



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS



# **ESTUDO DE MOBILIDADE INTELIGENTE: CARONA SOLIDÁRIA PARA UNIFAP**

**LUCAS MATHEUS LIBERATO FIGUEIREDO**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Patricia Araújo de Oliveira

MACAPÁ  
JULHO 2022

**LUCAS MATHEUS LIBERATO FIGUEIREDO**

**ESTUDO DE MOBILIDADE INTELIGENTE:  
CARONA SOLIDÁRIA PARA UNIFAP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Patricia Araújo de Oliveira

MACAPÁ  
JULHO 2022

**LUCAS MATHEUS LIBERATO FIGUEIREDO**

**ESTUDO DE MOBILIDADE INTELIGENTE:  
CARONA SOLIDÁRIA PARA UNIFAP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Macapá, 30 de *junho* de 2022.

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Patricia Araújo de Oliveira**  
Orientadora

---

**Prof. Me. Marco Antônio Leal da Silva**  
Universidade Federal do Amapá

---

**Prof. Me. Thiago Pinheiro do Nascimento**  
Universidade Federal do Amapá

MACAPÁ  
JULHO 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá  
Jamile da Conceição da Silva – CRB-2/1010

---

Figueiredo, Lucas Matheus Liberato.  
F475e Estudo de mobilidade inteligente: carona solidária para Unifap / Lucas Matheus Liberato Figueiredo. – 2022.  
1 recurso eletrônico. 78 f : ilustrada

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) –  
Campus Marco Zero, Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de  
Bacharel em Ciência da Computação, Macapá, 2022.

Orientadora: Professora Doutora Patrícia Araújo de Oliveira

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF)

Inclui referências e apêndices.

1. Mobilidade. 2. Mobilidade urbana. 3. Cidades inteligentes. 4.  
Tecnologia. 5. Qualidade de vida. I. Oliveira, Patrícia Araújo de, orientadora. II.  
Título.

Classificação Decimal de Dewey, 22 edição, 388.4

---

FIGUEIREDO, Lucas Matheus Liberato. **Estudo de mobilidade inteligente**: carona solidária para Unifap : Orientadora: Patrícia Araújo de Oliveira. 2022. 78 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciência da Computação) – Campus Marco Zero, Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Macapá, 2022.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**ATA DE DEFESA DE TCC**

Realizou-se no dia 30 de junho de 2022, às 18h, via videoconferência pelo Google Meet, a defesa do TCC intitulado: **“Estudo de Mobilidade Inteligente: carona solidária para UNIFAP”**, do discente LUCAS MATHEUS LIBERATO FIGUEIREDO, matrícula 201512200064. A Banca Examinadora foi composta pela Prof<sup>ª</sup>. PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA, presidente da banca e orientadora; Prof. MARCO ANTONIO LEAL DA SILVA e Prof. THIAGO PINHEIRO DO NASCIMENTO, examinadores. Concluída a defesa, foram realizadas as arguições e comentários. Em seguida, procedeu-se o julgamento pelos membros da Banca Examinadora, tendo o trabalho sido APROVADO com nota 10.

E, para constar, eu, Prof<sup>ª</sup>. PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA, orientadora e presidente da Banca Examinadora, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme, foi assinada por mim e demais membros da Banca Examinadora.

Documento assinado digitalmente  
gov.br PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA  
Data: 08/07/2022 10:27:46-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Macapá, 30 de junho de 2022.

Prof<sup>ª</sup>. PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA

Documento assinado digitalmente  
gov.br MARCO ANTONIO LEAL DA SILVA  
Data: 11/07/2022 17:52:58-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. MARCO ANTONIO LEAL DA SILVA  
Examinador (UNIFAP)

Prof. THIAGO PINHEIRO DO NASCIMENTO  
Examinador (UNIFAP)

Documento assinado digitalmente  
gov.br THIAGO PINHEIRO DO NASCIMENTO  
Data: 14/07/2022 11:04:16-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Declaro que as correções solicitadas pela banca foram realizadas pelo(a) discente.

Documento assinado digitalmente  
gov.br PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA  
Data: 08/07/2022 10:28:54-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Pr.

RA

Orientadora do Projeto de TCC

Em: 08/07/2022.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

FICHA DE AVALIAÇÃO DE TCC

Aluno: LUCAS MATHEUS LIBERATO FIGUEIREDO, matrícula 201512200064.

Título: **“Estudo de Mobilidade Inteligente: carona solidária para UNIFAP”**

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA

Membro 1 da Banca Avaliadora: Prof. MARCO ANTONIO LEAL DA SILVA

Membro 2 da Banca Avaliadora: Prof. THIAGO PINHEIRO DO NASCIMENTO

	Avaliador 1	Avaliador 2
Trabalho Escrito (0 a 5)	5	5
Apresentação Oral (0 a 5)	5	5
Nota Final	NF1 = 10	NF2 = 10

No item TRABALHO ESCRITO, a banca examinadora deverá avaliar: organização sequencial, argumentação, profundidade do tema, relevância e contribuição acadêmica da pesquisa, correção gramatical, clareza, apresentação estética, adequação aos aspectos formais às normas da ABNT.

No item APRESENTAÇÃO ORAL, a banca examinadora deverá avaliar: domínio do conteúdo, organização da apresentação, habilidades de comunicação e expressão, capacidade de argumentação, uso dos recursos audiovisuais, correção gramatical e apresentação estética do trabalho.

MÉDIA FINAL: A média final será calculada pela soma das duas notas finais (NF1 e NF2) dividida por dois.

$$\text{MÉDIA FINAL} = \frac{\text{NF1} + \text{NF2}}{2} = 10.$$

Macapá, 30 de junho de 2022.

Documento assinado digitalmente  
 PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA  
Data: 08/07/2022 10:26:29-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof<sup>ª</sup>. PATRICIA ARAUJO DE OLIVEIRA

Documento assinado digitalmente  
 MARCO ANTONIO LEAL DA SILVA  
Data: 11/07/2022 17:50:24-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. MARCO ANTONIO LEAL DA SILVA

Examinador (UNIFAP)  
Documento assinado digitalmente  
 THIAGO PINHEIRO DO NASCIMENTO  
Data: 14/07/2022 10:55:50-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. THIAGO PINHEIRO DO NASCIMENTO

Examinador (UNIFAP)

## Agradecimentos

Agradeço à minha família, que me acompanhou e apoiou todos os dias, que me possibilitou financeiramente estar na faculdade todos os dias, que me incentivou constantemente. Agradeço à minha mãe, que sempre me incentivou, e à minha avó, que me acolheu em sua casa por muito tempo para que eu pudesse estar mais perto da faculdade, e que sempre foi tão atenciosa e prestativa quando precisei.

Agradeço à Professora Patrícia Araújo pela orientação e por compartilhar comigo seus conhecimentos acadêmicos e científicos, pela paciência, conselhos e dicas no desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também aos professores do colegiado de Ciência da Computação, todos fazem parte da minha jornada acadêmica, obrigado.

Agradeço as amigadas que fiz durante o curso. Tivemos momentos felizes que serão lembrados para sempre, como os momentos de estudo antes das provas, os trabalhos em grupo, todo o compartilhamento de conhecimento foi muito válido.

## Resumo

O uso de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nas cidades auxilia na construção de Cidades Inteligentes que buscam melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Em um Campus Inteligente as TICs podem também ser utilizadas para auxiliar no dia a dia da comunidade acadêmica. Nesse sentido, este trabalho visa apresentar uma solução de Mobilidade Inteligente a luz de soluções existentes para atender às necessidades de alunos(as), professores(as) e técnicos(as) da Universidade Federal do Amapá (Unifap). O trabalho foi dividido em três etapas. Primeiramente, foi realizado um levantamento para entender o perfil da comunidade em relação ao uso tecnologias, problemas relacionados ao transporte, experiência com aplicativos de mobilidade e percepção dos usuários em relação à confiabilidade de se utilizar um aplicativo de carona. Em seguida, foi feita a definição dos requisitos considerando o levantamento realizado e foi desenvolvida uma solução de carona para a comunidade acadêmica da Unifap baseada no aplicativo Caronaê, da UFRJ. Esta solução utilizou as tecnologias de plataforma como serviço (PaaS), como a hospedagem Heroku, sistema de notificação Cloud Messaging do Firebase, linguagem Java dentre as principais. Por fim, foi realizada a validação da proposta com os voluntários que responderam previamente o questionário de levantamento. Dos 186 participantes, 95,7% classificou a solução como excelente. Quanto a validação, foram realizados testes de funcionalidade, os usuários avaliaram como fácil ou muito fácil o uso do aplicativo, considerando uma escala likert de 1 a 5 onde 1 era muito difícil e 5 muito fácil. A partir dos resultados obtidos consideramos que a solução proposta supre as demandas levantadas da comunidade acadêmica, atingindo os objetivos deste projeto.

**Palavras-chave:** Mobilidade Inteligente, Cidade Inteligente, Carona solidária, Campus Inteligente

## Abstract

The use of information and communication technology (ICT) in cities is helping to build smart cities that aim to improve the quality of life for citizens. In a Smart Campus, ICT can also be used to support the academic community in their daily lives. In this sense, this work aims to present a smart mobility solution in light of existing solutions to meet the needs of students, teachers and technicians at the Federal College of Amapá (Unifap). The work was divided into three phases. First, a survey was conducted to understand the profile of the community in terms of technology use, problems related to transportation, experiences with mobility applications, and users' perceptions regarding the reliability of using a ride-hailing application. Then, taking into account the survey conducted, the requirements were defined and a free ride-hailing solution was developed for the Unifap academic community, based on UFRJ's Caronaê application. This solution used Platform-as-a-Service (PaaS) technologies, such as Heroku hosting, Firebase's cloud messaging notification system, and the Java language. Finally, validation of the proposal was conducted with the volunteers who had previously answered the survey questionnaire. Of the 186 participants, 95.7% rated the solution as excellent. Functional tests were performed during the validation. Users rated how easy or very easy the application was to use, using a scale of 1 to 5, with 1 being very difficult and 5 being very easy. Based on the results obtained, we believe that the proposed solution meets the requirements set by the academic community and achieves the objectives of this project.

**Keywords:** Smart Mobility, Smart City, Carpooling, Smart Campus.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Telas do aplicativo de orientações de mobilidade Cittamobi . . . . .	12
Figura 2 – Aplicativo de Carona Solidária Vemcar . . . . .	15
Figura 3 – Aplicativo de Carona Solidária Caronaê . . . . .	16
Figura 4 – Como desbloquear seu Zipcar . . . . .	18
Figura 5 – Gênero dos entrevistados . . . . .	22
Figura 6 – Pergunta sobre os motivos que fizeram os alunos não comparecerem a universidade. . . . .	22
Figura 7 – Motivo para aceitar as caronas . . . . .	23
Figura 8 – Pergunta sobre a possibilidade da proposta ser utilizada apenas por pessoas da Unifap . . . . .	23
Figura 9 – Pergunta sobre a satisfação dos usuários com o transporte que utiliza	24
Figura 10 – Como você geralmente chega ou sai da Unifap? . . . . .	24
Figura 11 – Principais problemas enfrentados com o transporte público local . .	25
Figura 12 – Motivos que já fizeram alunos deixarem de ir a Universidade . . . .	25
Figura 13 – Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona? . . . . .	26
Figura 14 – Percepção sobre a proposta de um aplicativo de carona para a Unifap	26
Figura 15 – Percepção sobre o conhecimento e uso de tecnologias similares a proposta	27
Figura 16 – Tempo de uso do <i>Smartphone</i> pelos entrevistados . . . . .	27
Figura 17 – Migração do Support Library pro AndroidX . . . . .	33
Figura 18 – Atalho da migração do Support Library pro AndroidX na IDE . . . .	34
Figura 19 – Atualização da versão do Firebase . . . . .	34
Figura 20 – Dashboard Analytics do Firebase . . . . .	34
Figura 21 – Dashboard Analytics do Firebase . . . . .	35
Figura 22 – Tela de perfil com a foto do Facebook . . . . .	35
Figura 23 – Botão de criação de carona . . . . .	36
Figura 24 – Aplicativo na loja de apps do Android . . . . .	37
Figura 25 – Área Administrativa do Caronaê Unifap . . . . .	38
Figura 26 – Tela de Overview do Heroku . . . . .	38
Figura 27 – Tela de Perfil do Caronaê Unifap . . . . .	39
Figura 28 – Fluxo de autenticação OAuth2. . . . .	40
Figura 29 – Tela de Login . . . . .	41
Figura 30 – Solicitação de carona . . . . .	41
Figura 31 – Tela de Minhas Corridas . . . . .	42
Figura 32 – Filtrar e buscar caronas . . . . .	42
Figura 33 – Tela de filtros de carona . . . . .	43
Figura 34 – Tela de buscar caronas . . . . .	43

Figura 35 – Criação de caronas . . . . .	44
Figura 36 – Caronas ofertadas . . . . .	45
Figura 37 – Compartilhar caronas . . . . .	46
Figura 38 – Tela de chat . . . . .	46
Figura 39 – Cancelar caronas . . . . .	47
Figura 40 – Pergunta sobre CRIAR CARONAS no questionário de validação. . .	47
Figura 41 – Oferecer e aceitar caronas . . . . .	48
Figura 42 – CRIAR CARONAS no questionário de validação. . . . .	48
Figura 43 – CONSULTAR CARONAS no questionário de validação. . . . .	48
Figura 44 – CHAT DE CARONA no questionário de validação. . . . .	49
Figura 45 – COMPARTILHAR CARONA no questionário de validação. . . . .	49
Figura 46 – SOLICITAR CARONA no questionário de validação. . . . .	49
Figura 47 – CANCELAR CARONA no questionário de validação. . . . .	50
Figura 48 – Críticas e sugestões. . . . .	50
Figura 49 – Aplicativo Smart Campus. . . . .	51
Figura 50 – Uso do recurso DeepLink . . . . .	52
Figura 51 – Uso do recurso DeepLink direto. . . . .	52

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Aspectos de Cidades Inteligentes . . . . .	6
Tabela 2 – Aplicativos de Carona - Tabela Comparativa . . . . .	19

## Lista de Abreviaturas e Siglas

PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
IPEA	Instituto de Pesquisa e Estatística Aplicada
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
GPS	Global Position System
CTMAC	Concessionária de Transporte de Macapá
PaaS	Platform as a Service
IaaS	Infrastructure as a Service
SaaS	Software as a Service
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
MaaS	Mobility as a Service
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
USP	Universidade de São Paulo
PGV	Ponto Gerador de Viagens
MaaS	Mobility as a Service
CAS	Central Authentication Service
JWT	JSON Web Token

# Sumário

<b>1 – Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Problema	2
1.2 Justificativa	2
1.3 Objetivo Geral	3
1.4 Objetivos Específicos	3
1.5 Metodologia	3
<b>2 – Referencial Teórico</b>	<b>5</b>
2.1 Cidades Inteligentes	5
2.2 Mobilidade Inteligente	8
2.3 Mobility as a Service - MaaS	8
2.4 Campus Inteligente	9
<b>3 – Levantamento de Soluções de Mobilidade</b>	<b>11</b>
3.1 Orientações de mobilidade	11
3.1.1 Waze	12
3.1.2 Cittamobi	12
3.2 Transporte Individual Privado de Passageiros por Aplicativo	13
3.2.1 Uber	13
3.2.2 Cabify	13
3.3 Viagens Compartilhadas por Aplicativos	14
3.3.1 BlaBlaCar	14
3.3.2 Bynd	14
3.3.3 Vemcar	15
3.3.4 RideUFF	15
3.3.5 Caronaê	16
3.3.6 Waze Carpool	16
3.4 Veículos Compartilhados	17
3.4.1 Yellow	17
3.4.2 ZipCar	17
3.5 Comparativo de Soluções de Carona	19
<b>4 – Carona solidária para Unifap</b>	<b>21</b>
4.1 Perfil da comunidade acadêmica e os problema enfrentados	21
4.2 Definições dos Requisitos	27
4.2.1 Requisitos Funcionais	28

4.2.2	Requisitos Não Funcionais . . . . .	31
4.3	Etapas do Desenvolvimento . . . . .	31
4.3.1	Tecnologias Utilizadas . . . . .	31
4.3.2	Atualização dos pacotes . . . . .	33
4.3.3	Correções . . . . .	36
4.3.4	Deploy do aplicativo . . . . .	36
4.4	Testes da aplicação . . . . .	40
4.5	Validação da aplicação . . . . .	47
4.5.1	Integração da Solução como o aplicativo de Campus Inteligentes da Unifap . . . . .	50
<b>5</b>	<b>– Considerações Finais e Trabalhos Futuros . . . . .</b>	<b>53</b>
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>– Apêndices . . . . .</b>	<b>58</b>
6.1	I - Pesquisa de Adesão . . . . .	58
6.2	II - Avaliação das Funcionalidades . . . . .	64

# 1 Introdução

O termo mobilidade possui significado intrínseco, já não sendo mais encontrado no dicionário e se refere a facilidade de se mover, andar e dançar. Ou seja, é a característica daquilo que é móvel ou obedece às leis do movimento. O termo mobilidade é intrínseco e já não é mais encontrado no dicionário (MICHAELIS, 2020).

No Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), aprovada em 2012, obriga estados e municípios com mais de 20.000 habitantes a criar um plano de expansão que leve em conta a circulação de pessoas, levando em consideração o crescimento urbano e populacional (BRASIL, 2012).

Segundo relatório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA - o aumento da produção automobilística no Brasil tem incentivado o uso crescente de automóveis e motocicletas em todo o território nacional. O fácil acesso a esses veículos reduziu a importância do transporte público na matriz de transporte, aumentou o tráfego e aumentou as emissões de poluentes (CARVALHO, 2016).

As cidades inteligentes são hoje consideradas como uma das soluções para alguns problemas urbanos. Isso porque elas sempre tentam melhorar o estilo de vida dos cidadãos gerenciando recursos, analisando a qualidade do ar, gerenciando o tráfego e muito mais.

Segundo Nam e Pardo (2011), o conceito de cidades inteligentes não é novidade no meio acadêmico. O tema é amplamente discutido e ganhou uma nova dimensão quando as tecnologias de informação e comunicação (TICs) passaram a ser utilizadas para construir as infraestruturas e serviços de uma cidade.

Tecnologias como GPS e *Smartphones* são tendências nas cidades inteligentes, estes dispositivos propiciam a criação de novas soluções inteligentes. Com o recurso do GPS a capacidade de localizar ou buscar endereços nos mapas digitais facilitam bastante a Mobilidade Urbana (REIS et al., 2019), meio este que é utilizado por serviços como Google Maps<sup>1</sup>.

Mobilidade Inteligente significa acessibilidade, praticidade, soluções modernas e sustentáveis com forte suporte tecnológico para facilitar as viagens, principalmente para usuários de transporte público e privado.

Na cidade de Macapá, por exemplo, o número de ônibus oferecidos à população é baixo (TOSTES et al., 2016), existem poucas linhas de ônibus e todas não atendem toda a área urbana da cidade (QUINTAS, 2018)

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 20 Jun. 2020.

## 1.1 Problema

Na cidade de Macapá e Santana, as duas maiores cidade do Amapá, o número de transporte coletivo é baixo, existe apenas duas rodovias que interligam as cidades, se locomover se torna difícil (QUINTAS, 2018), e no cenário atual a situação permanece a mesma.

Com tantos problemas aparentes causadas pelo grande inchaço populacional que vive nas áreas urbanas, cerca de 80% da população das duas cidades reside em áreas urbanas e sofre com a insuficiência do sistema de transporte público oferecido (TOSTES et al., 2016).

Os acadêmicos da Universidade Federal do Amapá - Unifap possuem o ônibus como principal transporte público. Na cidade de Macapá há apenas uma linha de ônibus que faz o trajeto intermunicipal para os alunos (QUINTAS, 2018).

No período de 2010 a 2017, a cidade de Macapá teve um aumento total de 13 ônibus ativos e no mesmo período houve um aumento de 57.967 pessoas utilizando o transporte público diariamente (QUINTAS, 2018), números que mostram que o crescimento da frota de ônibus não acompanha o crescimento populacional da cidade.

Vale ressaltar que muitas rotas não atendem todas as áreas da cidade sendo necessário trocar de ônibus ou meio de transporte para se chegar até o destino final, o que aumenta o tempo de uso do coletivo para ir ou voltar da Universidade.

Quintas (2018) ressalta que em Macapá, além de ônibus, táxis e mototáxis, não há outros meios de transporte, apenas lotações (transporte não legalizado) e aplicativos de transporte de passageiros.

## 1.2 Justificativa

Considerando o que já foi apresentado como um problema de mobilidade para a comunidade acadêmica da Unifap, e o avanço das discussões sobre Cidades Inteligentes, principalmente sobre Mobilidade Inteligente e Mobilidade como Serviço (*MaaS - Mobility as a Service*), o trabalho buscou uma solução simples, prática e existente que pudesse ser testada, analisada e validada.

Essa solução de Mobilidade Inteligente não é apenas uma alternativa aos ônibus, táxis e mototáxis para ser mais prática e consumir menos tempo no trajeto, mas também nossa iniciativa de incorporar o espírito colaborativo entre os membros da comunidade, oferecendo caronas.

Não esquecendo de mencionar as questões ambientais que sempre precisam ser destacadas e que têm lugar de destaque nas diretrizes da Mobilidade Inteligente. Ao

oferecer caronas entre pessoas que possuem carro, é possível economizar combustível e ainda colaborar para a redução da emissão de gases poluentes.

### 1.3 Objetivo Geral

Propor uma alternativa de Mobilidade Inteligente para entrada e saída de pessoas na Unifap - Campus Marco Zero.

### 1.4 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, definiu-se os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar um levantamento de soluções de Mobilidade Inteligente;
2. Identificar o perfil da comunidade acadêmica por meio do questionário;
3. Definir os requisitos da solução para a comunidade acadêmica;
4. Desenvolver uma solução voltada à comunidade acadêmica;
5. Validar a solução com representantes da comunidade acadêmica;

### 1.5 Metodologia

A metodologia consistiu em cinco fases, sendo a primeira fase uma pesquisa focada na busca de soluções para a Mobilidade Inteligente. Em seguida, procurou-se uma solução para testes capaz de prover serviços de carona, transporte e compartilhamento de viagens.

A segunda fase consistiu na aplicação de um questionário para entender o perfil da comunidade acadêmica e para entender os requisitos relacionadas à mobilidade urbana do Campus Macapá.

A terceira fase foi realizada por meio de uma revisão teórica sobre o conceito de Cidades Inteligentes, Campus Inteligente, Mobilidade Inteligente e mobilidade como serviço, para fundamentar as soluções de mobilidade encontradas.

A quarta fase foi a definição e o desenvolvimento da solução. Que, após a escolha da solução Caronaê<sup>2</sup> como base para a solução a ser proposta, iniciou-se o estudo da solução e sua implementação no serviço de computação em nuvem usando Heroku<sup>3</sup>, que se enquadra na categoria Platform as a Service - PaaS, para hospedar a API. Os

<sup>2</sup> Caronaê - <https://caronae.org/>

<sup>3</sup> Heroku - <https://www.heroku.com/platform>

ajustes necessários foram feitos no código, como alteração de o layout, customização de botões e correção de funcionalidades como chat e informações do veículo para o caronista.

Para a customização da solução para o campus Marco Zero, foram realizadas mudanças dentro da solução inteligente, bem como modificação de recursos já desatualizados, foram algumas das ações realizadas no código.

Por fim, na quinta fase, foi realizada a validação da solução com a comunidade acadêmica. Foi feita a definição de algumas funcionalidade do aplicativo que foram testadas por voluntários, que, em seguida, responderam questões de escala likert e subjetiva, favorecendo sua validação e possíveis contribuições. A criação do documento de TCC foi feita concomitantemente com as fases acima mencionadas.

## 2 Referencial Teórico

Neste Capítulo apresenta-se os principais conceitos que fundamentam a nossa proposta, como: Cidades Inteligentes e sua infraestrutura tecnológica, Mobilidade Inteligente, Mobilidade como Serviço e Campus Inteligente. Apresentaremos cada um destes conceitos e discussões a seguir.

### 2.1 Cidades Inteligentes

O debate sobre Cidades Inteligentes (CI) tem ganhado cada vez mais espaço, principalmente pelo fato de colocar as Tecnologias da Informações e Comunicação (TICs). As TICs é uma importante ferramenta para auxiliar nas demandas que proporcionam qualidade de vida à população, gestão de recursos e infraestrutura nas cidades (Yin et al. (2015).

Apesar de uma cidade inteligente ser caracterizada por outros fatores além das TICs (NEIROTTI et al., 2014; GIFFINGER et al., 2007, p. 12, p. 26), o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação proporciona um ambiente inovador nas cidades. CIs interligam informações e gerenciam operações que envolvem infraestrutura tecnológica, sistemas inovadores e colaboração digital (WASHBURN et al., 2010).

Giffinger et al. (2007) adiciona características a serem consideradas antes de desenvolver uma cidade inteligente. Para os autores, um todo deve ser avaliado, como a consciência, flexibilidade, mutabilidade, individualidade e comportamento estratégico da cidade e de seus cidadãos, e ressaltam que todos devem estar cientes do posicionamento da cidade e do que deve ser feito para alcançar o status de cidade inteligente.

Segundo Neirotti et al. (2014), as TIC não definem uma cidade inteligente, são apenas uma das soluções utilizadas. O autor também explica que as cidades mais bem equipadas não são necessariamente as cidades mais inteligentes e que o número de iniciativas não indica desempenho, mas apenas mostra o número de esforços para melhorar a vida dos cidadãos. Para medir a inteligência das cidades, existem indicadores como o da ISO 37122 (ISO Central Secretary, 2020) e outras abordagens encontradas na literatura (SANTOS et al., 2018; KRISTININGRUM; KUSUMO, 2021).

Para este trabalho iremos considerar o estudo de Giffinger et al. (2007) sobre cidades inteligentes citado por Kon e Santana (2016) que mostra como as chamadas cidades inteligentes podem ser medidas e avaliadas. A Tabela 1 apresenta as seis dimensões propostas pelos autores, que possuem características próprias.

Tabela 1 – Aspectos de Cidades Inteligentes

	Definição
Economia Inteligente	É a competitividade econômica, empreendedorismo, produtividade, leis que ajudem a inovar e incentivar a criação de novas soluções tecnológicas.
População Inteligente	Mede a qualidade da educação da população, seus postos de trabalho e renda, além de avaliar a interação social, os incentivos a programas de educação e incentivos a produção científica e tecnológica.
Governança Inteligente	Avalia o quão transparente e participativo é o governo por meio de seus portais, como são feitas as tomadas de decisões e serviços públicos e sociais.
Mobilidade Inteligente	São questões de acessibilidade e mobilidade local, levando em conta o congestionamento do trânsito, os meios de transporte utilizados, o uso de combustíveis fósseis e as soluções tecnológicas utilizadas para melhorar o transporte da população.
Ambiente Inteligente	É avaliado quais soluções as cidades possuem para degradar menos o meio ambiente e quais recursos são reaproveitados, como água, energia, lixo.
Vida Inteligente	A qualidade de vida voltada para a segurança da cidade, da saúde das pessoas, o lazer, qualidade na moradia, serviços culturais.

No que diz respeito à gestão de projetos de cidades inteligentes, Chourabi et al. (2012) destaca que uma característica comum das iniciativas é que a maioria das cidades inteligentes são gerenciadas e organizadas por governos e fazem uso extensivo da TIC.

Uma iniciativa realizada no Brasil, também mencionada por Nam e Pardo (2011), é a cidade de Porto Alegre. A cidade reconhecida nacional e internacionalmente toma medidas tecnológicas para ajudar desde 2006, quando decidiu investir fortemente na implantação de uma rede de fibra ótica para serviços governamentais que garanta uma disponibilidade superior a 99,8% (WEISS et al., 2015).

São Paulo se destaca como o maior centro de pesquisa sobre o tema, com muitas publicações e diversos trabalhos em áreas relevantes, com a USP entre os destaques em número de publicações (LAZZARETTI et al., 2019).

E para chegar ao nível de uma cidade inteligente, devemos primeiro pensar em algumas coisas. Soluções que auxiliem em questões como segurança, saúde, educação ou até mesmo lazer são essenciais. Medidas como a construção de espaços verdes, centros culturais e monitoramento da cidade com câmeras e mapeamento de áreas inseguras são essenciais.

No entanto, a população não se beneficiará de nenhuma das soluções desenvolvidas para nenhuma das dimensões mencionadas se não houver inclusão tecnológica com programas de incentivo à educação científica e tecnológica. Caso contrário, parte da população será excluída da cidade (OLIVEIRA et al., 2021).

Além disso, para construir uma cidade inteligente, fatores importantes como integração digital e infraestrutura tecnológica devem ser discutidos. Para que essas soluções funcionem efetivamente, elas devem ser desenvolvidas considerando um sistema computacional com arquitetura heterogênea e distribuída. As arquiteturas mais utilizadas atualmente são as arquiteturas em nuvem (KON; SANTANA, 2017; JOAO et al., 2019; LIU; SHAO, 2016, p. 12 , p. 236), devido à sua capacidade de suportar alta demanda e escalabilidade.

Com o advento da Computação como Serviço, e conseqüentemente da Computação em Nuvem, alguns modelos de Computação foram propostos, como, dentro da computação em nuvem, os três modelos de entrega de serviços (NAREN.J et al., 2014; SOUSA et al., 2022) apresentados a seguir:

- **IaaS:** A infraestrutura como serviço fornece acesso baseado na Web ao armazenamento e ao poder de computação. O consumidor não precisa gerenciar ou controlar a infraestrutura básica de nuvem, mas tem controle sobre sistemas operacionais, armazenamento e aplicativos avançados;
- **PaaS:** Plataforma como serviço, onde os usuários hospedam um ambiente para seus aplicativos. Os usuários têm controle sobre os aplicativos, mas não sobre o sistema operacional, hardware ou infraestrutura de rede usada;
- **SaaS:** Software como serviço significa que o consumidor usa um aplicativo, mas não tem controle sobre o funcionamento do sistema, hardware ou infraestrutura de rede. Nessa situação, o usuário controla os aplicativos na rede.

Naren.J et al. (2014) diz que os serviços oferecidos pela computação em nuvem são semelhantes ao serviço de eletricidade, só pagamos pelo que consumimos. Isso reduz a necessidade de investimento em equipamentos e infraestrutura de TIC.

Vale ressaltar que a capacidade de uma Cidade Inteligente de ser dinâmica e automática requer infraestruturas robustas capazes de atender às demandas de uma presença online constante, algo que a computação em nuvem pode oferecer por meio de serviços altamente disponíveis, elásticos, flexíveis e robustos (KON; SANTANA, 2017).

## 2.2 Mobilidade Inteligente

Giffinger et al. (2007) afirmam que a Mobilidade Inteligente aborda a acessibilidade nacional e internacional como tecnologias modernas e sistemas de transporte de chegada. O uso de tecnologias modernas que suportam a mobilidade cria sistemas "inteligentes".

Otimizando a logística nas cidades, proporcionando um sistema dinâmico e multimodal para os cidadãos, garantindo um transporte sustentável e ecológico, e levando em conta as condições de transporte e energia, melhora o transporte urbano e a mobilidade dos moradores (NEIROTTI et al., 2014).

Modalidades de transporte como ônibus, metrô, carros e bicicletas são apresentadas em termos de facilidade de mobilidade. A análise do tamanho da malha viária, ciclovias, uso de meios de transporte poluentes e não poluentes também são considerados parâmetros (KON; SANTANA, 2016).

Hoje em dia é possível monitorar qualquer tipo de transporte. O GPS é um dos dispositivos que nos ajudam a fazer isso. Na cidade de São Paulo, por exemplo, a startup Scipopulis monitora 14 mil ônibus em tempo real, obtendo dados sobre a velocidade média nas vias, informações sobre acidentes e o número de ônibus que trafegam na mesma via. Todas essas informações são enviadas à empresa de transporte municipal para melhorar a mobilidade na cidade de São Paulo.

Destacam-se dois projetos na cidade de Madrid (Espanha) que utilizam o GPS dos telemóveis dos cidadãos, um para monitorizar a posição do transporte público em tempo real e outro para estimar a capacidade dos coletivos. Há também projetos em Amsterdã que visam controlar e monitorar o tráfego. Alguns projetos interessantes que estão sendo implementados na capital holandesa são os incentivos para carros elétricos e o fornecimento de várias estações de recarga em toda a cidade (KON; SANTANA, 2016).

## 2.3 Mobility as a Service - MaaS

*Mobility as a Service* - MaaS (ou Mobilidade como Serviço, em português) é um termo usado para descrever uma nova tendência em Mobilidade Inteligente, onde empresas e organizações investem em transporte que oferece opções de viagens multimodais à população, utilizando tecnologia para oferecer alternativas de mobilidade urbana. Algumas das funcionalidades das plataformas MaaS são o fácil acesso, a ferramenta apresenta as opções que o usuário pode escolher para sua viagem, facilidade de pagamento, sistema de reservas de viagens e informações em tempo real.

Sem uma definição precisa, o MaaS é definido por alguns autores como a pres-

tação de serviços de mobilidade centralizados em uma única plataforma digital e focados exclusivamente nas necessidades individuais dos usuários, como táxis, transporte público, carros particulares, bicicletas, entre outros (JITTRAPIROM et al., 2017; KAMARGIANNI; MATYAS, 2017; MULLEY et al., 2018).

O objetivo do MaaS é promover o uso do transporte compartilhado e permitir que os usuários planejem sua rota com base em múltiplas opções multimodais, seja compartilhamento de carro, carona, bicicletas, aluguel de carro, transporte público ou outros meios de mobilidade.

## 2.4 Campus Inteligente

Podemos considerar que campus inteligente é uma "réplica" de uma cidade em menor escala, nas áreas de relações sociais, relações administrativas, meio ambiente, serviços de busca, mobilidade, alimentação, energia, entre outros.

