regulamentados

- **Identificação de Motoristas Responsáveis:** Com o "Locar", cada viagem é registrada com informações detalhadas, incluindo o nome do motorista responsável, passageiros, placa de veículo e modelo. Isso elimina a incerteza sobre a responsabilidade por multas e infrações de trânsito e de falta de conhecimento sobre o status de uso do veículo.
- **Notificações e Alertas:** O aplicativo pode ser configurado para enviar notificações e alertas quando ocorrerem infrações ou multas, permitindo uma ação imediata e a identificação de motoristas que precisam seguir regulamentações.

Manutenção Desorganizada

- **Gestão de Manutenção:** O "Locar" possui um sistema de rastreamento de manutenção que permite à universidade acompanhar o estado de manutenção de cada veículo, isso inclui agendamento de manutenção regular e o controle de peças e materiais, como o óleo, para evitar o desperdício.
- **Registro de Manutenção:** Todas as atividades de manutenção, como trocas de óleo e reparos, são registradas no aplicativo, garantindo que a universidade tenha uma visão completa do estado de sua frota.

Insuficiência de Recursos Humanos

- **Automatização e Otimização:** O "Locar" automatiza muitas tarefas de gestão de frota, reduzindo a necessidade de recursos humanos significativos. A otimização de rotas e a alocação eficiente de veículos ajudam a maximizar o uso da frota com menos pessoal.
- **Relatórios Analíticos:** O aplicativo fornece relatórios analíticos que auxiliam na tomada de decisões estratégicas, permitindo que a universidade identifique oportunidades para redução de custos e eficiência operacional, assim como adicionar mais profissionais para gerenciar a garagem.

Em resumo, o aplicativo Locar oferece uma solução completa para a Universidade Federal da Paraíba, abordando os problemas de controle e eficiência na gestão de sua frota de veículos. Por meio da centralização de dados, monitoramento em tempo real, gerenciamento de manutenção e relatórios analíticos, o Locar capacita a universidade a otimizar suas operações de frota, reduzir custos, diminuir emissões de carbono e tomar decisões informadas.

A adoção do Locar é fundamental para promover eficiência, sustentabilidade e economia nos processos de transporte da instituição.

6. Coleta de dados

Os dados experimentais estão sendo coletados através de um *smartphone* conectado a um computador executando um código utilizando o React Native para obter os dados do giroscópio do aparelho, enquanto este é movimentado de forma a simular fenômenos desconfortáveis detectáveis durante uma corrida, sendo estes:

- Terreno acidentado;
- freadas repentinas;
- Passar por quebra-molas em velocidade excessiva;
- Curvas bruscas.

O intuito da coleta é identificar valores nos eixos do giroscópio que forneçam uma fundamentação inicial para o programa que irá avaliar o grau de conforto do passageiro proporcionado pelo motorista.

7. Motivação

A resolução do problema de alocação de veículos de modo eficiente traz consigo uma cascata de motivações e benefícios em empresas de transporte, órgãos e instituições públicas, logística e para a sociedade em geral.

Um dos principais pontos que motivam o desenvolvimento deste estudo é a redução de custos operacionais. Ao otimizar as rotas e minar a distância percorrida garante-se uma economia de recursos financeiros, como combustível, valor da diária do veículo, manutenção (mão de obra, materiais) e além de imprevistos que podem ocorrer (LOPES et al., 2023). Essa otimização sucede em uma alocação eficaz dos veículos, maximizando a utilização dos recursos disponíveis.

Buscar a resolução do problema de alocação eficiente de veículos, a partir do estudo de caso na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), revelou uma cascata de motivações e benefícios que se estendem para empresas de transporte, órgãos e instituições públicas, logística e para a sociedade em geral. O estudo de caso na UFPB foi crucial na identificação de desafios específicos no gerenciamento da frota, e construção da aplicação, proporcionando uma motivação essencial para o desenvolvimento deste estudo.

Aprimorar a qualidade do serviço prestado é um aspecto relevante da alocação eficiente de veículos, visto que permite a consecução pontual de prazos e a satisfação das demandas de modo mais confiável. Essa abordagem conduz a uma otimização da qualidade

do serviço, o que, por conseguinte, culmina na satisfação dos clientes, resultando em um processo de fidelização e na consolidação da reputação positiva da empresa.

A alocação eficiente de veículos não apenas traz benefícios econômicos e operacionais, mas também possui um impacto ambiental positivo, alinhado com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental das operações de transporte (MASSI, 2023). Ao otimizar as rotas e reduzir a distância percorrida, é possível mitigar as emissões de gases de efeito estufa e minimizar o impacto ambiental do transporte (LEITE; DEBONE; MIRAGLIA, 2023). Essa abordagem demonstra um compromisso com a preservação do meio ambiente e contribui para a promoção de práticas sustentáveis no setor de transporte.

Em complemento, o congestionamento do tráfego representa um desafio significativo para as grandes cidades, resultando em atrasos nas viagens e aumento das emissões de carbono (CALLIL *et. al.*, 2023). No entanto, estudos como os de Pellegrini e Andrade (2017) e Arasaki *et al.* (2016) mostram que o compartilhamento de veículos e sistemas de mobilidade compartilhada podem desempenhar um papel crucial na redução do congestionamento do tráfego. Essas soluções, em conjunto com a alocação eficiente de veículos, têm o potencial de minimizar os impactos negativos do tráfego nas áreas urbanas e promover uma mobilidade mais sustentável.

A otimização da alocação de veículos busca maximizar a utilização dos recursos disponíveis, evitando tanto a subutilização quanto a sobreutilização desses recursos. Essa abordagem é fundamental para garantir eficiência e disponibilidade adequadas, assegurando um equilíbrio na utilização dos recursos e evitando desperdícios ou sobrecargas indesejadas (LEE *et al.*, 2023). Além disso, estudos anteriores destacam que a otimização da alocação de veículos é um aspecto crucial na gestão de sistemas de compartilhamento de carros, onde a alocação dinâmica de veículos em tempo e espaço é essencial para maximizar os lucros e atender à demanda flutuante dos usuários (LEE *et al.*, 2023).

Por fim, a investigação do problema de alocação de veículos também se configura como uma oportunidade de otimizar as operações de transporte, reduzindo custos e contribuindo para a redução das emissões de carbono. A abordagem dessa complexidade demanda a aplicação de estratégias e técnicas de otimização. O desenvolvimento de modelos matemáticos refinados, algoritmos eficazes e sistemas de suporte à decisão representa um desafio de suma relevância nesse contexto, propiciando o avanço do conhecimento e o cultivo de competências nesse âmbito específico.

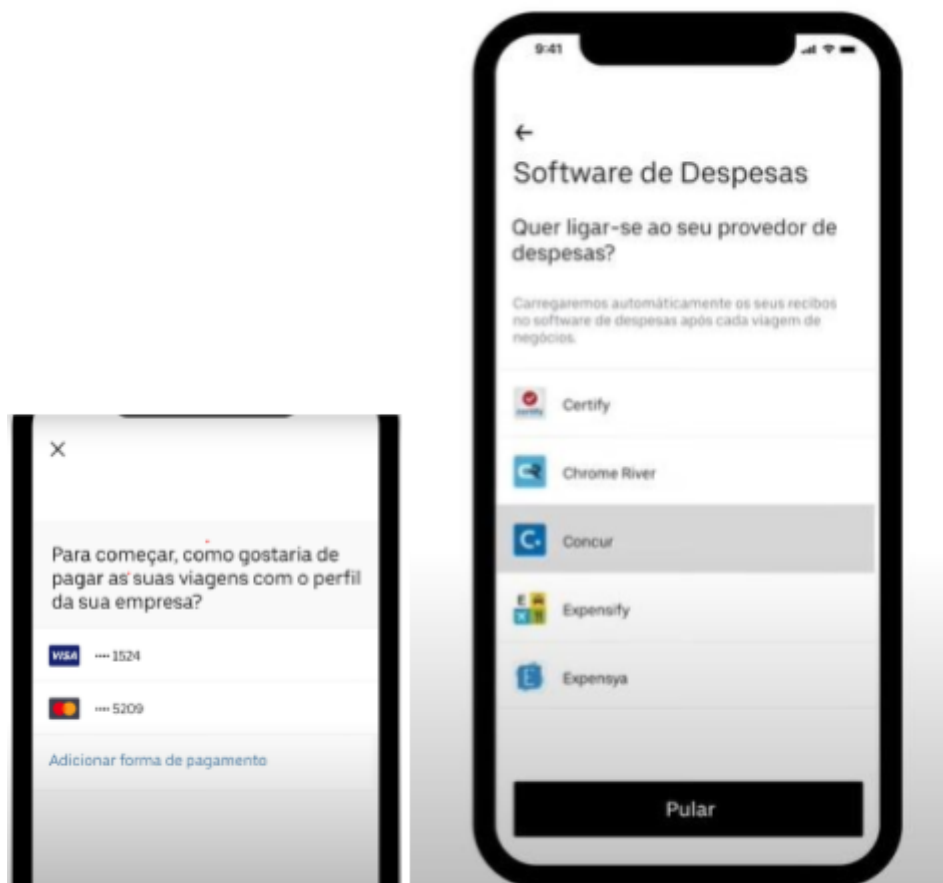
8. Trabalhos relacionados

Atualmente no mercado já existem algumas empresas que trabalham oferecendo serviços que buscam melhorar a mobilidade urbana, promovendo uma forma de deslocamento mais rápida e eficiente, que por vezes pode ser rastreável e que favorece a economia de recursos, favorecendo dessa forma um uso mais sustentável de veículos.

Neste sentido, a Uber oferece um sistema de frotas, conhecido como *Uber for Business* (figura 2), que permite que empresas e organizações gerenciem e otimizem seus deslocamentos corporativos. Tendo um painel de controle online, os gestores podem centralizar e monitorar as viagens, além de poder acessar relatórios e análises para tomar decisões informadas, também controle financeiro. A plataforma também possibilita a personalização das opções de viagem e fornece rastreamento em tempo real, garantindo segurança e controle durante os trajetos. Além de seu sistema de frotas, a Uber prioriza a segurança e confiabilidade das viagens através deste monitoramento em tempo real (UBER, 2023).

Tanto motoristas quanto passageiros contam com recursos de GPS que permitem acompanhar a localização do veículo durante todo o trajeto. Além disso, os usuários têm a opção de compartilhar os detalhes da viagem com amigos ou familiares, e a avaliação dos motoristas após cada viagem configura-se também como um sistema de feedback que pode ser utilizado tanto por passageiros quanto por motoristas para auxiliar a tomada de decisão a respeito da viagem (UBER, 2023).

No quesito sustentabilidade a Uber se compromete em oferecer aos seus usuários mais opções para viajar de forma sustentável, seja por meio da utilização de veículos leves (micromobilidade) que não emitem poluentes, ou através do incentivo ao uso de transporte público. Acredito que, ao adotar uma abordagem responsável e voltada para o futuro, pode-se contribuir de forma significativa para um mundo mais limpo e influenciar outras empresas nessas iniciativas sustentáveis (UBER, 2023).

Figura 2: *Uber for Business.*

Fonte: Uber (2023).

Por sua vez a Sat rastreamento é uma empresa nacional que também é especializada em rastreamento veicular e gerenciamento de frotas. A empresa busca oferecer serviços e soluções de mobilidade urbana para carros, motos, caminhões, ônibus, vans e máquinas pesadas, usando da tecnologia de localização para determinar a posição em tempo real dos veículos (SAT RASTREAMENTO, 2012).

Essa empresa trabalha com um tipo de rastreamento em que as coordenadas são captadas e enviadas para uma central de monitoramento, o que possibilita também o cadastramento de despesas dos veículos bem como o controle de viagens e saídas de cada um deles. A partir desses cadastros é gerado um relatório que possibilita aos clientes maior controle sobre a frota, uma vez que são visualizados todos os gastos que o veículo teve em um mês e os motivos reais pelos quais precisou fazer uma saída. Outro diferencial é o agendamento das manutenções individuais por veículo de acordo com sua necessidade e periodicidade e a comodidade de ser avisado pelo próprio sistema a hora exata de realizar tal manutenção (SAT RASTREAMENTO, 2012).

O BlaBlaCar, por sua vez, é uma plataforma de compartilhamento de veículos que permite conectar pessoas que precisam de uma carona para viagens com condutores dispostos a oferecer assentos vazios em seus carros. A ideia principal é que condutores e passageiros que compartilhem do mesmo interesse de trajeto ou paradas possam viajar juntos, no intuito de facilitar a mobilidade do passageiro e garantir uma maior economia para ambos. A partir disso, pode-se escolher entre as caronas disponíveis, podendo enviar mensagens aos condutores para mais informações e saber o ponto de encontro (BLABLACAR, 2023).

Os condutores também são beneficiados pela plataforma, podendo oferecer caronas e compartilhar os lugares vazios em seus veículos. Para isso, eles informam o itinerário, data, hora e valor da viagem por passageiro. Quando um passageiro reserva um lugar no carro do condutor, o número de celular do passageiro é disponibilizado para combinar os detalhes finais da viagem, como pontos de encontro e chegada específicos (BLABLACAR, 2023).

Com o BlaBlaCar, os benefícios do compartilhamento de veículos se destacam, pois permite que os usuários economizem nos custos de viagem, sejam eles os condutores, que dividem os gastos do combustível e pedágio, ou os passageiros, que economizam em comparação com outras formas de transporte, podendo facilitar no caso do próprio não possuir um veículo. Além disso, a plataforma contribui para a redução do número de veículos nas estradas, favorecendo a sustentabilidade ambiental como minando a emissão de CO₂ (BLABLACAR, 2023).

Essas empresas têm um objetivo comum de promover uma mobilidade urbana mais segura, eficiente, sustentável e gerenciável. Buscam facilitar o deslocamento dos clientes, reduzir o tráfego e diminuir os custos relacionados ao uso de veículos. Além disso, priorizam a sustentabilidade, incentivando o uso de veículos mais limpos e promovendo o compartilhamento de viagens para reduzir as emissões de poluentes. Essas ações contribuem para a melhoria da qualidade do ar nas cidades e oferecem aos clientes a oportunidade de se locomoverem de forma mais consciente e responsável, alinhando o interesse pela mobilidade com a preservação do meio ambiente.