De acordo com Zhang et al. (2017), Garay et al. (2018), um campus universitário inteligente se comporta de forma semelhante a uma cidade inteligente, mas com uma série de problemas menores e de menor magnitude, onde podem ocorrer roubos, acidentes de carro, circulação de pessoas em locais proibidos ou outras situações não permitidas.

Alghamdi e Shetty (2016) explicam que o campus inteligente surge da necessidade de oferecer serviços de qualidade com redução de custos, e que isso envolve não apenas os aspectos acadêmicos, mas também os sociais, o meio ambiente, e as finanças da Universidade.

Além dos conceitos e objetivos, o Campus Inteligente também apresenta problemas e dificuldades impostas pelo mercado. Alghamdi e Shetty (2016) citam 3 obstáculos: Técnico, Financeiro e Político. Assim como nas cidades inteligentes, a implantação de serviços tecnológicos para uma população, seja de uma cidade ou de uma Universidade, precisa levar em conta que os conceitos de segurança, proteção e privacidade, interoperabilidade, padronização e configurações precisam estar bem adaptados para promover a segurança do ambiente.

Do lado financeiro, a captação de recursos para implementar projetos que às vezes exigem grandes investimentos e experiência com campus inteligentes dificulta iniciativas em todo o mundo. Finalmente, em um ambiente universitário, os obstáculos políticos não são tão difíceis quanto os técnicos e financeiros, pois em muitos casos o reitor de uma universidade pode se encarregar da tomada de decisões. No entanto, a colaboração entre diferentes universidades e departamentos, o redesenho de processos de negócios e a resistência da equipe tecnofóbica são obstáculos potenciais a serem

superados (ALGHAMDI; SHETTY, 2016).

Por outro lado, as iniciativas tecnológicas abrem as portas para recrutarmos pesquisadores, explorarmos mais sobre o assunto e promovermos serviços e soluções inovadoras. A maior parte do trabalho em campus inteligentes trata de energia, meio ambiente e edifícios inteligentes, e alguns serviços importantes como transporte, alimentação e controle de tráfego são deixados de fora.

Este trabalho propõe uma solução de mobilidade para um Campus Universitário explorando os conceitos de Campus Inteligente (a partir do conceito de Cidades Inteligentes), Mobilidade Inteligente e Mobilidade como Serviço.

## 3 Levantamento de Soluções de Mobilidade

A mobilidade urbana e o transporte são fundamentais para o funcionamento das cidades inteligentes. Mobilidade urbana significa acessibilidade local, nacional e internacional de cidades inteligentes, disponibilidade de infraestrutura de TIC e sistemas de transporte inovadores e seguros. O transporte de hoje é a solução para uma parte sistêmica do movimento em direção à mobilidade sustentável. Não só contribui para o desenvolvimento das cidades, como também ajuda nas dificuldades que não são visíveis nas zonas urbanas, como o congestionamento, a revitalização de uma das cidades, a poluição sonora, a separação de zonas residenciais e outras (OPITEK, 2014).

Para Dameri (2013), a incorporação das TIC gerou inúmeras iniciativas de cidades inteligentes, como monitoramento inteligente da mobilidade urbana e outras tecnologias como redes elétricas inteligentes, veículos movidos a combustíveis alternativos, e outros.

Como exemplo dessas tecnologias, muitas iniciativas têm sido colocadas em prática por meio do GPS. A tecnologia que permite a localização em tempo real foi responsável pelo surgimento dos mapas digitais – a ferramenta Google Maps é um exemplo claro – que desencadeou uma série de soluções de Mobilidade Inteligente. Soluções que fornecem a localização em tempo real de transporte público, veículos e pessoas, que permitem planejar uma rota de viagem, saber onde está outra pessoa e encontrar a melhor rota até ela, são uma das muitas soluções existentes e possíveis que existe atualmente.

E para isso queremos mostrar algumas opções das possibilidades de mobilidade existentes, que dividimos em 4 modalidades:

- Orientações de Mobilidade
- Transporte Individual Privado de Passageiros por Aplicativo
- Viagens Compartilhadas por Aplicativos
- Veículos Compartilhados

### 3.1 Orientações de mobilidade

Esta categoria resume as plataformas que ajudam a guiar as pessoas pela cidade. São, portanto, utilizados indiscriminadamente por motoristas que trabalham por conta de outrem ou por pessoas que se deslocam. Os exemplos mais conhecidos são o Google Maps e o Waze Mobile, ambos presentes em diversos países. Por se basearem no sinal de

GPS, que tem uma pegada global, muitas vezes são escaláveis para atingir essa pegada e dependem apenas de um mapeamento de ruas eficaz (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018).

### 3.1.1 Waze

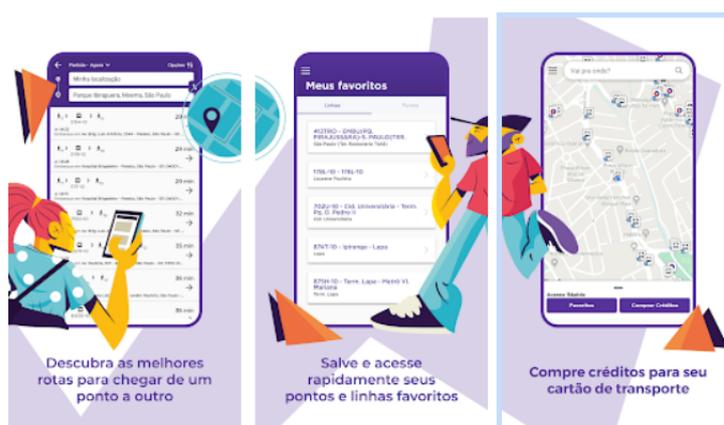
O Waze foi fundado em Israel em 2008, originalmente com o nome LinQmap, e em 2011 já empregava 80 pessoas. O Waze difere dos sistemas de navegação GPS tradicionais, pois se baseia em uma comunidade de usuários e utiliza a localização que cada usuário fornece por meio de seu *smartphone*.

A partir disso, derivamos outra importante categoria de classificação do ponto de vista da mobilidade urbana: aplicações unimodais ou multimodais. O Waze, sendo unimodal - ou seja, o meio de transporte em questão - pode melhorar as escolhas de rotas dos viajantes, aliviando a carga de deslocamento e condução em uma determinada rota, o tempo de viagem (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018).

### 3.1.2 Cittamobi

Cittamobi é um aplicativo de transporte público disponível nas plataformas iOS e Android. É utilizado para mapeamento, cadastro, monitoramento, previsão e informações sobre ônibus, linhas e rotas calculadas em tempo real. O aplicativo usa a localização atual e o destino do usuário para determinar o ponto de ônibus, a rota e o horário de chegada de cada veículo. Na Figura 1 podemos ver algumas telas do aplicativo Cittamobi.

Figura 1 – Telas do aplicativo de orientações de mobilidade Cittamobi



Fonte: Loja de aplicativos do Android: PlayStore

## 3.2 Transporte Individual Privado de Passageiros por Aplicativo

A mobilidade mudou ao longo dos anos, surgiram novas formas e ferramentas de utilização da mobilidade, aplicações como Uber, Cabify, BlaBlaCar, Yet Go entraram no mercado e tornaram-se ferramentas muito úteis, tanto para a mobilidade da população como para o transporte em muitas cidades, considerando que as pessoas que viajam muito não precisam mais ter carro só para usar esses serviços.

Esse novo conceito, essa nova abordagem de mobilidade está sendo introduzida nas cidades não apenas com as ferramentas mencionadas acima, mas também outras iniciativas como as universidades estão tentando melhorar a mobilidade de seu público específico por meio de aplicativos de caronas, corridas.

Inspiradas pelo crescente sucesso da Uber, surgiram startups visando atuar de forma similar, mas voltados para o mercado de motoristas de táxi, algumas delas cresceram e se destacam por sua abrangência cada vez maior, como é o caso da Easy Taxi, empresa brasileira fundada em 2012 no Rio de Janeiro, presente em mais de 30 países e 420 cidades atualmente (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018).

### 3.2.1 Uber

A história do Uber começou quando seus fundadores, Garrett Camp e Travis Kalanick, lutavam para encontrar um táxi em Paris. Percebendo a necessidade de transporte, eles decidiram criar uma plataforma para encomendar carros premium. A Uber foi fundada na Califórnia em 2009 como um aplicativo para facilitar o acesso ao transporte.

A Uber chegou ao Brasil em 2014 e inicialmente operava no Rio de Janeiro. A segunda cidade a receber a candidatura foi São Paulo, seguida de Belo Horizonte. Atualmente, mais de 100 cidades brasileiras utilizam os serviços da empresa, que são oferecidos por 500 mil motoristas parceiros.

### 3.2.2 Cabify

Cabify é um dos grandes nomes no espaço de aplicativos de viagens e passageiros. A empresa é conhecida como uma rede multinacional de transporte e concorre com outros serviços como Uber e 99.

Com o Cabify, a dinâmica da corrida é muito semelhante a outros aplicativos de carona do mercado. Os usuários podem ser determinados por sua geolocalização.

No entanto, a plataforma apresenta algumas diferenças, pois oferece o serviço

de táxis e motoristas profissionais. Além disso, ela foi a primeira empresa a ser possível programar viagens de acordo com o dia e horário desejados.

## 3.3 Viagens Compartilhadas por Aplicativos

### 3.3.1 BlaBlaCar

BlaBlaCar é um aplicativo de caronas amplamente utilizado. O valor fica a critério do caroneiro em negociação com o motorista. O aplicativo surgiu em meados de 2003, quando Fred (o fundador da BlaBlaCar) queria visitar sua família no interior da França, mas não tinha carro. As passagens de trem estavam esgotadas, então ele pediu à irmã para buscá-lo. No caminho, percebeu que havia muitos carros com muitos assentos desocupados e viu essa situação como o início de um novo meio de transporte.

O aplicativo é diferente dos citados acima por ser aberto para todos, basta realizar o cadastro e já pode compartilhar suas caronas. Comparado a outros aplicativos voltados à remuneração como Uber e 99, o BlaBlaCar costuma ter viagens mais longas, intermunicipais por exemplo, à um preço bem mais acessível.

### 3.3.2 Bynd

A empresa nasceu no final de 2014 a partir de uma experiência pessoal de seus dois sócios fundadores, Gustavo Bertazzola Gracitelli e Leonardo Fernandes Libório, que passaram 13 meses viajando pela América em um carro compartilhado com outras três pessoas. Após esse período sabático, ambos decidiram abandonar suas carreiras no mercado financeiro e abrir uma nova empresa. A ideia de criar o Bynd surgiu de uma palestra para empresários em que um dos diretores da Tecnisa (empresa do mercado imobiliário brasileiro) apresentou problemas que precisavam de uma solução mais eficaz, incluindo a dificuldade de oferecer estacionamento para os funcionários da empresa. Assim, a Bynd nasceu para melhorar a utilização dos veículos e aumentar a eficiência das realocações realizadas pelas viagens da empresa.

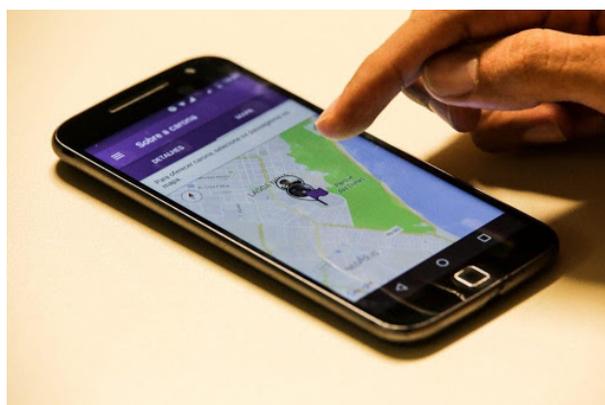
O suporte de tecnologia da informação e comunicação tem sido essencial para a Bynd oferecer seus serviços. Estes incluem: a disponibilidade do aplicativo para dispositivos móveis e do site; a criação de salas de chat para facilitar a comunicação direta entre os usuários; a implementação de consultas virtuais; o desenvolvimento de mecanismos de recompensa e incentivo; a recuperação de passeios disponíveis em tempo real; o envio de notificações e muito mais. Embora ainda existam informações sobre a capacidade de extrair dados de dispositivos IoT e Big Data, esses recursos ainda não foram implementados. No entanto, os fundadores enfatizam a previsibilidade e a

confiabilidade, requisitos essenciais para que seu modelo de negócios funcione, e ambos são suportados pelas TIC.

### 3.3.3 Vemcar

O aplicativo Vemcar foi desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Foi desenvolvido inicialmente como parte do curso de Engenharia de Software, antes de o protótipo ser entregue à equipe da Superintendência de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (SINFO), onde ocorreu toda a validação da ideia, a criação dos requisitos e a aplicação das regras de um processo de software. Na Vemcar, somente pessoas relacionadas a universidade (professores, alunos, técnicos) podem utilizar o aplicativo.

Figura 2 – Aplicativo de Carona Solidária Vemcar



Fonte: <https://www.ufrn.br/imprensa/materias-especiais/2872/aplicativo-de-caronas-solidarias-da-ufrn-registra-mil-downloads-em-uma-semana>

### 3.3.4 RideUFF

O RideUFF é um projeto da Universidade Federal Fluminense - UFF, motivado pela problemática da mobilidade urbana dos estudantes. Com o objetivo de facilitar a jornada dos acadêmicos, o RideUFF também visa proporcionar economia, conforto, segurança e sustentabilidade (RideUFF).

A procura por caronas é grande na UFF e muitas vezes quem procura carona não encontra as pessoas que desejam oferecer porque esse tipo de oferta não é centralizada. Existem muitos grupos de Whatsapp onde são oferecidas caronas compartilhadas. Isso dificulta as ofertas porque exigiria que os alunos estivessem em todos os grupos para encontrar uma carona adequada.

O projeto foi inspirado por outras iniciativas de caronas universitárias, uma delas foi a da UFRJ com o aplicativo Caronaê, também uma solução de Mobilidade Inteligente

implementada para centralizar as viagens oferecidas no Universidade Federal do Rio de Janeiro, o RideUFF tem a mesma intenção.

### 3.3.5 Caronaê

O Caronaê é um aplicativo de carona desenvolvido por alunos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e voltado para o ambiente universitário. O aplicativo estava disponível para duas plataformas, Android e iOS. O site oficial afirma que Caronaê é um sistema de carona aberto, seguro e prático, desenvolvido com o objetivo de ser replicado em diferentes instituições e exclusivamente para a comunidade acadêmica das instituições que pertencem à rede Caronaê (CARONAÊ, 2020).

Os pontos de interesse oferecidos pelo aplicativo incluem uso exclusivo pela comunidade acadêmica, centralização da oferta de caronas, aumento da utilização de veículos e pontos de carona para facilitar o encontro de caronas e caroneiros. Na Figura 3 temos a propaganda do aplicativo no site oficial.

Figura 3 – Aplicativo de Carona Solidária Caronaê



Fonte: <https://caronae.org/index.html>

### 3.3.6 Waze Carpool

Aplicativo das Empresas Waze, o *Waze Carpool* é uma variante dos serviços da Waze que oferece compartilhamento de caronas entre seus usuários. O serviço oferecido pela empresa funciona através de um programa de parcerias. O aplicativo é bem dinâmico e intuitivo. A empresa aproveita os dados do aplicativo Waze para alimentar a dinâmica de navegação do Waze Carpool.

O Waze oferece um aplicativo para várias empresas que incorporam uma cultura de carona entre seus funcionários, pois a empresa acredita que a carona aproxima as pessoas e cria momentos que não existem no local de trabalho.

O aplicativo tem uma dinâmica interessante, pois funciona criando grupos, e os usuários desses grupos oferecem caronas uns aos outros. Esses grupos são criados e administrados por um responsável pela comunicação da instituição com a empresa, chamado de "embaixador".

## 3.4 Veículos Compartilhados

Na categoria de veículos compartilhados, separamos dois exemplos dos mais conhecidos, cada um com características diferentes. Existem soluções de compartilhamento de bicicletas e carros.

Chips e smart cards são tecnologias amplamente utilizadas nesse tipo de modelo de solução de mobilidade. Os chips usados em muitos casos para monitorar bicicletas compartilhadas e, em algumas cidades, como Rennes, na França, em 1998, cartões inteligentes foram usados para desbloquear bicicletas nas estações de trem (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018)

De fato, Paris foi uma das primeiras cidades a implantar os chamados sistemas de terceira geração, onde a tecnologia utilizada é capaz de controlar o uso dos veículos em tempo real. GPS, smart cards, todos, entram na lista de dispositivos que permitem esse controle.

### 3.4.1 Yellow

A Yellow foi uma startup brasileira que aluga e vende serviços de micromobilidade elétrica – termo dado para veículos que servem para percorrer distâncias curtas – desde 2017. Utiliza smartcards e código QR para desbloquear seus veículos. A empresa trabalhou com uma bicicleta sem estação (Dockless), o que significa que as bicicletas não possuem estacionamento próprio, mas podem ser monitoradas e controladas especificamente nas áreas de atividade de cada pessoa exibidas pelo aplicativo.