9. Resultados

9.1 Protótipo da Aplicação

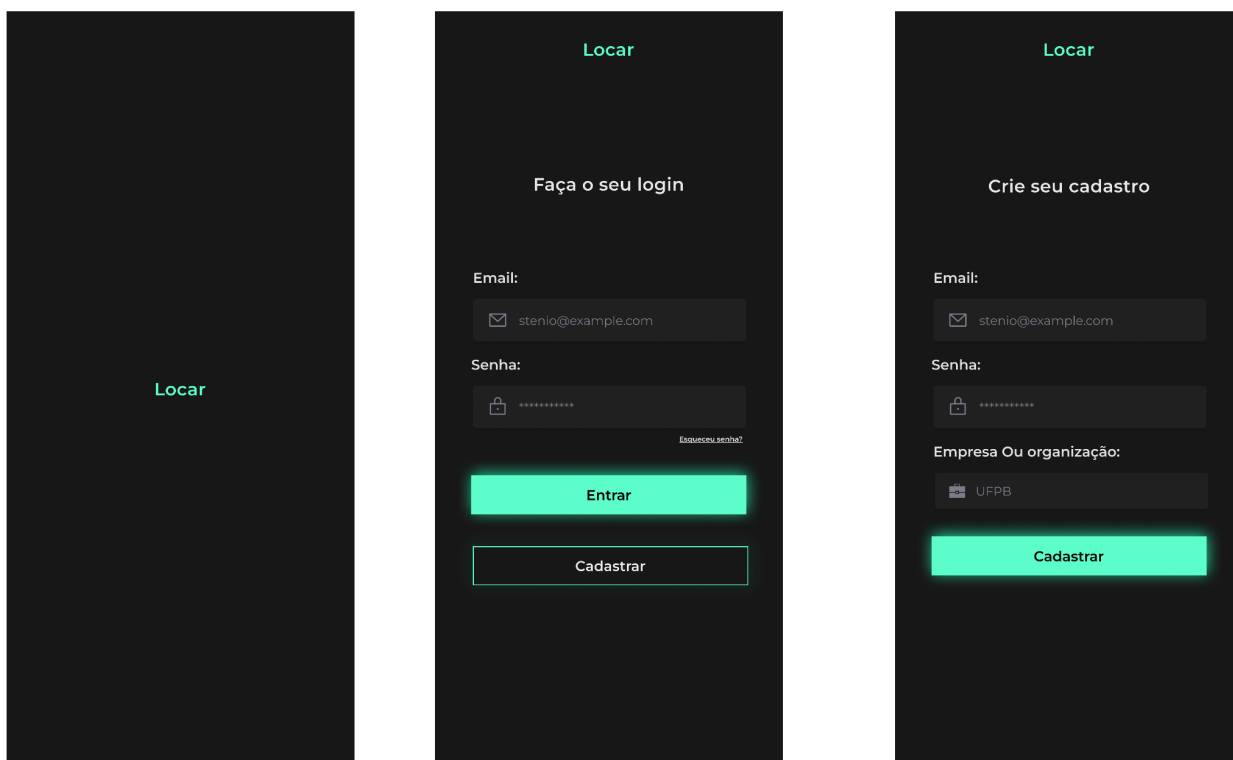
A aplicação teve sua codificação inicial feita baseado em um antigo protótipo criado, porém esse design foi totalmente modificado pois não havia ainda uma arquitetura estruturada do Locar, portanto, baseado no material preexistente, o protótipo foi refeito com os fluxos

bem definidos, paleta de cores e tipografia escolhidas para a melhor representação do que o Locar deveria ser, abaixo se encontra o detalhamento do protótipo e sua explicação.

9.1.1 Tela de inicialização e telas de Login e Cadastro

Na Figura 3, é possível observar a tela inicial, apresentando o logo e o nome da aplicação, onde em seguida visualiza-se a página de login e cadastro que permite registrar o nome da empresa, respectivamente. Nestas páginas, o usuário insere suas credenciais para acessar as funcionalidades da aplicação ou realiza o cadastro para criar uma conta.

Figura 3: Telas de inicialização, login e cadastro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

9.1.2 Tela de cadastro de veículos e motorista

A Figura 4 expõe a tela da aplicação que tem como área dedicada ao cadastro dos modelos de carros a serem utilizados e de convite ao motorista para fazer parte da empresa, enquanto a figura 5 demonstra as telas de confirmação para o usuário de que o processo ocorreu de forma correta. Nesse processo, o motorista recebe um SMS com um link que detalha o trajeto, as paradas e o número de passageiros.

Figura 4: Tela de cadastro de veículos e tela de convite.

Locar

Registro de carros

Modelo

Fiat

Velocidade Máxima:

120 km

Placa:

xxxx-123

Adicionar

Locar

Convite de motoristas

Telefone

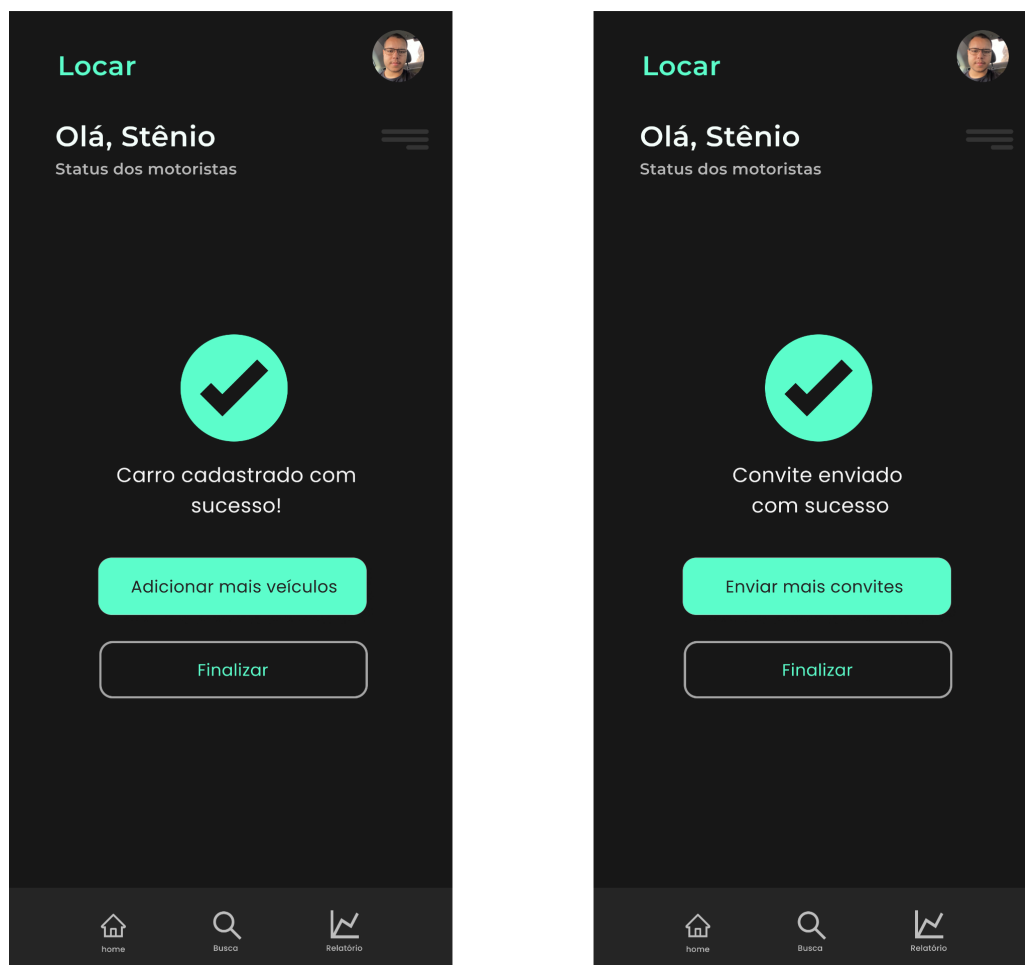
(xx) x xxxx - xxxx

Enviar Convite

home Busca Relatório

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 5: Tela de confirmação de cadastro pela empresa e tela de confirmação de convite.

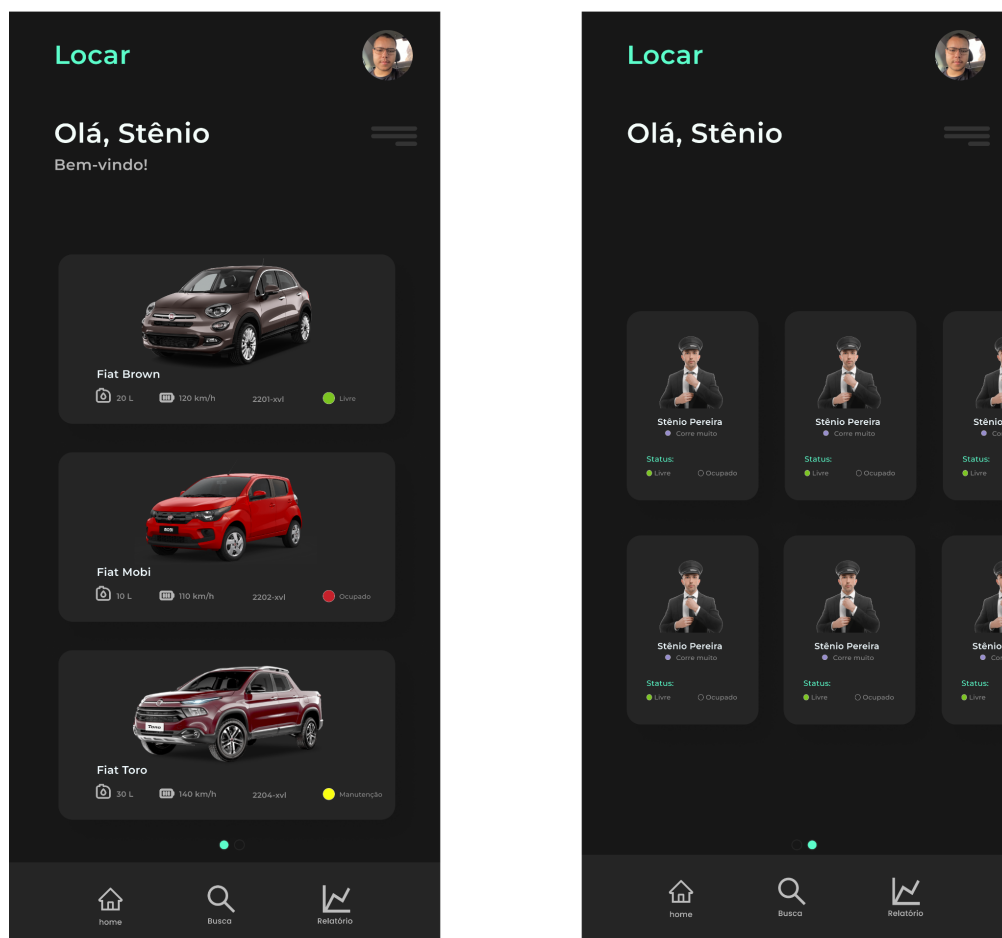


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

9.1.3 Tela após fazer o login

Após realizar o login e cadastrar os veículos, as telas do gerenciador, quando logado na aplicação, correspondem às expostas na figura 6. Deslizando para o lado direito, é possível visualizar os motoristas registrados, enquanto para o lado esquerdo estão os veículos cadastrados no banco de dados. Essa interface representa a página inicial da aplicação, oferecendo uma visão completa dos carros disponíveis e dos motoristas. Além disso, exibe detalhes essenciais como o perfil de condução, velocidade máxima do carro, nível de combustível e a placa do veículo.

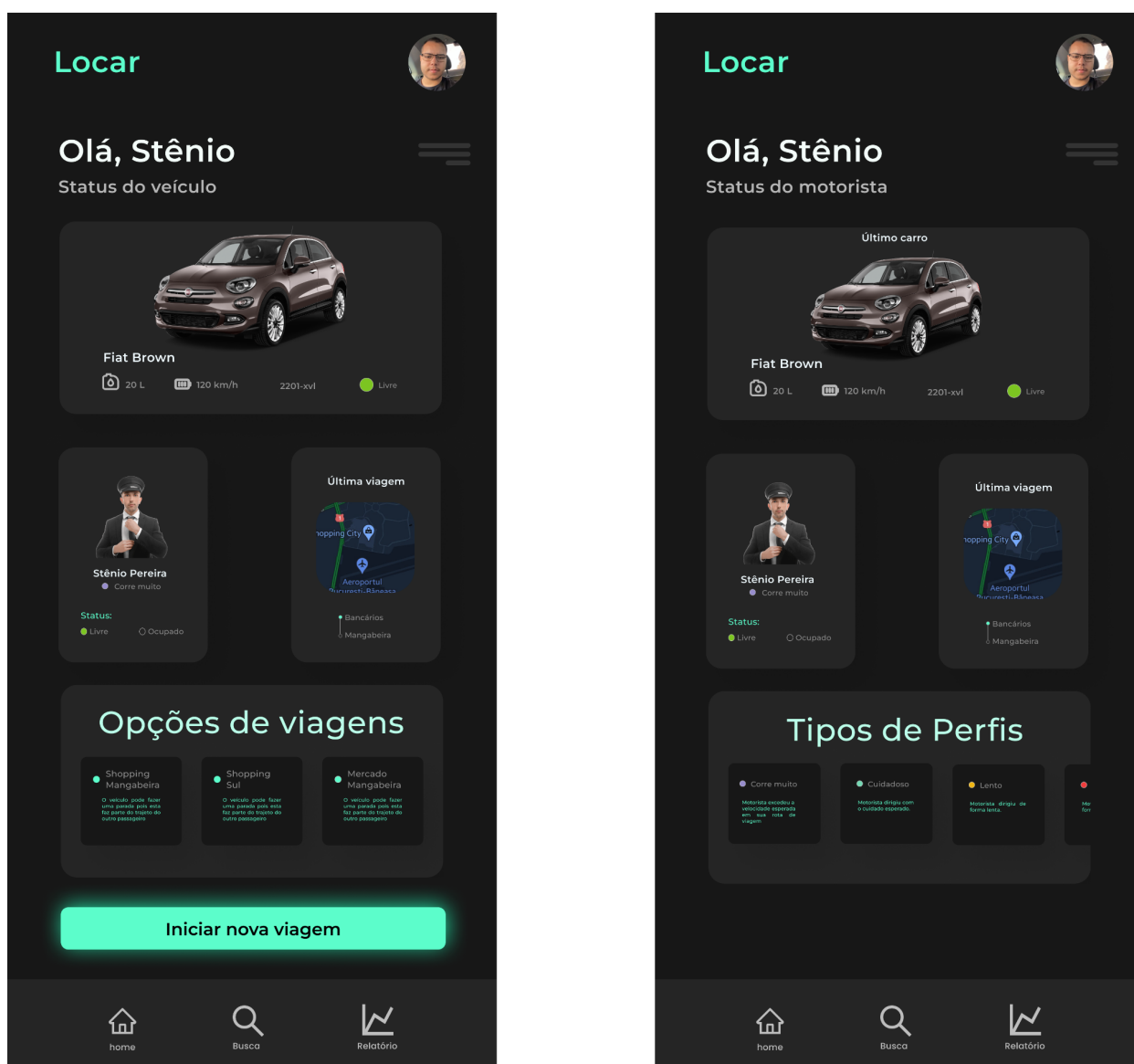
Figura 6: Tela de veículos cadastrados e tela de motoristas e seus status.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao selecionar os cards dos carros, é possível ter acesso a informações cruciais, incluindo detalhes das últimas viagens realizadas, o perfil de condução do motorista, o nome de quem estava responsável naquela última rota, sugestões de viagens que poderiam ter sido incluídas no trajeto ademais iniciar uma nova viagem com a mesma configuração. Clicando em motoristas você verá uma tela similar que contém o último carro utilizado por ele, última viagem e uma legenda elucidativa sobre os diferentes perfis que podem ser atribuídos a eles como exposto na figura 7.

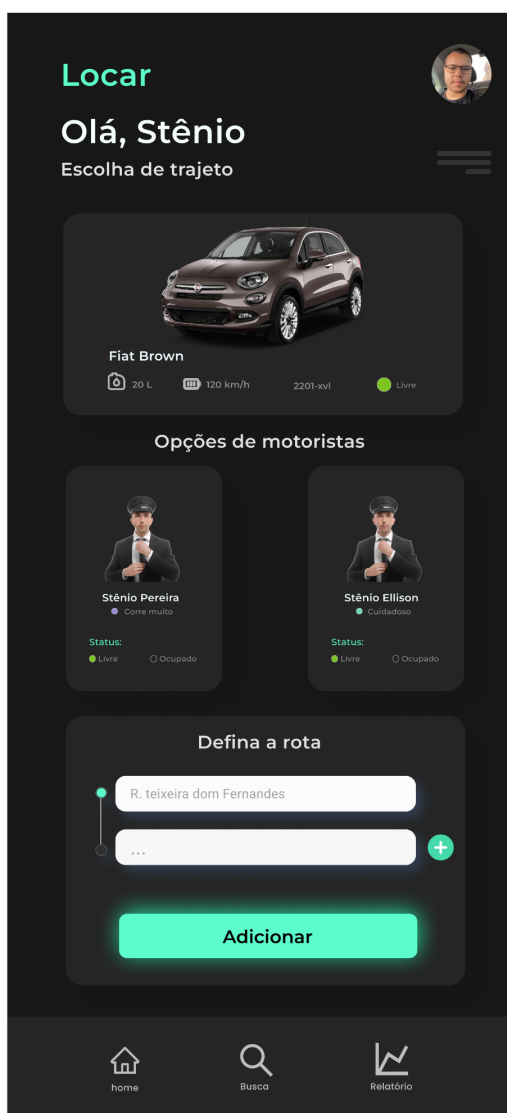
Figura 7: Tela de Informações das viagens já realizadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao clicar em iniciar uma nova viagem, será exibida a opção de iniciar a corrida com sugestões de motoristas disponíveis. Essa função permite que o aplicativo colete dados de posição e velocidade, com o objetivo de criar o perfil de condução do motorista (figura 8).

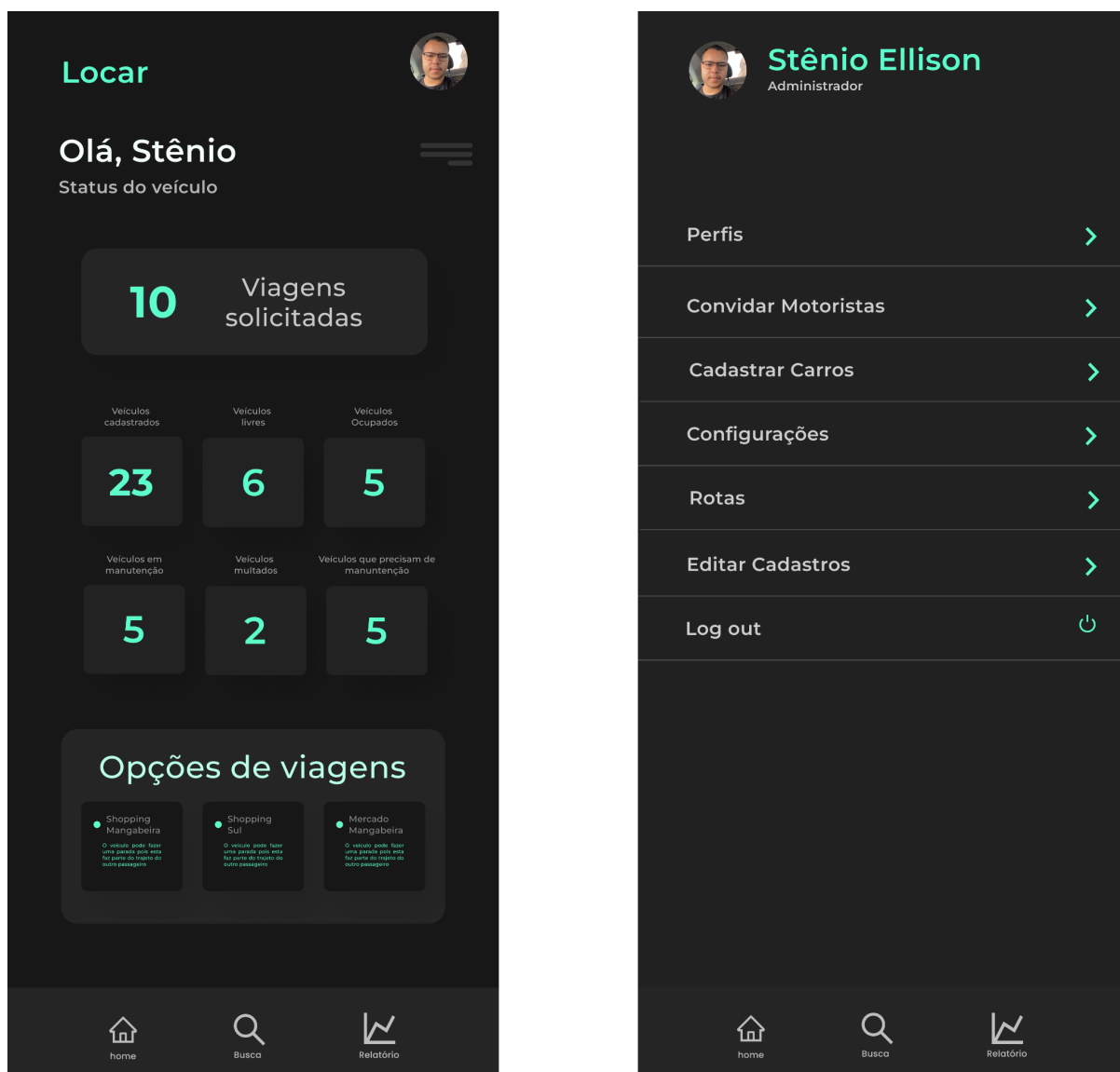
Figura 8: Tela de inserção das informações sobre a viagem.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por último, o relatório que é criado traz consigo as principais informações que são de interesse da empresa e do gerenciador da frota, como número de viagens solicitadas esperando que o gestor da garagem confirme número de carros cadastrados, quantos estão livres, ocupados ou em manutenção, para que seja possível determinar se há quantitativo suficiente para que as viagens ocorram. Outras informações levantadas são sobre os status de multas dos veículos, quantos necessitam de manutenção e opções de rotas, a figura 9 também exibe as opções que têm no menu.