Ao terminar, o usuário simplesmente trava o cadeado na bicicleta, que fica pronta para o próximo usuário. Yellow também usa o GPS para exibir a distância percorrida pelo usuário e a localização das bicicletas no mapa.

### 3.4.2 ZipCar

A Zipcar, empresa norte-americana, que ainda não chegou ao Brasil com seus serviços, utiliza seus recursos tecnológicos para compartilhar carros entre seus usuários no estilo B2C (business-to-consumer). Semelhante à Empresa Yellow, os usuários geralmente podem encontrar veículos próximos por meio de seus dispositivos móveis.

De acordo Ballús-Armet et al. (2014), os usuários da Zipcar devolvem o veículo ao ponto de partida no final do uso, o que é chamado de *round-trip*. Outra empresa semelhante é a Car2Go. A diferença está na forma como o carro é usado. Com o Car2Go, o usuário pode deixar o veículo em um local diferente, esse modelo de viagem é chamado de *one way*, uma única viagem.

Ambos os modelos de negócios estão relacionados à economia colaborativa e utilizam a plataforma da Internet, redes sociais, sistemas de informação e recursos tecnológicos para prestar o serviço e conectar seus usuários. Os clientes podem reservar um carro on-line e usar um cartão RFID para entrar no carro reservado passando o cartão pelo leitor próximo ao para-brisa do motorista (PEARLSON; SAUNDERS, 2009).

Além de ter um serviço exclusivo, a Zipcar emprega tecnologia poderosa para dar suporte ao seu modelo de negócios. Eles têm uma tecnologia sem fio patenteada que é usada para monitorar a segurança do carro, o nível de feules, o uso por hora e outros recursos (PEARLSON; SAUNDERS, 2009). Na figura 4 mostra um usuário desbloqueando as portas do veículo da Zipcar.

Figura 4 – Como desbloquear seu Zipcar



Fonte: <https://money.usnews.com/money/business-economy/articles/2008/06/05/5-keys-to-zipcars-success>

Nesta seção falamos sobre trabalhos semelhantes à proposta de viagens solidárias. Selecionamos 5 aplicativos voltados para a área acadêmica ou desenvolvidos por grandes empresas como Waze e Blablacar. Ao final, apresentamos a tabela de comparação utilizando os recursos necessários para nossa área acadêmica e principalmente o fato de o aplicativo ser *open-source*<sup>1</sup> e pode ser adaptado à realidade de nossa universidade.

<sup>1</sup> Open-source: Ele é um código projetado para ser acessado abertamente pelo público: todas as pessoas podem vê-lo, modificá-lo e distribuí-lo conforme suas necessidades. Disponível em:

### 3.5 Comparativo de Soluções de Carona

A partir do levantamento realizado neste trabalho, discutiremos as soluções de mobilidade encontradas que tem a finalidade do fornecimento de caronas compartilhadas.

A tabela 2 apresenta cinco aplicações de carona e foram coletadas características específicas para comparar a solução mais adequada para cada tarefa:

Tabela 2 – Aplicativos de Carona - Tabela Comparativa

	Caronaê	Vemcar	RideUFF	Waze Carpool	Blablacar
Oferecer/Solicitar Caronas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Identificação dos usuários	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Restrição do público	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Remuneração	Não	Não	Não	Sim	Sim
Plataforma	Android/iOS	Android	Android	Android/iOS	Android/iOS
Chat entre usuários	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Open-source	Sim	Não	Não	Não	Não

Dentre as soluções apresentadas, a única *opensource* é o Caronaê, o que nos permite modificarmos o código fonte para atender as necessidades levantadas, aprimorando-o e adaptando-o ao contexto local da Unifap, à exemplo mais simples e incrementado foi a criação das zonas urbanas da cidade para serem utilizadas no momento da criação da carona. Por ser uma solução open-source regida pela licença GPLv3<sup>2</sup>, podemos utilizar a solução para qualquer finalidade, mudar o software de acordo com nossas necessidades, estudos, apresentar melhorias, acompanhar seu desenvolvimento e implementar em outros ambientes.

No entanto, o Waze Carpool possui uma iniciativa para oferecer o serviço exclusivo para as universidades<sup>3</sup>, que já foi adotada por universidade como Unicamp, UERJ e PUC MG. Sendo assim, como encaminhamento para este trabalho consideramos a solução Caronaê e Waze Carpool.

A primeira ação foi estabelecer a parceria como o Waze Carpool, no entanto, foram encontradas as seguintes dificuldades: não seria possível realizar alguma integração com o SIGAA pois a solução Waze Carpool não é open-source e não tem uma opção para configurar para consumir dados de um *endpoint* de uma API, os acessos seriam baseados em grupos e não seria possível bloquear o acesso de usuários externos

<sup>1</sup> <<https://www.redhat.com/pt-br/topics/open-source/what-is-open-source>> Acesso em: 26 de Nov. de 2021

<sup>2</sup> <<https://www.gnu.org/licenses/quick-guide-gplv3.html>> Acesso em: 01 de Fev. 2022

<sup>3</sup> <https://movethecity.waze.com/vaidecarona>

a Unifap. A adesão aos grupos é feita por meio de links e código QR, e os alunos podem convidar pessoas de outros lugares que não são da universidade.

Sendo assim, o trabalho encaminhou para a parceria o Caronaê, da UFRJ. O estudo da ferramentas e as modificações necessárias para sua utilização serão apresentados no Capítulo 4.

## 4 Carona solidária para Unifap

Este Capítulo apresentará o processo de desenvolvimento da solução de carona solidária para Unifap, que foi possível a partir do levantamento das soluções de mobilidade existentes e do estudo comparativo das soluções de caronas encontradas. Consideramos como alternativa viável a modificação do aplicativo Caronaê, da UFRJ.

Como primeiro passo para a definição dos requisitos da aplicação para a Unifap, foi elaborado um questionário para a comunidade acadêmica a fim de entender o seu perfil e as principais dificuldades encontradas em relação a mobilidade para chegar e sair do Campus Universitário Marco Zero da Unifap. Sem seguida, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação para, assim, partir para o desenvolvimento da solução voltada para a comunidade acadêmica do Campus Marco Zero da Unifap, a partir das modificações do Caronaê da UFRJ. Por fim, foi realizada a validação da solução com voluntários que haviam respondido o questionário previamente.

### 4.1 Perfil da comunidade acadêmica e os problema enfrentados

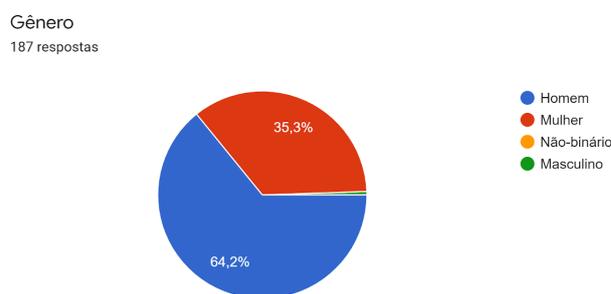
Para entender o perfil da comunidade acadêmica, criamos um questionário com perguntas sobre o perfil de cada respondente. Queríamos saber a idade, sexo, frequência com que estiveram na unifap, tecnologia para perceber a afinidade dos alunos com dispositivos móveis e aplicações de mobilidade semelhantes.

Também queríamos saber quantos alunos usavam transporte público, quantos tinham veículo próprio, se os respondentes tinham experiência anterior com carona, se praticavam ou ofereciam, e quão confiáveis e seguros se sentiam ao oferecer ou proporcionando uma carona.

Divulgamos o questionário por toda a Universidade por meio de flyers com QR code apontando para o formulário no Google Forms, e também compartilhamos o link da pesquisa em diversos grupos de Whatsapp.

Foram avaliadas 186 respostas de alunos, professores e técnicos com diferentes níveis de conhecimento sobre Mobilidade Inteligente. A maioria era do sexo masculino e representou 64,2% dos cursos ofertados.

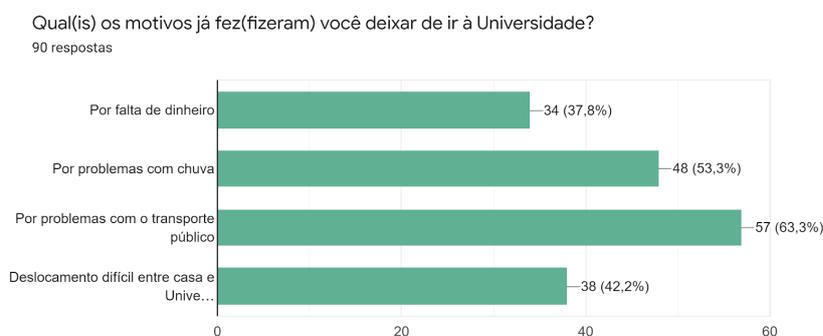
Figura 5 – Gênero dos entrevistados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na pesquisa realizada para o projeto entre os meses de 05/2019 e 11/2019, os entrevistados responderam à seguinte pergunta: “*Quais os motivos que o levaram a deixar de ir para a Universidade?*” e demos como opção alguns motivos que poderiam ser responsáveis, “*Por falta de dinheiro*”, “*Problemas com a chuva*”, “*Problemas com transporte público*”, “*Dificuldade de deslocamento entre casa e Universidade*”, e tivemos como maior motivo problemas com transporte público. Vejamos o resultado a pergunta na figura 6.

Figura 6 – Pergunta sobre os motivos que fizeram os alunos não comparecerem a universidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os resultados do questionário, foi possível identificar os obstáculos à participação no projeto. Há uma recusa em relação à segurança viária, principalmente entre as mulheres, que representam 35,3% dos entrevistados, como você pode ver na Figura 7.

Figura 7 – Motivo para aceitar as caronas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para alcançar um resultado satisfatório para todos, pensa-se em algo que já vem sendo utilizado em outros projetos de caronas em outras universidades, ou seja, ter como usuários pessoas que estejam ativamente conectadas à instituição utilizando a base de acesso ao sistema universitário, estudantes, professores e técnicos, bem como usuários.

Quando questionados sobre a opção do uso exclusivo pelos estudantes, o projeto teve uma grande aceitação por parte da comunidade acadêmica, Figura 8.

Figura 8 – Pergunta sobre a possibilidade da proposta ser utilizada apenas por pessoas da Unifap



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao aspecto cultural, serão realizadas campanhas de promoção e divulgação do projeto por meio de cartazes em toda a Universidade. Para melhorar o encontro entre os “caroneiros”, existe a possibilidade de montar pontos de encontro para facilitar a vida de quem se dispuser a oferecer carona.

A pesquisa foi realizada por meio de revisão de literatura, estudo de caso e coleta de dados por meio de questionário utilizando a plataforma Google Forms. Presumia-se que um sistema de caronas até a universidade melhoraria as condições de mobilidade

da instituição e proporcionaria mais uma alternativa aos membros da comunidade acadêmica.

Para muitos, o transporte de e para a universidade torna-se um grande problema durante a vida acadêmica. Levam tempo para chegar à universidade e voltar para casa durante os dias de aula, e têm que esperar longos períodos nas paradas de ônibus, tempo que poderiam estar usando para estudar. Mais de 50% dos entrevistados disseram estar insatisfeitos com o transporte que utilizam, conforme mostra a Figura 9

Figura 9 – Pergunta sobre a satisfação dos usuários com o transporte que utiliza



Fonte: Elaborado pelo autor.

E mais de 50% desses entrevistados usam transporte público para ir ou voltar da universidade. A mesma pergunta permitiu estimar o número de respondentes que possuem carro próprio: 26,9% responderam que usam carro para chegar à universidade e 24,7% para sair, conforme as figuras 13(a) e 13(b).

Figura 10 – Como você geralmente chega ou sai da Unifap?



(a) Como você geralmente chega na Unifap?

(b) Como você geralmente sai da unifap?

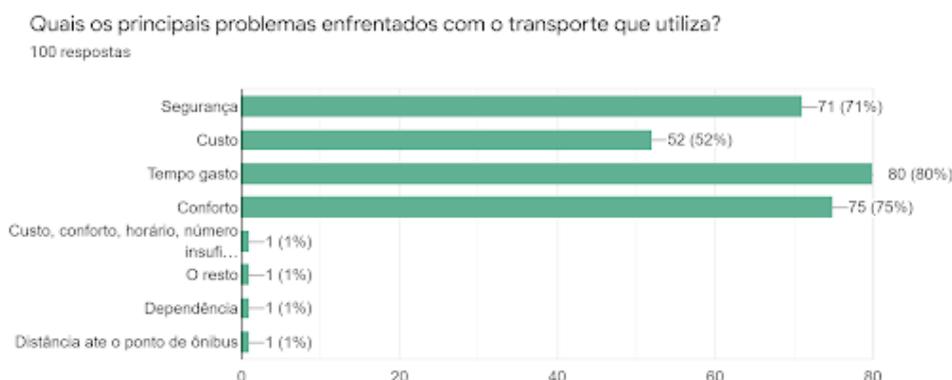
Fonte: Elaborado pelo autor.

As condições insatisfatórias do sistema de transporte coletivo, além de atrasos, superlotação e desconforto, os acadêmicos ainda estão expostos à criminalidade e muitas vezes esperam em paradas escuras durante à noite.

A maioria dos acadêmicos cita segurança, tempo e conforto como os principais problemas que são primordiais em pesquisas de ida e volta da universidade. Dos 100

entrevistados que responderam a essa pergunta, 75% citam o conforto como um dos problemas, conforme mostra a 11.

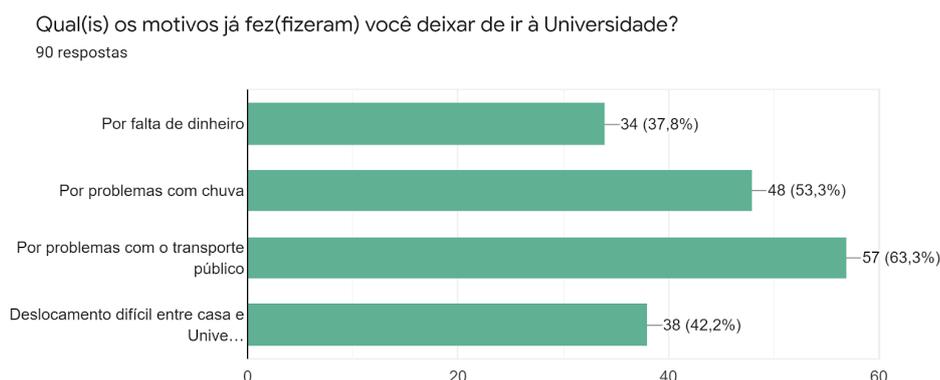
Figura 11 – Principais problemas enfrentados com o transporte público local



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 12, das 187 respostas ao questionário, 90 respostas, ou um pouco menos de 50% dos respondentes, responderam à pergunta sobre quais são os motivos que os impedem de ir à universidade, e os problemas com transporte público estão em mais metade dos que responderam ao questionário.

Figura 12 – Motivos que já fizeram alunos deixarem de ir a Universidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à conexão com o gasto de tempo, isso foi mencionado repetidamente. Quando questionados sobre os motivos para participar de uma carona, a maioria dos entrevistados também citou o tempo como motivo para aceitar carona, conforme mostram os dados das figuras 16(a) e 16(b)

Figura 13 – Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona?



(a) Parte 1



(b) Parte 2

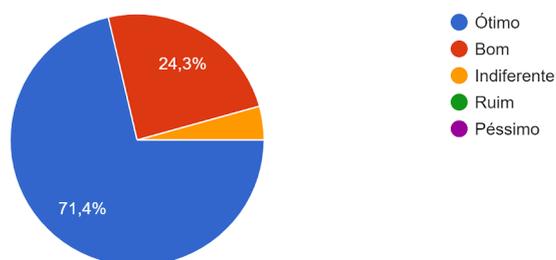
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando perguntados se participam de caronas, 96,6% dos entrevistados responderam “*Não participavam*”. Assim, um aplicativo de carona na universidade poderia criar uma cultura que ainda não está presente.

Das 185 pessoas que responderam ao questionário, 97,7% dos entrevistados acharam “ótima” ou “boa” a iniciativa de um aplicativo que os usuários podem consultar na ida e volta da universidade, como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Percepção sobre a proposta de um aplicativo de carona para a Unifap

O que você acha de um aplicativo de caronas para a comunidade acadêmica da UNIFAP?  
185 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em termos de uso de tecnologia, a comunidade acadêmica já está bem versada

em aplicações relacionadas à mobilidade. Na Figura 15, das 186 respostas ao questionário, apenas 15,1% indicaram não utilizar nenhum dos aplicativos listados.

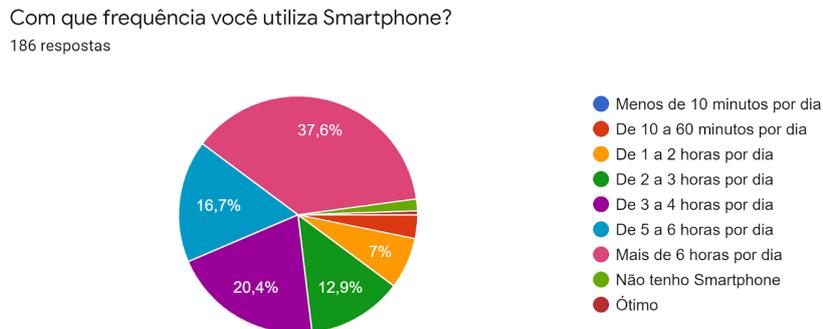
Figura 15 – Percepção sobre o conhecimento e uso de tecnologias similares a proposta



Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário revisou o tempo que a comunidade gasta usando smartphones, um dispositivo necessário para o uso do aplicativo. Apenas 1,6% dos entrevistados informaram que não possuem smartphones e 37% passam mais de 6 horas por dia usando os dispositivos, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16 – Tempo de uso do Smartphone pelos entrevistados



Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado foi satisfatório. Fica claro que a comunidade está disposta a aderir à proposta de carona, pois muitos estão interessados em oferecer ou receber carona.

## 4.2 Definições dos Requisitos

Para definir os requisitos funcionais e não funcionais da solução, considerou-se o questionário, soluções existentes e consolidadas e soluções open source.

Levando em consideração o questionário realizado, o requisito mais importante para o projeto será a funcionalidade da solução, que poderá ser acessada apenas por aqueles associados à Unifap.

#### 4.2.1 Requisitos Funcionais

##### [RF001] Login no Sistema

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir ao discente o acesso solicitando seu CPF e senha dos usuários cadastrados.

##### [RF002] Criar caronas

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir ao discente a criação de uma carona informando ponto de saída ou ponto de chegada com a Universidade em um desses 2 pontos.

##### [RF003] Consultar caronas

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir ao discente a consulta das corridas catalogadas no sistema, com informações sobre trajeto, motorista, e informações do veículo.

##### [RF004] Detalhe da Corrida

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir ao discente consulte o detalhe da corrida, cor do veículo, placa, porto de encontro e rota da corrida.

##### [RF005] Criar rotina de caronas

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas

O sistema deve permitir o usuário que deseja ofertar caronas possa criar a sua rotina de viagens sem que precise diariamente criar suas viagens de ida e de volta.

##### [RF006] Consulta de caronas ofertadas

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas

O sistema deve permitir o usuário consiga ver as suas caronas ofertadas.

**[RF007] Consulta de caronas pendentes**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários consultarem suas caronas que ainda serão realizadas.

**[RF008] Consulta de caronas ativas**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários consultarem suas caronas ativas.

**[RF009] Coompartilhar caronas**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários compartilharem suas caronas em outras redes sociais.

**[RF010] Cancelar caronas**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários a cancelarem suas caronas.

**[RF011] Filtrar caronas**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários a filtrarem caronas por meio do bairro, data e hora, e dia da semana.

**[RF012] Buscar caronas**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários busquem as caronas por meio do bairro, data e hora, dia da semana.

**[RF013] Editar perfil**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir os usuários possam atualizar suas informações de perfil.

#### **[RF014] Histórico de corridas**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas

O sistema deve permitir que os usuários verificar seu histórico de corridas.

#### **[RF015] Edição de foto do perfil com Facebook**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas

O sistema deve permitir que os usuários utilizem sua foto do Facebook.

#### **[RF016] Consultar perfil**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir que os usuários de uma carona possam consultar seus perfis, com as informações de nome, c

#### **[RF017] Falaê**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deve permitir que os usuários tenham uma forma de se comunicar com os gestores da ferramenta, com críticas, sugestões, elogios

#### **[RF018] Tela de perguntas frequentes**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema disponibiliza informações rápidas as dúvidas mais comuns em relação a aplicação.

#### **[RF019] Sair do Caronaê**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

O sistema deverá permitir que possam deslogar do aplicativo.

#### **[RF020] Concordar com os termos de uso**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**Atores:** Motoristas e passageiros

Os usuários devem concordar com o termo de uso do aplicativo antes de utilizá-los.

## 4.2.2 Requisitos Não Funcionais

**[NF001] O sistema mobile foi desenvolvido na plataforma Android sendo compatível a versão 4.0 ou superior.**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**[NF002] O sistema deve estar sempre disponível aos seus usuários, independente de horário ou dia da semana.**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**[NF003] O aplicativo deve ser implementado na linguagem Java**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**[NF004] O sistema deverá se comunicar com o banco de dados PostgreSQL**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

**[NF005] O sistema utiliza a cloud Heroku para o backend do aplicativo.**

**Prioridade:**  Essencial  Importante  Desejável

## 4.3 Etapas do Desenvolvimento

Nesta seção iremos falar sobre as etapas que foram realizadas no desenvolvimento da aplicação do Caronaê Unifap, das mudanças e ajustes.

### 4.3.1 Tecnologias Utilizadas

#### Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida pela Sun Microsystems em 1990 e agora de propriedade da Oracle. Java é uma linguagem multiplataforma que pode ser utilizada tanto em navegadores quanto em dispositivos para smartphones, Windows, Linux e outros periféricos, pois o código Java não é compilado em uma linguagem de máquina, mas em uma linguagem intermediária chamada bytecode, que é interpretada e executado pela Java Virtual Machine (JVM).

#### Android Studio

O Android Studio é chamado de Ambiente de Desenvolvimento Integrado (ou IDE), um programa de computador que combina os recursos e ferramentas de suporte para a criação de aplicativos móveis para Android. Hoje suporta duas linguagens de programação, Java e, mais recentemente, Kotlin, ambas destinadas ao desenvolvimento de aplicativos Android.

### **Laravel**

Gratuito, de código aberto, com suporte para recursos avançados e fácil construção de código, simples e legível usando o padrão MVC: essas são as principais vantagens do Laravel que o tornam o framework preferido de muitos desenvolvedores. O Laravel se tornou o framework mais utilizado para desenvolvedores PHP que trabalham com esta ferramenta utilizando o padrão de desenvolvimento.

### **MVC**

É um padrão de projeto de software que significa Model, View e Controller, fácil e eficiente, este padrão tem como pontos positivos trabalhar com reuso de código e dividir em 3 camadas a estrutura do projeto, o deixando a solução fácil e eficiente

**Model:** É a camada responsável pelas regras de negócio da aplicação. É onde estão localizadas as informações necessárias que toda a solução precisa para funcionar, como consultas de banco de dados, validações, notificações e outras coisas que são consultadas em algum ponto da aplicação.

**View:** É aqui que todas essas informações e ações são exibidas ao usuário. Este nível é responsável pela interação entre homem e máquina.

**Controller:** No meio das duas aplicações, o controlador é a parte do código que gerencia o tempo para chamar cada função, cada ação que precisa ser executada. O controlador recebe instruções da View, as encaminha para o modelo e as retorna quando necessário.

### **Heroku**

Heroku é uma plataforma como serviço (PaaS) que facilita a implantação de aplicativos de back-end, testes em produção ou hospedagem de sites ou APIs. O Heroku é muito utilizado e possui integrações com o GitHub que facilitam ainda mais a vida de seus usuários. Suas atualizações de código são replicadas automaticamente para o aplicativo quando o repositório no GitHub é alterado. Além disso, o Heroku suporta várias ferramentas PostgreSQL e soluções de back-end como NodeJS, Laravel.

### **Firebase**

O Firebase é uma plataforma digital desenvolvida pelo Google para facilitar o desenvolvimento de aplicativos web ou mobile de forma eficaz, rápida e fácil. As principais funcionalidades são Firebase Authentication, que é responsável por toda au-

tentação de aplicativos, Cloud Messaging, que é responsável por todas as notificações de aplicativos e pode notificar várias plataformas, e Realtime Messaging, que é usado para mensagens instantâneas.

## PostgreSQL

PostgreSQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) objeto relacional que utiliza a linguagem SQL, é código aberto e amplamente utilizado em todo o mundo. Por ser seguro, robusto, poderoso e multitarefa, o PostgreSQL é recomendado para projetos que exigem alta disponibilidade, persistência com grandes quantidades de dados e uma ferramenta de fácil aprendizado.

### 4.3.2 Atualização dos pacotes

Originalmente, os pacotes da versão Caronaê disponível foram atualizados. Desde a versão 28.0.0 da API do Android 9 (Pie), o pacote Support Library não é mais compatível com o sistema, portanto, todos os projetos anteriores devem migrar a Support Library para o novo pacote chamado AndroidX. Muitas telas, portanto, tiveram que ser adaptadas para funcionar nesta nova versão. Novos aplicativos só podem usar o AndroidX e não são mais compatíveis com a biblioteca antiga.

Figura 17 – Migração do Support Library pro AndroidX

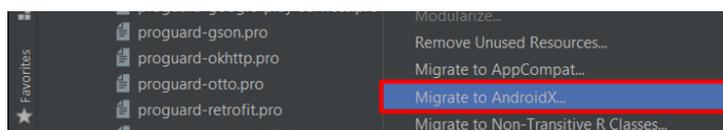
```
81 - implementation 'com.android.support:animated-vector-drawable:28.0.0'
82 - implementation 'com.android.support:customtabs:28.0.0'
83 - implementation 'com.android.support:design:28.0.0'
84 - implementation 'com.android.support:appcompat-v7:28.0.0'
85 - implementation 'com.android.support:cardview-v7:28.0.0'
86 - implementation 'com.android.support:recyclerview-v7:28.0.0'
87 - implementation 'com.android.support:support-v4:28.0.0'
88 - implementation 'com.android.support:support-v13:28.0.0'
89 + implementation 'com.android.support:design:28.0.0'
90 - implementation 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.1.3'
99 + implementation 'androidx.vectordrawable:vectordrawable-animaded:1.0.0'
100 + implementation 'androidx.browser:browser:1.0.0'
101 + implementation 'com.google.android.material:material:1.0.0'
102 + implementation 'androidx.appcompat:appcompat:1.3.1'
103 + implementation 'androidx.cardview:cardview:1.0.0'
104 + implementation 'androidx.recyclerview:recyclerview:1.0.0'
105 + implementation 'androidx.legacy:legacy-support-v4:1.0.0'
106 + implementation 'androidx.legacy:legacy-support-v13:1.0.0'
107 + implementation 'com.google.android.material:material:1.0.0'
108 + implementation 'androidx.constraintlayout:constraintlayout:1.1.3'
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do Android Studio 3.2.1 as IDEs já contam com um atalho de conversão para os aplicativos legados:

Refactor -> Migrate to AndroidX

Figura 18 – Atalho da migração do Support Library pro AndroidX na IDE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outras atualizações necessárias foram as de dependência externas, como as de máscaras e do Firebase.

Figura 19 – Atualização da versão do Firebase

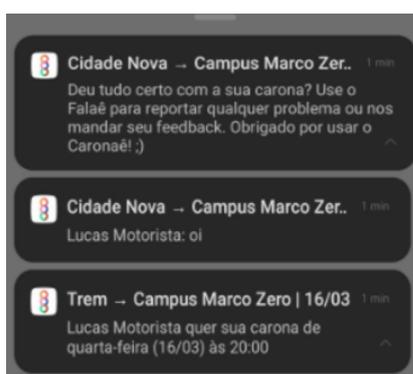
```
65 67 dependencies {
66 68     implementation fileTree(include: ['*.jar'], dir: 'libs')
67 - implementation 'com.jakewharton:butterknife:8.8.1'
68 - annotationProcessor 'com.jakewharton:butterknife-compiler:8.8.1'
69 - implementation 'com.google.android.gms:play-services-gcm:16.0.0'
70 - implementation 'com.google.firebase:firebase-messaging:17.3.4'
71 - implementation 'com.google.firebase:firebase-core:16.0.6'
69 + implementation 'com.jakewharton:butterknife:10.0.0'
70 + annotationProcessor 'com.jakewharton:butterknife-compiler:10.0.0'
71 + //implementation 'com.google.android.gms:play-services-gcm:17.0.0'
72 +
73 +
74 + //firebase
75 + implementation 'com.google.firebase:firebase-messaging:22.0.0'
76 + implementation 'com.google.firebase:firebase-core:19.0.2'
77 + implementation 'com.google.firebase:firebase-analytics'
78 + // Import the BoM for the Firebase platform
79 + implementation platform('com.google.firebase:firebase-bom:28.4.1')
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A atualização do Firebase fez referência à nova versão da funcionalidade de mensagens do Firebase, que é utilizada na rotina de chat do aplicativo e permite o armazenamento de mensagens no serviço e troca de informações em tempo real.

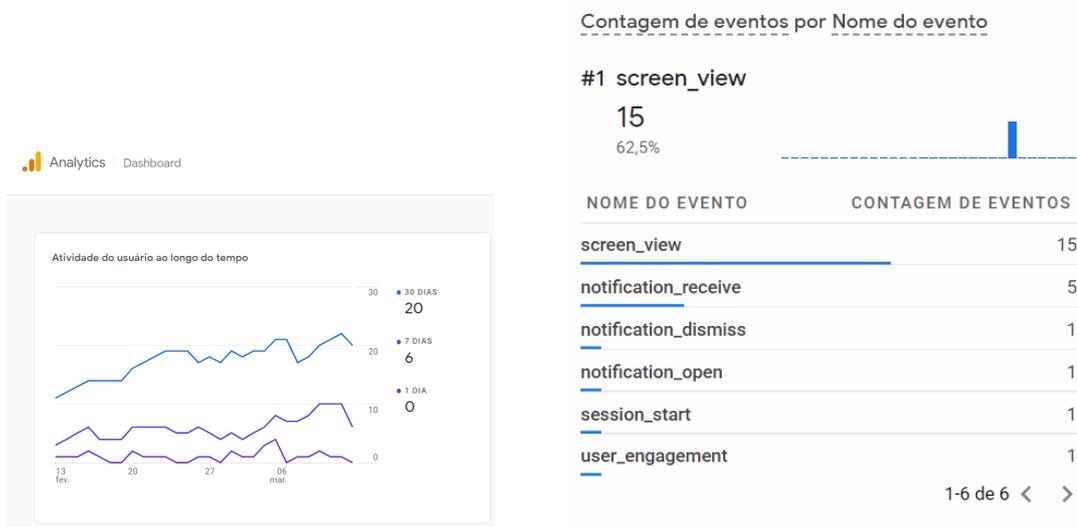
A dependência também permite o uso de notificações de mensagens enviadas no chat e notificações sobre solicitação de carona para o motorista, aceitação da carona para o passageiro e término de carona.

Figura 20 – Dashboard Analytics do Firebase



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Firebase-analytics também foi integrado, para que possamos ver um gráfico na solução em nuvem com o número de pessoas que acessaram o aplicativo, bem como as rotinas e o tempo de uso, entre outros recursos.



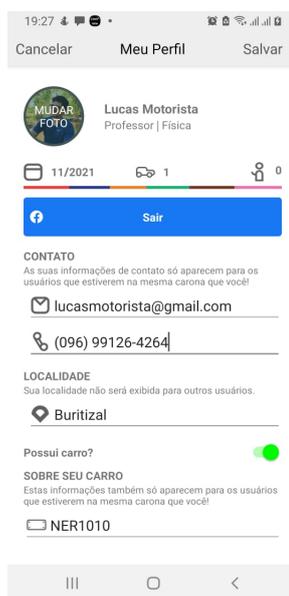
(a) Atividade do usuário ao longo do tempo

(b) Contagem dos eventos por Nome do Evento

Figura 21 – Dashboard Analytics do Firebase

Você também pode usar sua foto de perfil do Facebook no aplicativo. Durante a manutenção do aplicativo, tivemos que atualizar as bibliotecas utilizadas para fazê-los funcionar com novas versões do Android.

Figura 22 – Tela de perfil com a foto do Facebook

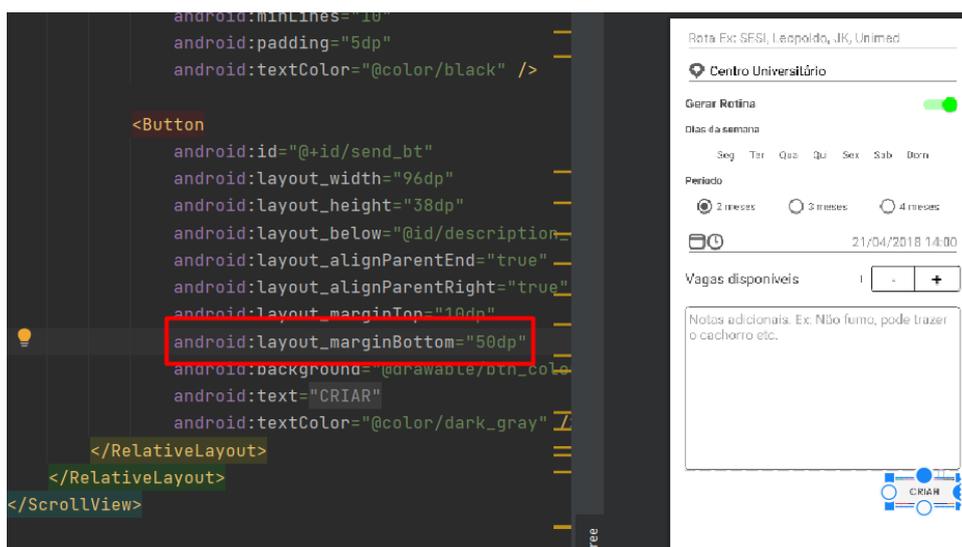


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.3.3 Correções

Durante a fase de manutenção do código Caronaê Unifap, encontramos alguns problemas relacionados ao layout do aplicativo. Uma delas tem a ver com o botão para criar caronas, que não cabia na tela da maioria dos celulares Android. Portanto, a distância entre a parte inferior da tela foi aumentada para 50dp (pixels independentes de densidade).