Figura 9: Relatório e menu da aplicação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

9.2 Codificação

Inicialmente a aplicação seguia o protótipo antigo e a implementação foi feita em grupo, na disciplina de Sistemas Embarcados, onde fiquei responsável pelo protótipo e o desenvolvimento front end da aplicação, iniciando com os estudos sobre o React Native, para começar a codificação das telas produzidas no Figma, utilizou-se como base o curso da udemy “React Native: Desenvolva APPs Nativas para Android e iOS” criado pela a empresa Cod3r, a programação neste framework foi algo novo para o grupo, utilizamos também o android Studio para emular o aparelho android e criamos código pelo Visual Studio Code mas

algumas telas já foram produzidas, como a tela da logo, do login, cadastro e cadastro de empresa (menu em desenvolvimento), abaixo as imagens:

9.2.1 Tela Logo

A figura 10 demonstra a primeira tela ao iniciar a aplicação, a logo foi criada no figma e no frontend foi utilizado o react native para posicionar e estilizar.

Figura 10: Tela de inicialização da aplicação.

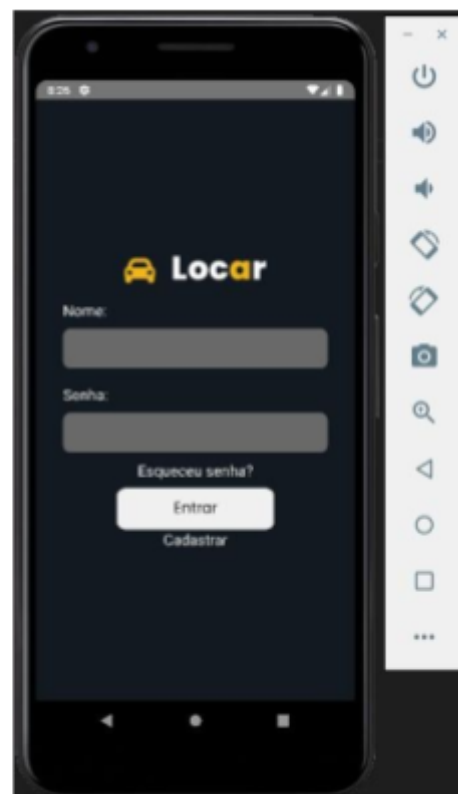
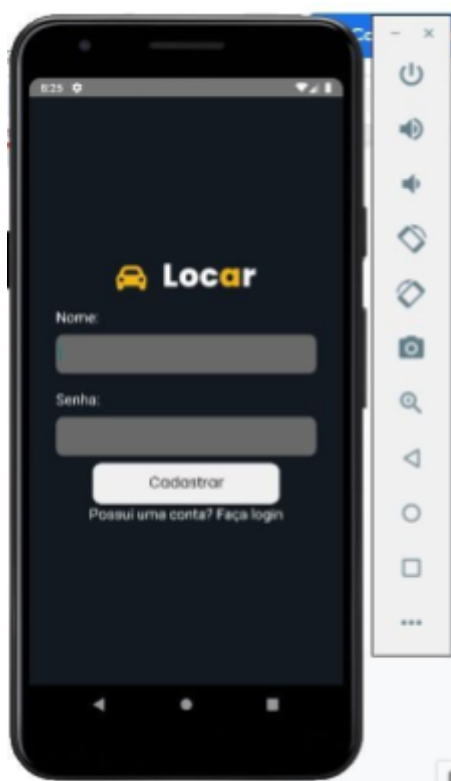


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

9.2.2 Cadastro e Login

No momento, como demonstrado na figura 11, é possível realizar o cadastro de contas e entrar na aplicação com essa conta. Quanto aos layouts da aplicação, como a parte visual não é uma prioridade neste momento, podem haver mudanças em comparação ao aplicativo atual, seguindo o protótipo mais atual criado.

Figura 11: Tela de cadastro implementado e tela de login implementado



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

9.2.3 Tela de Cadastro da Empresa

Também é possível cadastrar a empresa, como demonstrado na figura 12, onde se consegue integrar o backend feito com o frontend, permitindo que através do evento de submit do botão, os dados sejam salvos no banco de dados.

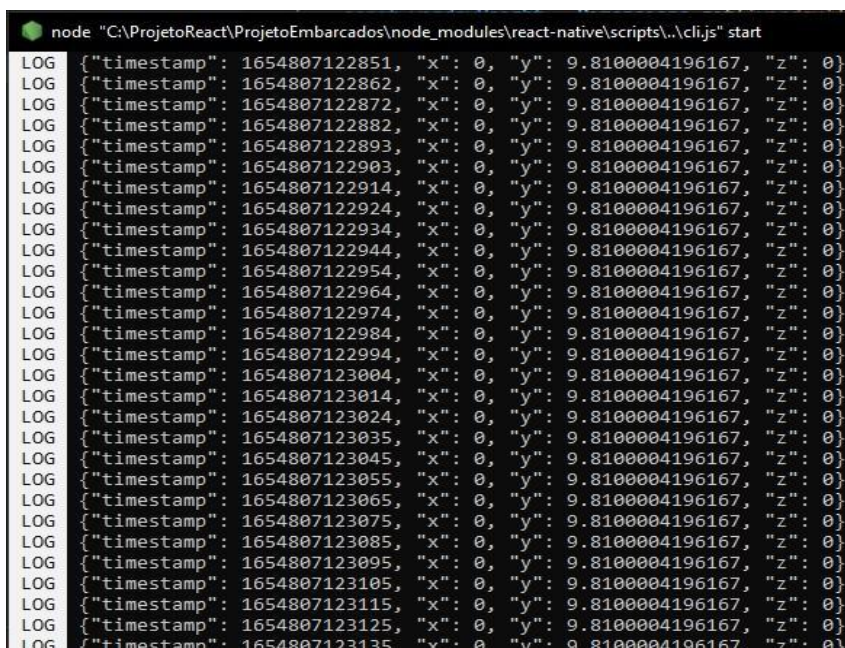
Figura 12: Tela de cadastro da empresa



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

9.2.4 Sensores

Utilizando RN Sensors também é possível analisar os valores de aceleração e giroscópio e imprimir seus valores, a cada vibração e variação de velocidade as posições x e y se modificam. Com isso será possível determinar o perfil dos usuários junto de sua trajetória percorrida com maps.