Figura 23 – Botão de criação de carona



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na rotina das minhas viagens ativas, ao checar as informações do motorista, o aplicativo informava a placa do veículo errada, se o caroneiro tinha um veículo registrado na plataforma, o aplicativo informava a placa do veículo do caroneiro e não do motorista, essa inconsistência de informações foi também corrigida.

### 4.3.4 Deploy do aplicativo

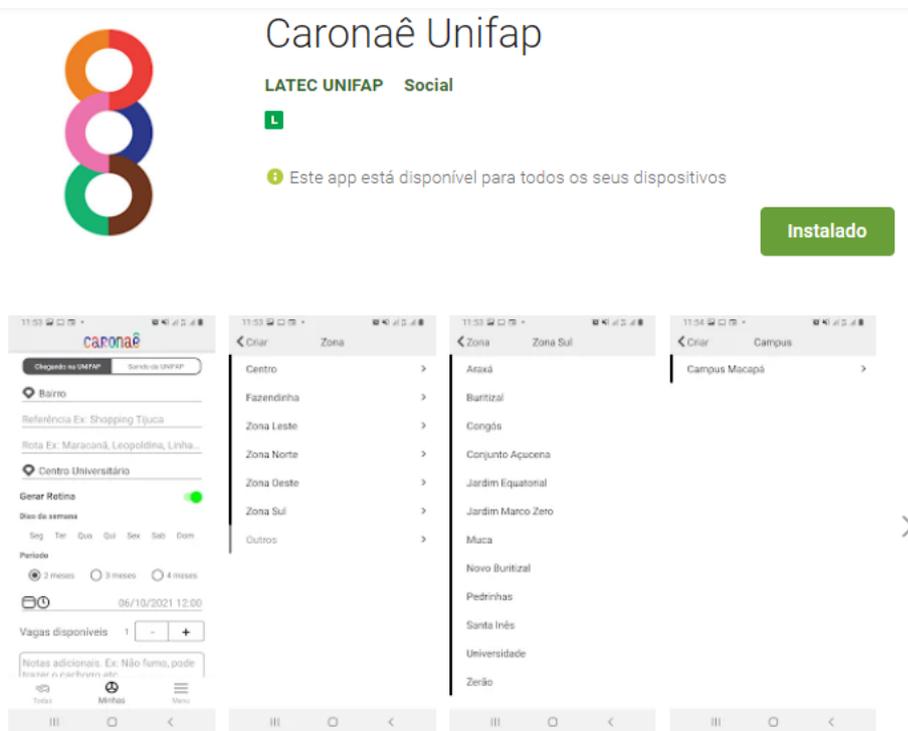
Ao implantar o aplicativo, usamos a ferramenta de desenvolvimento Android Studio para criar o arquivo de depuração .aab que substitui o antigo pacote .apk. Atualmente, só é possível usar a extensão .aab para publicação no Google Play. O aplicativo foi depurado no Android API 30 e está disponível para todos os dispositivos.

Para isso, criamos uma chave de assinatura para a solução no Android Studio e usamos a conta de desenvolvedor do Google do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação da Unifap.

Foi necessário criar o cadastro, especificando a categoria do aplicativo e todos os

gráficos para apresentação na Google Play Store<sup>1</sup>, por exemplo, screenshots e o ícone que será exibido ao instalar a solução.

Figura 24 – Aplicativo na loja de apps do Android

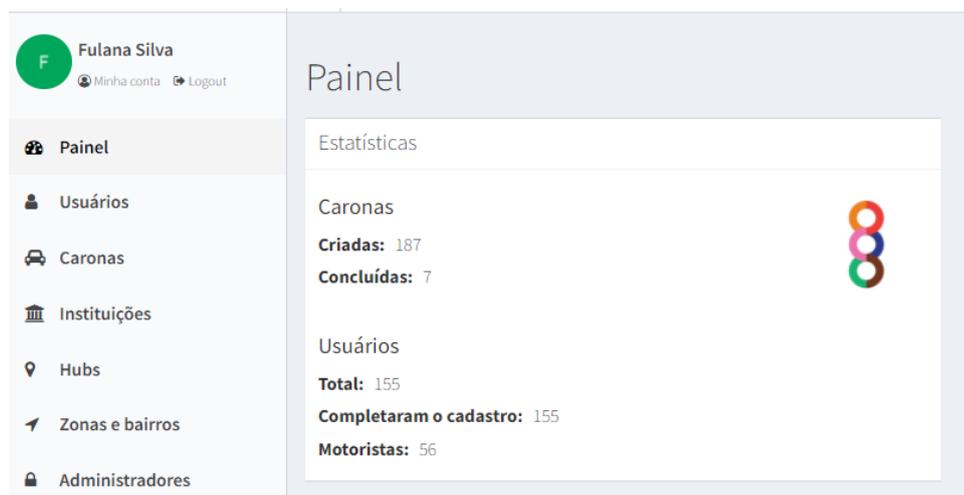


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que a solução funcionasse, tivemos também que realizar o deploy da área administrativa que gerencia a aplicação com o painel de gerenciamento da solução, onde você encontra informações sobre todos os usuários, número de viagens, criação de zonas como bairros e bairros, e as instituições.

<sup>1</sup> Baixe em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unifap.caronaeunifap>

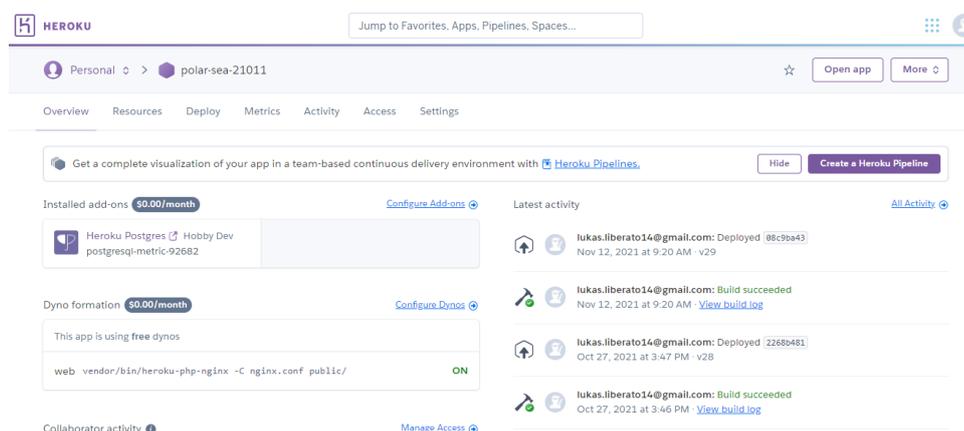
Figura 25 – Área Administrativa do Caronaê Unifap



Fonte: Elaborado pelo autor.

A solução foi hospedada em uma plataforma em nuvem com suporte a várias linguagens de programação, incluindo PHP, **Heroku**. Usamos a opção de integração com o GitHub <sup>2</sup>, onde poderíamos simplificar o processo de implantação a cada nova atualização enviada para a ferramenta de controle de versão. Nele, configuramos o banco de dados Postgresql para gerenciar os dados utilizados.

Figura 26 – Tela de Overview do Heroku



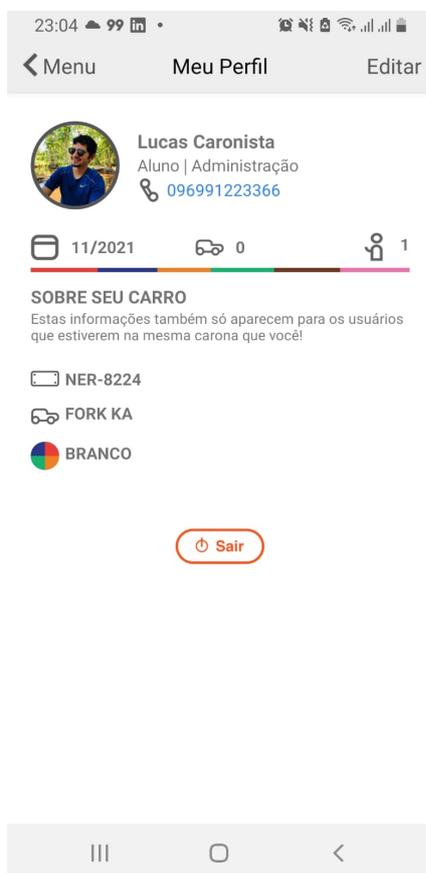
Fonte: Elaborado pelo autor.

A integração com o SIGAA não ocorreu porque atualmente não existe um web-service que possa autenticar o acesso do usuário ao banco de dados do sistema administrativo da universidade. Precisaríamos consumir os dados e validar o login e a senha de cada universitário para dar o próximo passo, que é confirmar as credenciais e fazer login no aplicativo.

<sup>2</sup> Github:

Dessa forma, também podemos trazer informações para completar o cadastro de cada usuário no perfil do aplicativo, como nome e curso, conforme mostra a figura abaixo:

Figura 27 – Tela de Perfil do Caronaê Unifap



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tecnologia que possibilita essa validação é o protocolo de autenticação OAuth2, que foi utilizado para autenticação entre a aplicação e a API Caronaê. Esse protocolo permite que os aplicativos obtenham acesso limitado a contas de usuários em serviços HTTP.

OAuth2<sup>3</sup> descreve quatro papéis envolvidos na comunicação com o protocolo, a saber:

**Resource Owner:** É a pessoa (entidade) que concede o acesso aos seus dados. Literalmente o proprietário do recurso. É assim que o OAuth 2.0 classifica o usuário.

**Resource Server:** Esta é a API. É publicado na Internet e contém os dados do usuário. Um token emitido pelo servidor de autorização é necessário para acessar o conteúdo.

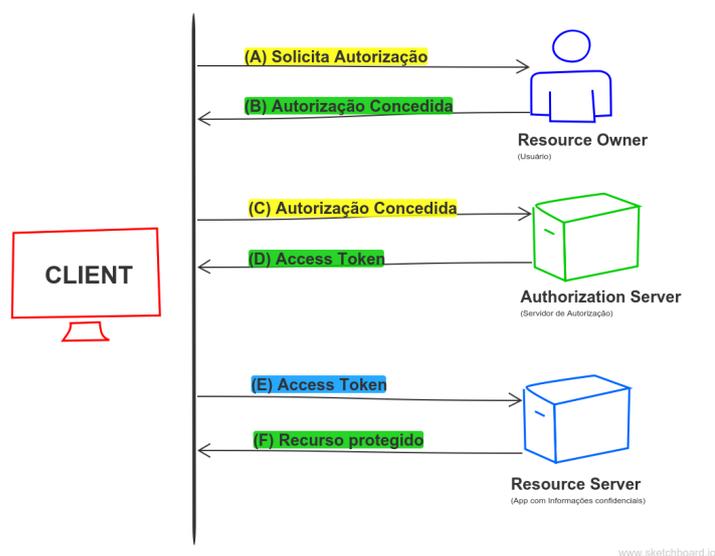
<sup>3</sup> <https://www.gov.br/ans/pt-br/centrais-de-conteudo/manuais-do-portal-operadoras/area-do-desenvolvedor/oauth-2.0>

**Authorization Server:** Responsável por autenticação e emitir tokens de acesso (Access Token). Ele contém informações dos Resource Owner (Usuários) e expõe no formato de Claims por meio do Bearer Token. Autentica e interage com o usuário após identificar e autorizar o Client.

**Client:** É a aplicação que interage com o Resource Owner.

A imagem a seguir ilustra a comunicação dos papéis no OAuth2:

Figura 28 – Fluxo de autenticação OAuth2.



Fonte: <https://www.brunobrito.net.br/oauth2/>

## 4.4 Testes da aplicação

Como o aplicativo está disponível na Google Play Store, você pode acessá-lo clicando no link: application address no Google Play e a área de administração hospedada no Heroku Cloud Services, disponível em: <https://polar-sea-21011.herokuapp.com/admin/login>

Primeiro, executamos os testes em diferentes modelos de dispositivos e testamos a funcionalidade, a conectividade da API com o aplicativo. Foram testadas diferentes rotinas do aplicativo, chat, criação de viagem, solicitação de viagem, aceitação de viagem, filtro e busca. O aplicativo foi baixado em diferentes telefones Android e em diferentes versões.

Após a realização dos testes no aplicativo, iniciamos os testes com os participantes da pesquisa inicial deste trabalho, onde enviamos e-mails convidando todos a participarem dos testes da solução. Os interessados receberam um código e senha para acessar a ferramenta por login manual.

Figura 29 – Tela de Login



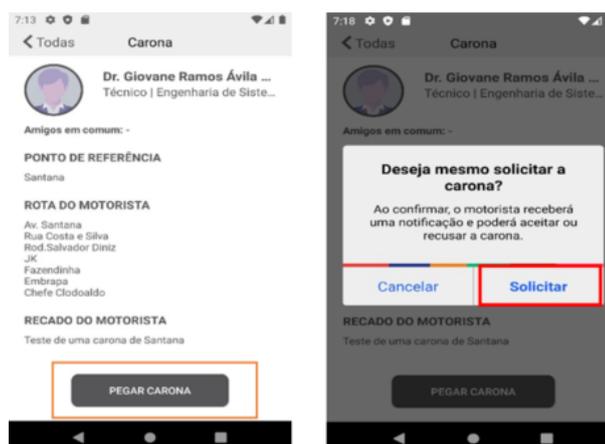
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os testes realizados pelos pesquisadores voluntários foram nas rotinas de aplicação. Eles foram instruídos no funcionamento de cada tela do aplicativo e realizaram os seguintes testes:

### PRIMEIRO TESTE: Solicitação de Carona

Selecione alguma corrida criada pelo usuário LUCAS FIGUEIREDO e clique no botão "PEGAR CARONA", após, clique em "SOLICITAR"

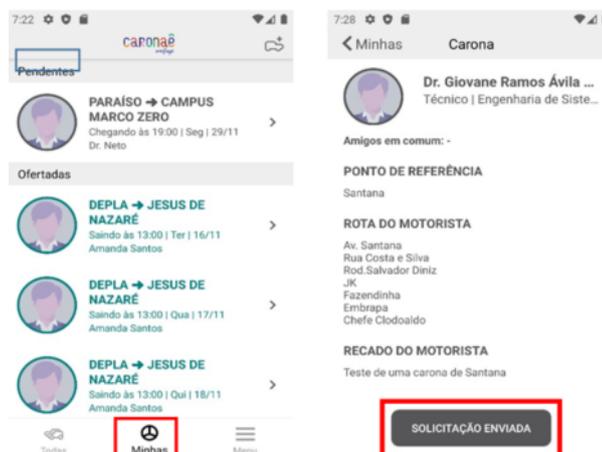
Figura 30 – Solicitação de carona



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sua carona irá aparecer como "Pendentes" na tela "Minhas". Opção que fica na parte de baixo da sua tela. Ela está aguardando o aceite do caronista.

Figura 31 – Tela de Minhas Corridas



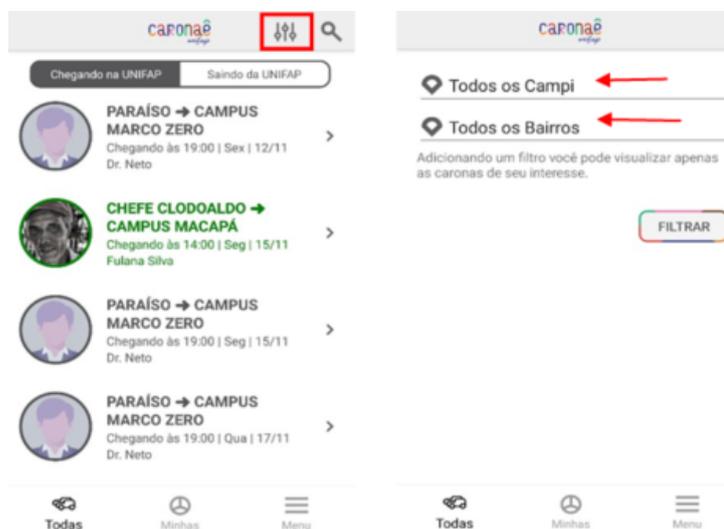
Fonte: Elaborado pelo autor.

### SEGUNDO TESTE: Filtrar carona e Buscar Carona

Na tela inicial, na parte superior da sua tela, temos 2 ícones para filtros.

#### FILTRAR CARONA

Figura 32 – Filtrar e buscar caronas

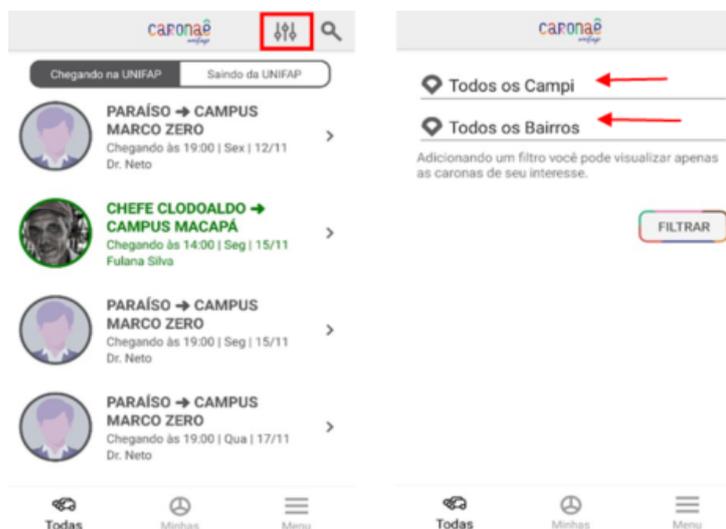


Fonte: Elaborado pelo autor.

O ícone acima é o “FILTRO DE CARONAS”, você preencherá 2 campos, um onde escolherá o campi, como temos apenas 1, você pode deixar “Todos os Campi”, e no campo abaixo você selecionará o bairro. Caso haja caronas criadas para o seu bairro, a carona aparecerá em tela, caso não, aparecerá uma mensagem informando que não há caronas.

Na primeira imagem abaixo, eu estou filtrando caronas de “Todos os Campi” para o bairro “Chefe Clodoaldo”, e na segunda imagem, eu realizo um filtro de caronas do “Todos os Campi” para o bairro “Cidade Nova”. Ao finalizar, desmarque o filtro no “x”.

Figura 33 – Tela de filtros de carona



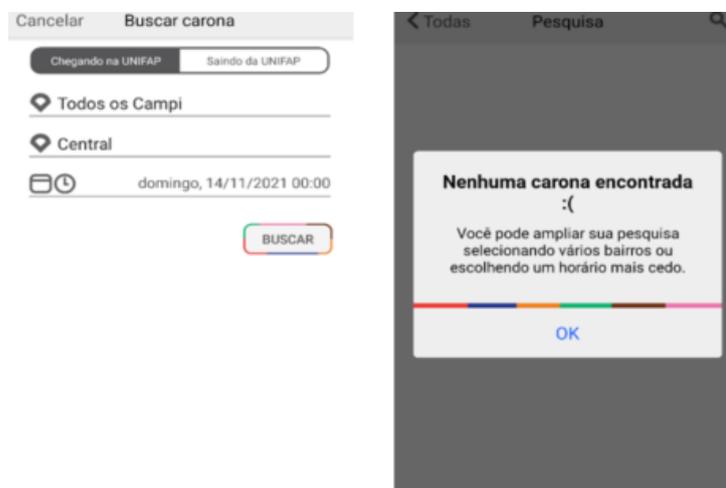
Fonte: Elaborado pelo autor.

## BUSCAR CARONA

A funcionalidade “BUSCAR CARONAS” é mais específica, nela além de você informar o “Campi” e o “bairro”, você também informará uma data e hora.

Caso não haja uma corrida específica para as informações que você preencheu, aparecerá a mensagem que não há corridas, como na imagem abaixo.

Figura 34 – Tela de buscar caronas



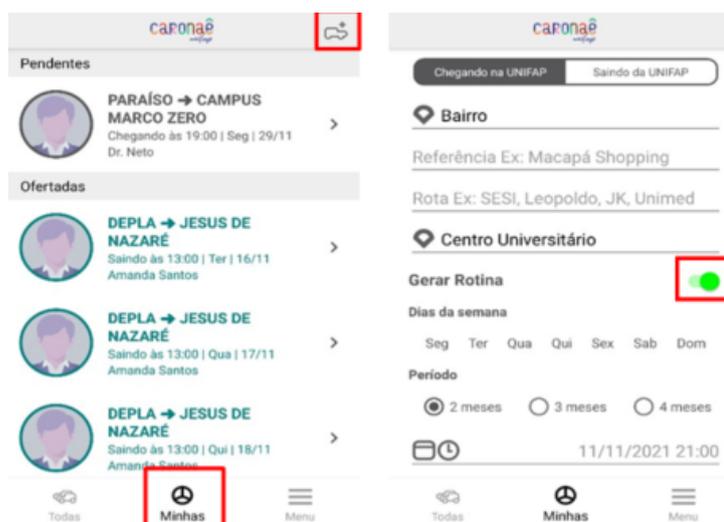
Fonte: Elaborado pelo autor.

### TERCEIRO TESTE: Criação de carona

Na opção "Minhas", clique no ícone que está na parte superior direita da sua tela, como na imagem abaixo.

Você pode optar por criar caronas de chegada na Unifap ou saída da Unifap

Figura 35 – Criação de caronas



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### **Chegada da Unifap:**

**Bairro:** Vários bairros da cidade de Macapá foram cadastrados e caso não tenha o seu, você pode ir em "outros".

**Referência:** Você pode colocar o ponto de referência de sua partida para a Unifap.

**Rota:** Neste campo você vai colocar o caminho que você realiza, podendo colocar pontos de referência conhecidos de sua rota, ou nome de ruas, por exemplo.

**Centro Universitário:** Esse campo informa qual campus você está se destinando. No momento temos apenas o Campus Marco Zero.

**Gerar Rotina:** Caso você frequente a universidade e queira criar a sua rotina de carona, você pode colocar o dia da semana que frequenta e o horário. Podendo também criar as caronas no período de 2, 3 ou 4 meses. Caso não queira, só desmarcar a opção de GERAR ROTINA.

**Vagas disponíveis:** Você inclui quantas vagas estão disponíveis para carona no seu carro.

**Campo de notas:** Espaço para você informar algo para seus caroneiros.

#### **Saindo da Unifap**

Nesta parte são preenchidos os mesmo campos acima, o que difere é o campo "Escolha o hub de encontro". Hub é o nome dado aos pontos de encontro dentro da universidade. Neste primeiro momento foram colocados os nomes dos departamentos de cada curso.

Após criada sua carona, ela aparecerá em "Minhas", na parte de "Ofertadas".

Figura 36 – Caronas ofertadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### QUARTO TESTE: Compartilhar Caronas

Após criada sua carona, vá em "Minhas", abra a sua carona ofertada e compartilhe no botão "Compartilhar Carona".

Figura 37 – Compartilhar caronas

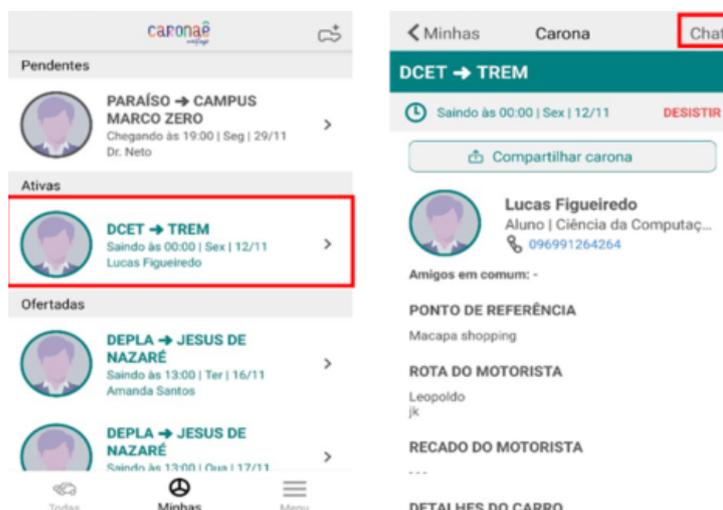


Fonte: Elaborado pelo autor.

### QUINTO TESTE: Chat

Sua solicitação de carona realizada no início foi aceita? Se sim, tente enviar uma mensagem para o caronista. Vá em "Minhas", na parte de "Ativas", clique na carona e em "Chat", fica logo ali na parte superior direita da sua tela.

Figura 38 – Tela de chat



Fonte: Elaborado pelo autor.

### SEXTO TESTE: Cancelar Corridas

Finalmente, vamos cancelar a corrida. Vá em "Minha" novamente, em "Ofertas" é a sua corrida, clique nela, pressione "Cancelar" na parte superior da tela, depois clique em "Desistir".

Figura 39 – Cancelar caronas



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.5 Validação da aplicação

Por fim, criamos um questionário para todos, fazendo perguntas sobre cada característica e deixando um espaço aberto para sugestões. Todos os entrevistados eram estudantes da instituição.

O questionário contém 14 perguntas incluindo o curso, gênero, utilidade do aplicativo, se ofereceria ou aceitaria carona, além de avaliar cada funcionalidade, tudo em uma escala Likert de "1" para muito difícil e "5" para muito fácil. Como pode ser visto na imagem 40:

Figura 40 – Pergunta sobre CRIAR CARONAS no questionário de validação.

Quanto a funcionalidade CRIAR CARONAS, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa? \*

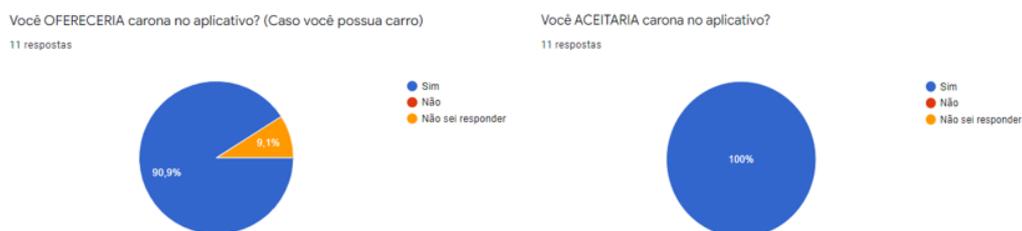
1      2      3      4      5

Muito difícil                                    Muito fácil

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando os participantes foram perguntados se ofereceria carona, 90% dos entrevistados responderam "sim" e, quando perguntados se aceitariam, todos responderam "sim".

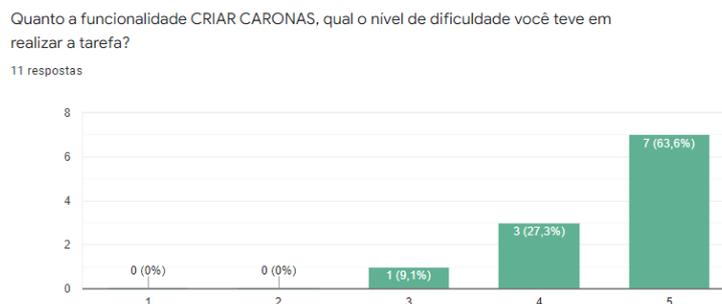
Figura 41 – Oferecer e aceitar caronas



Fonte: Elaborado pelo autor.

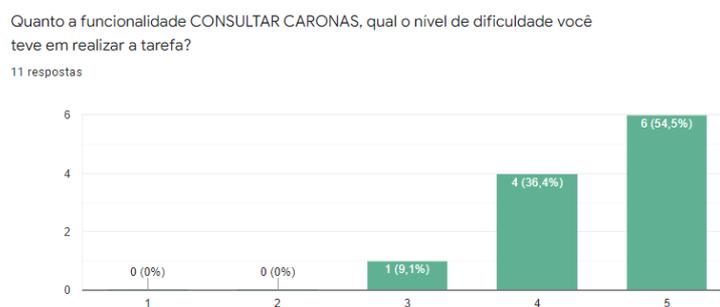
Todas as funcionalidades foram bem avaliadas, iremos apresentar o resultado das 6 principais funcionalidades, aquelas que asseguram o funcionamento da solução. São estas: CRIAR CARONAS, CONSULTAR CARONAS, CHAT, COMPARTILHAR CARONAS, SOLICITAR CARONAS E CANCELAR CARONAS.

Figura 42 – CRIAR CARONAS no questionário de validação.



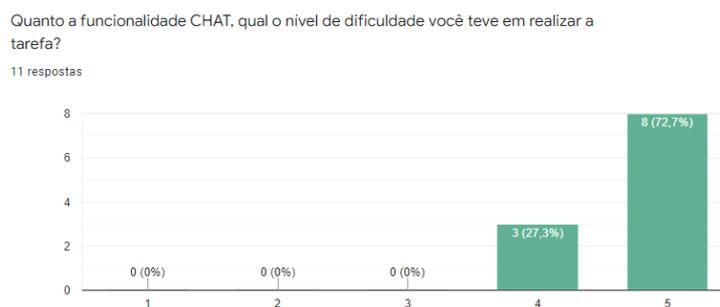
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43 – CONSULTAR CARONAS no questionário de validação.



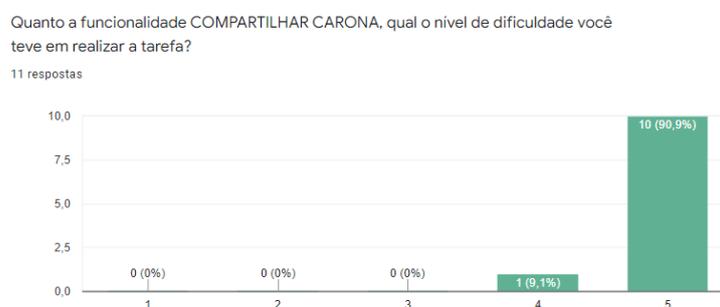
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44 – CHAT DE CARONA no questionário de validação.



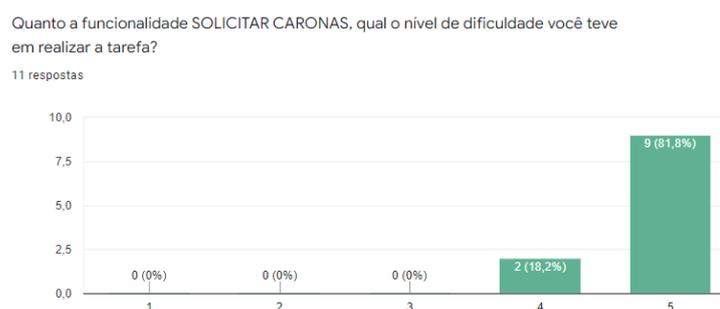
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 45 – COMPARTILHAR CARONA no questionário de validação.



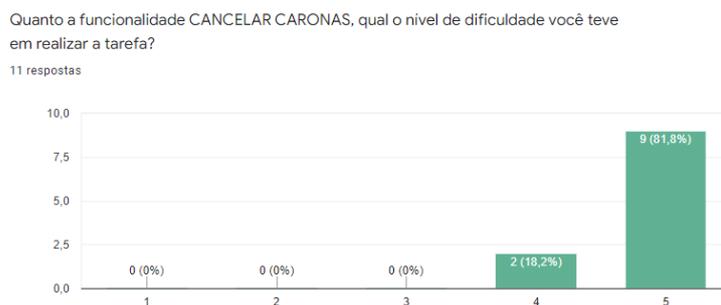
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 46 – SOLICITAR CARONA no questionário de validação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47 – CANCELAR CARONA no questionário de validação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto as críticas e sugestões, tivemos 4:

Figura 48 – Críticas e sugestões.

Críticas ou Sugestões?

4 respostas

Na aba de cancelar caronas poderia haver uma opção de editar para caso fosse inserido um dado errado como hora, não seria necessário apagar toda a rotina.

botão criar caronas pode ser um pouco maior ou mais destacado

Acho que o botão de criar carona deva ser mais chamativo. Como um botão de nova conversa que tem whatsapp no canto inferior direito, ou com uma indicação em texto mesmo ao invés de um ícone. Precisei conferir bem o guia para conseguir encontrar

Acho que os botões que ficam no cabeçalho do app poderiam ser um pouco maiores e de uma cor um pouco diferente, pra melhorar a visualização deles

Fonte: Elaborado pelo autor.

A manutenção referente ao botão para criar caronas foi respondida após a aplicação do questionário, tornando-o maior e dando mais visibilidade. As demais sugestões podem ser consideradas em trabalhos futuros, bem como uma integração com a base de dados do SIGAA. Dessa forma, o login e a senha para acessar as ferramentas seriam os mesmos utilizados para acessar o SIGAA.

#### 4.5.1 Integração da Solução como o aplicativo de Campus Inteligentes da Unifap

Após o desenvolvimento e validação da solução de caronas para Unifap, a solução será integrada ao aplicativo de Campus Inteligente da universidade, como uma solução para Mobilidade.

Figura 49 – Aplicativo Smart Campus.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para isso é necessário utilizar o recurso *deep link* com um link direto implícito. No caso do Caronaê Unifap, o usuário é direcionado do aplicativo Smart Campus diretamente para o conteúdo do Caronaê. A solução Smart Campus ainda está em desenvolvimento, mas requisitos não funcionais como este serão considerados no seu desenvolvimento.