Figura 12: Dados do giroscópio


```

node "C:\ProjetoReact\ProjetoEmbarcados\node_modules\react-native\scripts\cli.js" start
LOG {"timestamp": 1654807122851, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122862, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122872, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122882, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122893, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122903, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122914, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122924, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122934, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122944, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122954, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122964, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122974, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122984, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807122994, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123004, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123014, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123024, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123035, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123045, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123055, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123065, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123075, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123085, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123095, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123105, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123115, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123125, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}
LOG {"timestamp": 1654807123135, "x": 0, "y": 9.8100004196167, "z": 0}

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a coleta, é identificado que o giroscópio é extremamente sensível, o que se não avaliado cuidadosamente, poderá classificar incorretamente o motorista a depender do percurso, por exemplo, ao subir ou descer ladeiras, o giroscópio sofre uma mudança brusca, porém estável, sendo assim, ao invés de avaliar os valores em si vamos avaliar a oscilação desses valores, já que oscilações menores indicam uma viagem mais confortável.

10. Trabalhos Futuros

No futuro o aplicativo Locar busca fazer a incorporação de tecnologias como o giroscópio e o GPS para aprimorar a coleta de dados, podendo avançar na utilização do giroscópio para identificar e classificar irregularidades na estrada, como buracos, com algoritmos capazes de avaliar a severidade do impacto veicular. Além disso, o monitoramento dos trajetos fora da rota, por meio do GPS, pode ser implementado para identificar desvios significativos e alertar a empresa em casos não autorizados quando o gerenciador não estiver acompanhando.

Sendo assim, o próximo passo é fazer a função de avaliação do motorista. Ao finalizar a corrida, os dados do *log* são analisados e a velocidade média é estimada, caso esteja entre 50 a 80 km/h, o motorista é classificado de forma ótima, abaixo disso é classificado como lento e acima disso é classificado como rápido demais. Quanto ao conforto, será avaliado se a

oscilação de valores do giroscópio excede 10, caso exceda mais de 3 vezes, a viagem é considerada desconfortável, caso contrário é confortável, assim gerando os 4 tipos de classificação do motorista.

Caso a viagem seja muito desconfortável, ele será classificado como “Desatencioso”. Caso seja confortável, será classificado como “Cuidadoso” se sua velocidade não ultrapassar os limites máximo e mínimo, “Corre muito” caso exceda o limite máximo e “Lento” caso esteja abaixo do limite mínimo.

11. Conclusão

A proposta do aplicativo "Locar" juntamente com o estudo de caso feito na Universidade Federal da Paraíba emerge como uma solução abrangente e inovadora para os desafios enfrentados na gestão da frota de veículos, se diferenciando de outras aplicações por permitir que apenas um administrador gerencie a frota e consiga tomar decisões em tempo real, o que justifica a utilização da aplicação em detrimento daquelas atualmente disponíveis no mercado. Foi possível abordar questões cruciais, como o controle de veículos, identificação de motoristas, manutenção e otimização de recursos humanos, o "Locar" promete não apenas resolver problemas operacionais imediatos, mas também instigar uma transformação significativa nas práticas de transporte da instituição e aprimorar como esses veículos são gerenciados.

A motivação por trás do desenvolvimento desta aplicação é fundamentada na eficiência operacional, na qualidade do serviço, no impacto ambiental positivo e na maximização da utilização de recursos, ressoando não apenas no âmbito universitário, mas também transcendendo para uma visão mais ampla no cenário de transporte e logística pensando no futuro e nas cidades inteligentes.

A alocação eficiente de veículos como explorada na pesquisa não é apenas uma resposta aos obstáculos encontrados pela universidade, mas representa uma contribuição valiosa para a sustentabilidade ambiental, a redução de custos operacionais e o aprimoramento da qualidade do serviço em contextos mais amplos, trazendo mais segurança para os colaboradores. A aplicação desses conceitos não apenas atende às necessidades imediatas de gestão de frota, mas também se alinha com uma abordagem mais holística para enfrentar problemas contemporâneos, como congestionamento do tráfego e emissões de carbono.

Ao adotar o "Locar" a Universidade Federal da Paraíba ou qualquer instituição e empresa, não apenas avança em direção à eficiência e economia, mas também expressa seu compromisso com práticas sustentáveis e inovação na gestão de transporte. Essa iniciativa não apenas aprimora a operação diária, mas também sinaliza um comprometimento com a

preservação ambiental, a satisfação do cliente e a promoção de um modelo de transporte mais inteligente e responsável.

Em última análise, o desenvolvimento e implementação bem-sucedidos do aplicativo "Locar" não apenas atenderão às demandas específicas da universidade, mas também servirão como um exemplo inspirador de como a tecnologia pode catalisar mudanças positivas e sustentáveis em diferentes setores. Ademais, além de modernizar sua gestão interna, a aplicação também contribui ativamente para a transformação de sua comunidade em uma cidade inteligente destacando a importância de agregar inovações que não apenas resolvem problemas imediatos, transcendendo a simples resolução de problemas operacionais, mas também permitirá a construção de um caminho para um futuro mais eficiente e ecologicamente consciente para as cidades atuais.

Referências

ARASAKI, P. *et al.* Contribuições da carona solidária no processo de compartilhamento do conhecimento. **Navus**, [S. l.], p. 40-55, 7 set. 2016.

AWARI. A Importância da Arquitetura de um Software na Evolução Tecnológica. In: **Importância da Arquitetura de um Software: Benefícios e Impacto no Desenvolvimento e Manutenção**. Awari, 29 jul. 2023. Disponível em: https://awari.com.br/importancia-da-arquitetura-de-um-software-beneficios-e-impacto-no-desenvolvimento-e-manutencao/?utm_source=blog&utm_campaign=projeto+blog&utm_medium=Import%C3%A2ncia%20da%20Arquitetura%20de%20um%20Software:%20Benef%C3%ADcios%20e%20Impacto%20no%20Desenvolvimento%20e%20Manuten%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 26 out. 2023.

CALLIL, Victor et al. **Desafio 6: Mobilidade urbana e mudanças climáticas**. [S. l.]: CEBRAP, 2023. 207 p. Disponível em: https://cebrap.org.br/wp-content/uploads/2023/07/DESAFIO-6_Final.pdf. Acesso em: 1 nov. 2023.

CARSHARING: o que é, como funciona e quais são os benefícios para a gestão de frotas. In: Golfleet. Carsharing: o que é, como funciona e quais são os benefícios para a gestão de frotas. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://golfleet.com.br/carsharing-novo-mundo-compartilhado/>. Acesso em: 23 out. 2023.

CHUAN TAO, Y. *et al.* A literature survey on smart cities. **SCIENCE CHINA**, [s. l.], 15 ago. 2015.

COORDENAÇÃO DE CONTROLE INTERNO. Relatório de auditoria: Setor de Transportes – PU (Gerenciamento da Frota de Veículos). Nº 2018003. 2018. Relatório de auditoria.

FRANK, Laura; WALTHER, Grit. Pooling effects from integrating private and corporate demand in car sharing systems. **Elsevier**, [S. l.], 2023.

JONIDI JAFARI, A; CHARKHLOO, E; PASALARI, H. Urban air pollution control policies and strategies: a systematic review. **Environ Health Sci Engineer** 19, [S. l.], 2021.

LAI, C; COLE, A. Measuring progress of smart cities: Indexing the smart city indices. **Urban Governance**, [S. l.], p. 1-13, 2022.

LAM, D; HEAD, P. Sustainable Urban Mobility: Energy, Transport & the Environment. **Springer London**, [S. l.], p. 1-13, 2012.

LEE, Ki-Hoon *et al.* Design and application of Internet of things based warehouse management system for smart logistics. **International Journal of Production Research**, [s. l.], p. 1-17, 8 nov. 2023.

LEITE, V.; DEBONE, D.; MIRAGLIA, S. Emissões de gases de efeito estufa no estado de São Paulo: análise do setor de transportes e impactos na saúde. **VITTALLE - Revista de Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 143–153, 2020. DOI: 10.14295/vittalle.v32i3.12220. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/12220>. Acesso em: 8 nov. 2023.

LEOPOLDINO, G. P.; ROCHA, R. C.A. Uma Arquitetura para Comunicação Espontânea e Segura para Internet das Coisas Móveis em Cidades Inteligentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS (SBSEG). 2019, Catalão – GO. **Anais [...]**. Catalão – GO:Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão – GO, 2019. Disponível em: [peres_wticg_2019.pdf \(intercity.org\)](#). Acesso em: 20 set. 2023.

LI, S.; XU, L.; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Springer**, [s. l.], 26 abr. 2014.

LOPES, G. *et al.* **Análise comparativa de cenários para redução do espaço de busca em problemas de otimização via simulação multiobjetivo**. In: anais do simpósio brasileiro de pesquisa operacional, 2023, São José dos Campos. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2023. Disponível em: <https://proceedings.science/sbpo-2023/trabalhos/analise-comparativa-de-cenarios-para-reducao-do-espaco-de-busca-em-problemas-de?lang=pt-br> Acesso em: 08 nov. 2023.

MASSI, Redação. O que é transporte sustentável?. In: **Transporte sustentável: O que é, principais meios e como deixar a sua frota menos poluente**. [S. l.], 11 jul. 2023. Disponível em: <https://tl.trimble.com/blog/transporte-sustentavel-frotas/>. Acesso em: 1 nov. 2023.

MARQUES, Simone. A Importância da Arquitetura de Software. In: MARQUES, Simone. **Arquitetura de Software: por que é tão importante?**. UDS blog, 29 dez.

2021. Disponível em: <https://uds.com.br/blog/arquitetura-de-software-o-que-e/>. Acesso em: 25 out. 2023.

NÓBREGA, P. Avaliação de importância e performance dos indicadores de smart city para campina grande - PB. **Repositório da Universidade Federal de Campina Grande**, [s. l.], p. 1-27, 1 nov. 2019.

PAIVA, S. *et al.* Enabling Technologies for Urban Smart Mobility: Recent Trends, Opportunities and Challenges. **Sensors**, [s. l.], 18 mar. 2021.

PELLEGRINI, A.; ANDRADE, G. Mobilidade urbana e compartilhamento de veículos. **Juruá**, [S. l.], p. 179-198, 9 mar. 2017.

ROBLEK, Vasja; MEŠKO, Maja; PODBREGAR, Iztok. Impact of Car Sharing on Urban Sustainability. **Sustainability**, [S. l.], p. 1-19, 2021.

SACCHI, R. When, where and how can the electrification of passenger cars reduce greenhouse gas emissions?. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], p. 1-12, 2022.

SAT RASTREAMENTO. Rastreamento para empresa. In: **Sat Rastreamento** . [S. l.], 1 jan. 2012. Disponível em: www.satrastreamento.com. Acesso em: 1 nov. 2023.

SOLEK, E.; OLIVEIRA, R. **Conceito Smart City: Uma análise multicritério para avaliação de cidades paranaenses**. 2019. 129 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

SOMERVILLE, Ian. Pipe and filter architecture. In: SOMERVILLE, Ian. **Software Engineering**. 9. ed. [S. l.]: Pearson, 2010. cap. Architectural design, p. 162-164.

SUSAN, Shaheen; ADAM, Cohen; FARRAR, Emily. Carsharing's impact and future. **Elsevier**, [S. l.], p. 1-34, 2019.

SUSAN, Shaheen; ADAM, Cohen; ISMAIL, Zohdy. Shared Mobility: Current Practices and Guiding Principles. **US Department of transportation**, [S. l.], p. 1-120, 2016.

TE, Qi; LIANGHUA, Chen. Carsharing: mitigation strategy for transport-related carbon footprint. **Springer Nature**, [S. l.], p. 1-28, 2019.

THONDOO, M et al. Small cities, big needs: Urban transport planning in cities of developing countries. **Journal of Transport & Health**, [S. l.], p. 1-72, 2020.

UBER for Business. In: **O melhor do app da Uber para sua empresa**. Uber, 1 jan. 2023. Disponível em:

https://www.uber.com/br/pt-br/business/?ad_id=646058181507&campaign_id=19611413512&kw=uber%20business&kwid=kwd-70625112450&uclid=db6a5361-43e6-49c0-870a-fd73c7e93ff3&utm_campaign=CM2236933-search-google-brand_25_-99_BR-National_u4business-ss_web_acq_cpc_pt_T1_Travel_Generic_Exact_uber%20business_kwd-70625112450_646058181507_144223746446_e_c&utm_source=Adwords_Brand. Acesso em: 1 nov. 2023.

UNITED NATIONS. Mobilizing Sustainable Transport for Development High-level Advisory Group on Sustainable Transport. **Department of Economic and Social Affairs Population Division**, [S. l.], p. 1-72, 2016.

UNITED NATIONS. Sustainable transport sustainable development: Interagency report for second Global Sustainable Transport Conference. **Urban Governance**, [S. l.], p. 1-122, 2021.

UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects The 2018 Revision. **Department of Economic and Social Affairs Population Division**, [S. l.], p. 1-126, 2019.

VIAJE gastando pouco. In: **BlaBlaCar**. [S. l.], 1 jan. 2023. Disponível em: <https://www.blablacar.com.br/carpool>. Acesso em: 1 nov. 2023.