O Caronaê Unifap por ser um aplicativo pesado seria inviável abrir o mesmo dentro do Smart Campus através de um Intent, e para isso o usuário ainda teria que ter o aplicativo do Caronaê instalado em seu dispositivo para haver essa interação, e por não ter uma solução web do mesmo, não teria a possibilidade de abrir por meio de um WebView. As outras soluções voltadas para o Campus Inteligente já serão para abrir dentro do Smart Campus dependendo de sua dimensão.

Funciona assim: um elemento DeepLink <sup>4</sup> é adicionado ao botão com o ícone Carona Solidária no Smart Campus, que redireciona o usuário diretamente para o único aplicativo que responde a URL correspondente. Quando o sistema detecta que você tem as URLs, ele encaminha automaticamente essas intenções de URL para seu aplicativo. Caso o usuário tenha o aplicativo Caronaê Unifap em seu aparelho ele pode abri-lo, caso contrário será redirecionado para a Play Store para baixá-lo.

A figura mostra como a função DeepLink funciona. O exemplo na figura 50 é um redirecionamento explícito, o que significa que todos os aplicativos que podem manipular URL HTTP aparecem como uma opção:

<sup>4</sup> <https://developer.android.com/guide/navigation/navigation-deep-link>



## 5 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo compreender a Mobilidade Inteligente em cidades e campi inteligentes a fim de encontrar uma solução mais prática e que economize tempo para membros da comunidade acadêmica dentre as alternativas de transporte existentes, utilizando a cultura do *carpooling* como fonte para esta solução.

Para entender o objetivo geral da implementação de uma solução de mobilidade existente, foi necessário definir cinco objetivos específicos. O primeiro objetivo foi realizar um levantamento de soluções de Mobilidade Inteligente. Das soluções encontradas, nem todas atendiam às características de uma solução para uma universidade onde era possível limitar o acesso a um grupo específico e onde era possível integrá-lo a uma base de dados restrita.

Em seguida, determinamos o perfil da comunidade acadêmica por meio de um questionário implantado em 2019. A análise nos levou a concluir que há interesse por parte dos respondentes e que seria possível implementar a solução, sendo um ponto importante a possibilidade de futura integração no SIGAA, mas para isso a universidade deve disponibilizar as informações dos alunos por meio de uma API, um CAS (Serviço Central de Autenticação), que o Caronaê Unifap e soluções futuras possam utilizar.

Com essas informações, os aplicativos podem usar o protocolo de autorização (OAuth2) e o formato de token JWT (JSON Web Token) já utilizado entre o app e a API do Caronaê que permite que os aplicativos obtenham acesso limitado a contas de usuários em serviços HTTP informando usuário e senha do SIGAA.

Neste cenário, a API do Caronaê Unifap (Resource Server) se comunicaria com o servidor de autenticação da Unifap (Authentication Server), o CAS, o aplicativo Caronaê Unifap será o Client e o usuário a logar no sistema será o Resource Owner.

Tendo esta solução disponível, será possível integrar o Caronaê Unifap e demais soluções que virão com as informações do SIGAA de professores(as), alunos(as) e técnicos(as) da universidade, além de dar um passo importante para transparência dos dados. Podendo futuramente ter soluções de governança inteligente, deixando as informações ao alcance de todos.

Após identificar o perfil e as necessidades da comunidade, definir os requisitos e buscar soluções existentes e formas de aproveitá-las, encontramos o Caronaê, que nos ofereceu flexibilidade da licença GPL3.0 para modificar o código-fonte, customizar a solução e testá-la conforme a necessidade. Então fizemos o necessário para apresentar algo que funcionasse para alguns dos primeiros participantes da pesquisa e disponibilizamos o aplicativo no Google Play para usuários do Android.

Para completar esta fase do projeto, criamos um questionário para avaliar as funcionalidades e os orientamos a realizar os testes necessários, o que nos levou a concluir que as rotinas funcionam corretamente e são aceitas por eles. Ao final, fazemos uma pergunta para entender o que precisa ser melhorado do ponto de vista dos usuários e quais são os próximos passos.

Isso confirmou a hipótese do trabalho de que uma solução de Mobilidade Inteligente poderia ser uma alternativa especialmente para estudantes universitários, pois recebeu uma boa avaliação tanto na primeira pesquisa, onde os respondentes demonstraram interesse pela solução, quanto na segunda pesquisa, onde as avaliações da própria solução foram bem avaliadas. Há detalhes que precisam ser melhorados, mas se fosse implementado hoje, apenas alguns detalhes precisariam ser ajustados.

Assim, o aplicativo atenderia os alunos e ofereceria uma alternativa ao transporte que alguns alunos têm que usar para ir ou voltar da universidade, principalmente à noite por questões de segurança. Sem falar nos pontos, conforto e consumo de tempo, que foram apontados por muitos entrevistados como insatisfação com o meio de transporte utilizado.

Hoje não há um endpoint para desenvolver soluções para a universidade, uma API que forneça com segurança os dados dos membros da comunidade acadêmica, mas que possa ser concebida e planejada para o futuro em colaboração com a universidade.

A integração entre os serviços da API do Caronaê Unifap com o SIGAA e a integração entre o Caronaê Unifap com o aplicativo do Smart Campus, ainda em desenvolvimento, além dos testes das integrações, ajustes nas rotinas, a documentação técnica do toda a aplicação, implementação das sugestões do questionário e o acréscimo de um mapa para acompanhar o posicionamento do motorista e do passageiro em tempo real, serão abordados em trabalhos futuros.

## Referências

- ALGHAMDI, A.; SHETTY, S. Survey toward a smart campus using the internet of things. In: . [S.l.: s.n.], 2016. p. 235–239.
- BALLÚS-ARMET, I.; SHAHEEN, S.; CLONTS, K.; WEINZIMMER, D. Peer-to-peer carsharing: Exploring public perception and market characteristics in the san francisco bay area, california. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2416, p. 27–36, 12 2014.
- BRASIL. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm)>.
- CARVALHO, C. H. R. Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões. **Brasília: Ipea**, p. 2194, 2016.
- CHOURABI, H.; NAM, T.; WALKER, S.; GIL-GARCIA, J. R.; MELLOULI, S.; NAHON, K.; PARDO, T.; SCHOLL, H. Understanding smart cities: An integrative framework. **45th Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 2289–2297, 01 2012.
- DAMERI, R. Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. **International Journal of Computers Technology**, v. 11, p. 2544, 10 2013.
- GARAY, J. R.; VIZCARRA, I. G.; MARCELLOS, L.; MARTUCCI, M.; KOFUJI, S. Campus inteligente: uma proposta de segurança smart campus: a security proposal. v. 3, p. 1 – 11, 02 2018.
- GIFFINGER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; KALASEK, R.; MILANOVIĆ, N.; MEIJERS, E. **Smart cities - Ranking of European medium-sized cities**. [S.l.: s.n.], 2007. 12 p.
- ISO Central Secretary. **ISO 37122 Sustainable development in communities — Indicators for Smart Cities**. [S.l.], 2020. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:dis:ed-1:v1:en={e}.>>
- JITTRAPIROM, P.; CAIATI, V.; FENERI, A. M.; EBRAHIMIGHAREHBAGHI, S.; GONZALEZ, M. A.; NARAYAN, J. Mobility as a service: A critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. **Urban Planning**, v. 2, 06 2017.
- JOAO, B.; SOUZA, C.; SERRALVO, F. Revisão sistemática de cidades inteligentes e internet das coisas como tópico de pesquisa. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 17, p. 1115–1130, 10 2019.
- KAMARGIANNI, M.; MATYAS, M. The business ecosystem of mobility-as-a-service. In: . [S.l.: s.n.], 2017.
- KON, F.; SANTANA, E. F. Z. Cidades inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2016. p. 48. ISBN 978-85-7669-326-0.
- KON, F.; SANTANA, E. F. Z. Computação aplicada a cidades inteligentes: Como dados, serviços e aplicações podem melhorar a qualidade de vida nas cidades. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2017. p. 46. ISBN 978-85-7669-374-1.

KRISTININGRUM, E.; KUSUMO, H. Indicators of smart city using sni iso 37122:2019. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 1096, p. 012013, 03 2021.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S.; BENCKE, F.; MACHADO, H. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 01 2019.

LIU, Y.; SHAO, L.-S. Construction of smart campus based on situational awareness in the era of big data. In: . [S.l.: s.n.], 2016. p. 236.

MICHAELIS. **Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus**. 2020. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/mobilidade/>>.

MULLEY, C.; NELSON, J. D.; WRIGHT, S. Community transport meets mobility as a service: On the road to a new a flexible future. **Research in Transportation Economics**, v. 69, n. C, p. 583–591, 2018. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/eee/retrec/v69y2018icp583-591.html>>.

NAM, T.; PARDO, T. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: . [S.l.: s.n.], 2011. p. 282–291.

NAREN.J; SOWMYA, S.; DEEPIKA, P. Layers of cloud – iaas, paas and saas: A survey. **International Journal of Computer Science and Information Technology**, Vol. 5 (3), p. 4477 – 4480, 06 2014.

NEIROTTI, P.; MARCO, A. D.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25–36, 06 2014.

OLIVEIRA, P.; SANTOS, R.; ZAMPA, L.; FIGUEIREDO, L. Aspectos tecnológicos e estruturais para a construção de cidades inteligentes. In: . [S.l.: s.n.], 2021.

OPITEK, A. D. Smart city concept – the citizens’ perspective. In: . [S.l.: s.n.], 2014. ISBN 978-3-662-45316-2.

PEARLSON, K. E.; SAUNDERS, C. S. **Strategic management of information systems: international student version**. 4ª edição. ed. [S.l.]: Wiley Hoboken, NJ, 2009. 74-75 p.

QUINTAS, T. G. Transporte público coletivo em macapá de 2002 à 2016: Os ônibus como um direito social de transporte em macapá - ap. In: **VII Semana de Arquitetura e Urbanismo**. [S.l.]: Universidade Federal do Amapá, 2018.

REIS, M. Freitas dos; ANDRADE, P.; SANTOS, M.; LIMA, A.; PAIXÃO, A. Smart cities: como o conceito de cidades inteligentes pode melhorar a mobilidade urbana na cidade do rio de janeiro. In: . [S.l.: s.n.], 2019.

SANTOS, L. B.; NUNES, E.; SANTANA, E. D. The use of iso 37122 as standard for assessing the maturity level of a smart city. 12 2018.

SOUSA, F.; MOREIRA, L.; MACHADO, J. Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios. 06 2022.

- TEIXEIRA, L.; PARAIZO, R. Digital platforms for urban mobility. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 957–964.
- TOSTES, J.; SOUZA, A.; FERREIRA, J. O desenvolvimento local integrado entre as cidades de macapÁ e santana (estado do amapÁ, brasil). **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, v. 8, 06 2016.
- WASHBURN, D.; SINDHU, U.; BALAOURAS, S.; DINES, R.; HAYES, N.; NELSON, L. Helping cities understand “smart city” initiatives: defining the smart city, its drivers, and the role of the city. forrester research. **Inc., Cambridge**, 2010.
- WEISS, M.; BERNARDES, R.; CONSONI, F. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de porto alegre. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, 09 2015.
- YIN, C.; XIONG, Z.; CHEN, H.; WANG, J.; COOPER, D.; DAVID, B. A literature survey on smart cities. **Science China Information Sciences**, v. 58, 08 2015.
- ZHANG, K.; NI, J.; YANG, K.; LIANG, X.; REN, J.; SHEN, X. Security and privacy in smart city applications: Challenges and solutions. **IEEE Communications Magazine**, v. 55, p. 122–129, 01 2017.

## 6 Apêndices

### 6.1 I - Pesquisa de Adesão

01. Qual sua relação com a UNIFAP:

- Aluno(a)
- Professor(a)
- Técnico(a)
- Outros

02. Gênero:

- Homem
- Mulher
- Não-binário

03. Faixa Etária:

- Menos de 18 anos
- 18 a 21 anos
- 21 a 25 anos
- 25 a 30 anos
- 35 a 40 anos
- Mais de 40 anos

04. Qual período que mais frequenta a UNIFAP:

- Matutino
- Vespertino
- Noturno

05. Qual período que mais frequenta a UNIFAP:

- Matutino
- Vespertino
- Noturno

06. Com quem frequência vai à UNIFAP:

- 1 dia por semana
- 2 dias por semana
- 3 dias por semana
- 4 dias por semana
- 5 ou mais dias por semana

07. Com quem frequência você usa Smartphone:

- Menos de 10 minutos por dia
- De 10 a 60 minutos por dia
- De 1 a 2 horas por dia
- De 2 a 3 horas por dia
- De 3 a 4 horas por dia
- De 5 a 6 horas por dia
- Mais de 6 horas por dia
- Não tenho Smartphone

08. Você utiliza algum dos aplicativos listados abaixo:

- Uber
- 99Taxis
- Airbnb
- Moovit

- Waze
- Yet Go
- Não utilizo nenhum dos aplicativos listados

09. Como você geralmente CHEGA na Unifap:

- Ônibus
- Moto (própria)
- Moto (carona)
- Carro (próprio)
- Carro (carona)
- Carro (alugado)
- Via veículos prestadores de serviço SEM uso de aplicativos (Táxi, mototáxi, etc.)
- Via veículos prestadores de serviço COM uso de aplicativos (Uber, 99Taxis, etc.)
- Bicicleta
- A pé
- Outros

10. Como você geralmente SAI da Unifap:

- Ônibus
- Moto (própria)
- Moto (carona)
- Carro (próprio)
- Carro (carona)
- Carro (alugado)
- Via veículos prestadores de serviço SEM uso de aplicativos (Táxi, mototáxi, etc.)
- Via veículos prestadores de serviço COM uso de aplicativos (Uber, 99Taxis, etc.)
- Bicicleta

- A pé
- Outros

11. Você se sente satisfeito com o transporte que utiliza?:

- Sim
- Não
- Não sei opinar

:

12. Qual(is) os motivos já fez(fizeram) você deixar de ir à Universidade:

- Por falta de dinheiro
- Por problemas com chuva
- Por problemas com o transporte público
- Deslocamento difícil entre casa e Universidade;
- Outros

13. Quais os principais problemas enfrentados com o transporte que utiliza:

- Segurança
- Custo
- Tempo gasto
- Conforto
- Outros

14. Você já pegou ou ofereceu carona tendo a UNIFAP como ponto de partida ou chegada:

- Sim
- Não
- Não lembro

15. Você já pegou ou ofereceu carona tendo a UNIFAP como ponto de partida ou chegada:

- Sim
- Não
- Não lembro

16. Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona:

- Segurança
- Custo
- Tempo gasto
- Conforto
- Outros

17. Você participa de algum grupo de carona:

- Sim
- Não

18. Qual o principal motivo para NÃO pegar ou oferecer carona:

- Segurança
- Custo
- Tempo gasto
- Conforto
- Outros

19. O que você acha de um aplicativo de caronas para a comunidade acadêmica da UNIFAP:

- Ótimo
- Bom

Indiferente

Ruim

Pessímo

20. Você acha que faria diferença se este aplicativo fosse estritamente para a comunidade acadêmica da UNIFAP:

Sim

Não

Talvez

Não sei

21. De quem você aceitaria carona:

Professor

Professora

Aluno

Aluna

Técnico

Técnica

22. Qual o grau de proximidade de quem você aceitaria carona:

Mesma sala

Mesmo curso

Mesmo bloco

Blocos próximos

Amigo de outro curso

## 6.2 II - Avaliação das Funcionalidades

01. Qual sua relação com a UNIFAP:

- Aluno(a)
- Professor(a)
- Técnico(a)

02. Gênero:

- Homem
- Mulher
- Não-binário

03. Faixa Etária:

- Menos de 18 anos
- 18 a 21 anos
- 21 a 25 anos
- 25 a 30 anos
- 30 a 35 anos
- 35 a 40 anos
- Mais de 40 anos

04. Qual é o seu curso?

05. Qual a sua opinião quanto a UTILIDADE do aplicativo Caronaê-Unifap de 1 para "Pouco Útil" e 5 'Muito Útil':

- 1
- 2
- 3
- 4

5

06. Você OFERECERIA carona no aplicativo? (Caso você possua carro):

Sim

Não

Não sei responder

07. Você ACEITARIA carona no aplicativo:

Sim

Não

Não sei responder

08. Quanto a funcionalidade CRIAR CARONAS, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa de 1 para "Muito difícil" e 5 "Muito fácil":

1

2

3

4

5

09. Quanto a funcionalidade CONSULTAR CARONAS, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa de 1 para "Muito difícil" e 5 "Muito fácil":

1

2

3

4

5

10. Quanto a funcionalidade CHAT, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa de 1 para "Muito difícil" e 5 "Muito fácil":

1 2 3 4 5

11. Quanto a funcionalidade COMPARTILHAR CARONA, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa de 1 para "Muito difícil" e 5 "Muito fácil":

 1 2 3 4 5

12. Quanto a funcionalidade SOLICITAR CARONAS, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa de 1 para "Muito difícil" e 5 "Muito fácil":

 1 2 3 4 5

13. Quanto a funcionalidade CANCELAR CARONAS, qual o nível de dificuldade você teve em realizar a tarefa de 1 para "Muito difícil" e 5 "Muito fácil":

 1 2 3 4 5

14. Críticas ou Sugestões: