



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



ESTUDO DE MOBILIDADE INTELIGENTE: CARONA SOLIDÁRIA PARA UNIFAP

LUCAS MATHEUS LIBERATO FIGUEIREDO

Orientadora: Patricia Araújo de Oliveira

MACAPÁ
JULHO 2021

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.

Área de concentração: Bacharelado em Ciência da Computação

Orientadora: Patricia Araújo de Oliveira

MACAPÁ
JULHO 2021

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Telas do aplicativo de orientações de mobilidade Cittamobi | 11 |
| Figura 2 – Aplicativo de Carona Solidária Vemcar | 14 |
| Figura 3 – Aplicativo de Carona Solidária Caronaê | 15 |
| Figura 4 – Como desbloquear seu Zipcar | 17 |
| Figura 5 – Aplicativo de Carona Solidária Vemcar | 18 |
| Figura 6 – Tela de grupos do aplicativo Waze Carpool | 20 |
| Figura 7 – Gênero dos entrevistados | 21 |
| Figura 8 – Pergunta sobre os motivos que fizeram os alunos não comparecerem a universidade. | 22 |
| Figura 9 – Motivo para aceitar as caronas - Parte 1 | 22 |
| Figura 10 – Motivos para aceitar as caronas - Parte 2 | 23 |
| Figura 11 – Pergunta sobre a possibilidade da proposta ser utilizada apenas por pessoas da Unifap | 23 |
| Figura 12 – Pergunta sobre a satisfação dos usuários com o transporte que utiliza | 24 |
| Figura 13 – Como você geralmente chega ou sai da Unifap? | 24 |
| Figura 14 – Principais problemas enfrentados com o transporte público local . . | 25 |
| Figura 15 – Motivos que já fizeram alunos deixarem de ir a Universidade | 25 |
| Figura 16 – Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona? | 26 |
| Figura 17 – Percepção sobre a proposta de um aplicativo de carona para a Unifap | 26 |
| Figura 18 – Percepção sobre o conhecimento e uso de tecnologias similares a proposta | 27 |
| Figura 19 – Tempo de uso do <i>Smartphone</i> pelos entrevistados | 27 |
| Figura 20 – Migração do Support Library pro AndroidX | 32 |
| Figura 21 – Atalho da migração do Support Library pro AndroidX na IDE | 33 |
| Figura 22 – Atualização da versão do Firebase | 33 |
| Figura 23 – Dashboard Analytics do Firebase | 34 |
| Figura 24 – Dashboard Analytics do Firebase | 34 |
| Figura 25 – Tela de Criação das Caronas | 38 |
| Figura 26 – Notificação: Solicitação de Carona | 38 |
| Figura 27 – Telas do aplicativo Caronaê: login, busca e detalhe da carona | 39 |
| Figura 28 – Fluxograma da autenticação do Caronaê | 41 |
| Figura 29 – Tela de criação de carona: Chegando na Unifap | 41 |
| Figura 30 – Tela da criação de carona: Saindo da Unifap | 42 |
| Figura 31 – Tela da criação de carona: Saindo da Unifap | 43 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|---|
| Tabela 1 – Aspectos de Cidades Inteligentes | 6 |
|---|---|

Lista de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Trabalhos Relacionados | 20 |
|---|----|

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 |

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1 – Introdução | 1 |
| 1.1 Problema | 2 |
| 1.2 Justificativa | 2 |
| 1.3 Objetivo Geral | 3 |
| 1.4 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.5 Metodologia | 3 |
| 2 – Mobilidade Urbana em Cidades Inteligentes | 5 |
| 2.1 Cidades Inteligentes | 5 |
| 2.1.1 Computação em Nuvem | 7 |
| 2.2 Campus Inteligente | 7 |
| 2.3 Mobilidade Inteligente | 8 |
| 2.4 Mobilidade com Serviço - MaaS | 9 |
| 2.4.1 Soluções de Mobilidade | 10 |
| 2.5 Orientações de mobilidade | 10 |
| 2.5.1 Waze | 11 |
| 2.5.2 Cittamobi | 11 |
| 2.6 Transporte Individual Privado de Passageiros por Aplicativo | 11 |
| 2.6.1 Uber | 12 |
| 2.6.2 Cabify | 12 |
| 2.7 Viagens Compartilhadas por Aplicativos | 13 |
| 2.7.1 BlaBlaCar | 13 |
| 2.7.2 Bynd | 13 |
| 2.7.3 Vemcar | 14 |
| 2.7.4 RideUFF | 14 |
| 2.7.5 Caronaê | 15 |
| 2.7.6 Waze Carpool | 15 |
| 2.8 Veículos Compartilhados | 16 |
| 2.8.1 Yellow | 16 |
| 2.8.2 ZipCar | 16 |
| 3 – Trabalhos Relacionados | 18 |
| 3.1 Vemcar | 18 |
| 3.2 RideUFF | 19 |
| 3.3 Caronaê | 19 |
| 3.4 Waze Carpool | 19 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.5 | Quadro Comparativo | 20 |
| 4 | – Carona solidária para Unifap | 21 |
| 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 | 30 |
| 4.3 | Tecnologias Utilizadas | 30 |
| 4.4 | Etapas do Desenvolvimento | 32 |
| 4.4.1 | Atualização dos pacotes | 32 |
| 4.4.2 | Correções | 35 |
| 4.4.3 | Deploy do aplicativo no Google Play | 35 |
| 4.4.4 | Deploy da API no Heroku | 35 |
| 4.5 | Testes da aplicação | 35 |
| 4.6 | Estudo sobre Soluções de Mobilidade Inteligente | 35 |
| 4.6.1 | Waze Carpool x Caronaê | 35 |
| 4.7 | Proposta de Solução de Mobilidade para Unifap | 36 |
| 4.7.1 | Características do Caronaê-UFRJ | 37 |
| 4.7.2 | Características do Caronaê para UNIFAP | 40 |
| 5 | – Resultados Finais | 44 |
| | Referências | 45 |

1 Introdução

A mobilidade é definida como "a facilidade de se mover, andar, dançar"(MICHAELIS, 2020), característica daquilo que é móvel ou obedece às leis do movimento. A mobilidade urbana já é um termo que não encontramos no dicionário, mas é fácil de entender porque rapidamente nos referimos a algo que realmente é ou se assemelha, a condição de se deslocar dentro de uma cidade, um "campus", um bairro.

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, meio este que é utilizado por serviços como Google Maps¹.

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, o número de ônibus oferecidos à população é baixo, existem poucas linhas de ônibus e todas não atendem toda a área urbana da cidade

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

(QUINTAS, 2018)

Diante dos muitos problemas causados pelo crescimento populacional nos centros urbanos, cerca de 80% da população vive na cidade de Macapá e sofre com uma estrutura de transporte que não está preparada para acomodar um grande número de pessoas.

1.1 Problema

Os acadêmicos da Universidade Federal do Amapá - Unifap possuem ônibus e táxis como transporte público. Na cidade de Santana, 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).

Vale ressaltar que muitas rotas não atendem todas as áreas da cidade e é necessário trocar de ônibus ou meio de transporte, o que aumenta o tempo de uso do coletivo para ir ou voltar da faculdade.

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

O trabalho levantou questões sobre mobilidade urbana, como "Quais são os maiores problemas com o meio de transporte que você usa?" ou "Você está satisfeito com o meio de transporte que utiliza?", essas questões serão respondidas ao longo da pesquisa.

1.2 Justificativa

Considerando o que já foi apresentado como um problema de mobilidade na cidade de Macapá, o trabalho buscou uma solução simples, prática e existente que pudesse ser testada, analisada e validada pela comunidade acadêmica.

Essa solução de mobilidade inteligente não pretende apenas ser uma alternativa aos ônibus, táxis e mototáxis para ser mais prática e consumir menos tempo na estrada, mas também nossa iniciativa de incorporar o espírito colaborativo entre os membros da comunidade oferecendo caronas.

1.3 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo implementar uma solução de mobilidade inteligente existente que sirva como alternativa de entrada e saída dos acadêmicos da Unifap – Campus Macapá.

1.4 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, definimos os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar um levantamento de soluções de Mobilidade Inteligente;
2. Identificar o perfil da comunidade acadêmica da Unifap por meio do questionário;
3. Definir os requisitos da solução mais viável para a comunidade acadêmica da Unifap;
4. Validar a solução com a comunidade acadêmica;
5. Avaliar a solução de mobilidade por intermédio de um questionário aplicado à comunidade;

1.5 Metodologia

A metodologia consistiu em quatro fases, sendo a primeira fase uma pesquisa focada na busca de soluções para a mobilidade inteligente. Em seguida, procuramos uma solução que tivesse condições de realizar testes e tivesse as características de serviços de carona, transporte e compartilhamento de viagens.

A segunda fase consistiu na aplicação de um questionário para analisar o interesse pela proposta e o perfil da comunidade acadêmica para entender as necessidades existentes relacionadas à mobilidade urbana do Campus Macapá.

A terceira fase foi realizada por meio de uma revisão teórica sobre o que fundamenta as soluções de mobilidade, qual a sua área de pesquisa e quais os benefícios que elas trazem no ambiente da mobilidade urbana.

A quarta fase começou com a implementação de um serviço de computação em nuvem usando Heroku ², que se enquadra na categoria Platform as a Service - PaaS, para hospedar a API. Foram feitos ajustes necessários no código, como alterar o layout, customizar os botões e corrigir funcionalidades como chat e informações do veículo do motorista.

² Heroku - <https://www.heroku.com/platform>

Contextualizar as mudanças na cidade de Macapá e no campus Macapá dentro da solução inteligente, bem como modificar recursos já obsoletos, foram algumas das ações realizadas no código.

E por fim, uma solicitação de validação do uso da solução foi feita por alguns participantes da pesquisa que responderam questões de escala likert e subjetiva, o que garante a validação da mesma, assim como possíveis contribuições. Foi realizada a escrita do documento de TCC de forma concomitante as fases mencionadas acima.

2 Mobilidade Urbana em Cidades Inteligentes

2.1 Cidades Inteligentes

Cidades inteligentes são cidades que utilizam um ambiente inovador caracterizado pelo uso das TIC. Segundo Yin et al. (2015), os termos referem-se ao uso da tecnologia para melhorar a qualidade de vida, gestão de recursos e infraestrutura nas cidades.

Essas cidades estão sempre buscando otimizar seus recursos para melhor atender às necessidades de seus cidadãos. Elas interligam informações e gerenciam operações que sempre envolvem infraestrutura tecnológica, sistemas inovadores e colaboração digital.

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 do ícone da cidade.

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 melhores cidades inteligentes e que o número de iniciativas não indica desempenho, mas apenas mostra o número de esforços para melhorar a vida dos cidadãos.

O estudo de Giffinger et al. (2007) sobre cidades inteligentes citado por Kon e Santana (2016) mostra como as chamadas cidades inteligentes podem ser medidas e avaliadas. Ele menciona 6 dimensões que possuem características próprias. Na Tabela 1 podemos ver quais são:

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 da cidade de Porto Alegre. A cidade reconhecida nacional e internacionalmente vem tomando 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).

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 | Trata-se das questões de acessibilidade e mobilidade local onde se leva em consideração os congestionamentos, os transportes utilizados, o uso de combustível fóssil e as soluções tecnológicas que são 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. |

São Paulo também se destaca como o maior centro de pesquisa sobre o tema, com muitas publicações e diversos trabalhos nas áreas em questão, com a USP entre os destaques em número de publicações.

E para chegarmos ao patamar de uma cidade inteligente, devemos primeiro pensar em algumas coisas. Soluções que auxiliem em questões como segurança, saúde, educação ou até mesmo lazer são fundamentais. 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 irá usufruir de nenhuma das soluções desenvolvidas para quaisquer das dimensões apontadas se não acontecer uma inclusão tecnológica com programas de incentivo à educação científica e tecnológica. Caso contrário, parte da população será excluída da cidade (OLIVEIRA P.; SANTOS, 2020).

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, devido à sua capacidade de

suportar alta demanda e escalabilidade.

2.1.1 Computação em Nuvem

A computação em nuvem é um locus de transformação digital e já está sendo implantada em cidades inteligentes. Apesar de ser bastante comum atualmente, é um tópico grande e complexo que possui vários subtópicos, como modelos de nuvem.

Dentro da computação em nuvem, três modelos de entrega de serviços são comuns:

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.

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.

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 Campus Inteligente

Um 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.

Assim como não existe um conceito totalmente definido para cidades inteligentes, campus inteligentes, Alghamdi explica 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 faculdade.

Além dos conceitos e objetivos, o Campus Inteligente também apresenta problemas e dificuldades impostas pelo mercado. Alghamdi cita 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 faculdade, 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 faculdades 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.

2.3 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 apre-

sentadas 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, a startup Scipopolis 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).

2.4 Mobilidade com Serviço - MaaS

Mobility as a Service é um termo usado para descrever uma nova tendência em mobilidade inteligente, onde empresas e organizações investem em transporte público que oferece opções de viagens multimodais para a população. Algumas das características das plataformas MaaS são a facilidade de acesso, a ferramenta apresenta as opções que o usuário pode escolher para sua viagem, a facilidade de pagamento, o sistema de reservas de viagens e as informações em tempo real.

Sem uma definição precisa, o MaaS é definido por alguns autores como a prestação 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, compartilhamento de bicicletas, aluguel de carro, transporte público ou outros meios de mobilidade.

2.4.1 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

2.5 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).

2.5.1 Waze

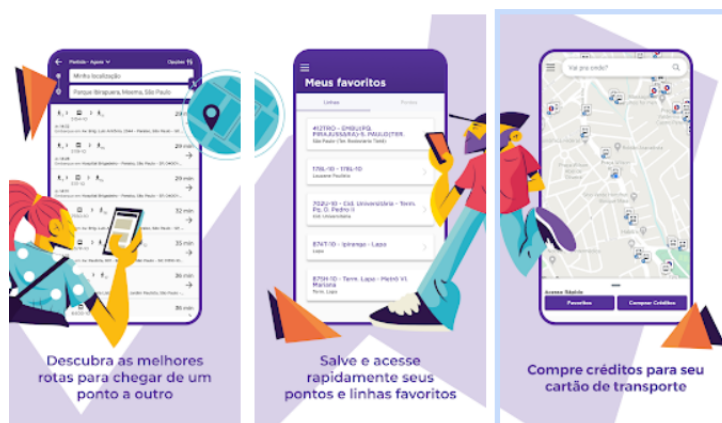
O Waze foi fundado em Israel em 2008, originalmente com o nome LinQmap, e em 2011 já empregava 80 pessoas. O Waze difere dos sistemas de navegação GPS tradicionais, pois se baseia em uma comunidade de usuários e utiliza a localização que cada usuário fornece por meio de seu smartphone.

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).

2.5.2 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

2.6 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 de 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).

2.6.1 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.

2.6.2 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.

2.7 Viagens Compartilhadas por Aplicativos

2.7.1 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.

2.7.2 Bynd

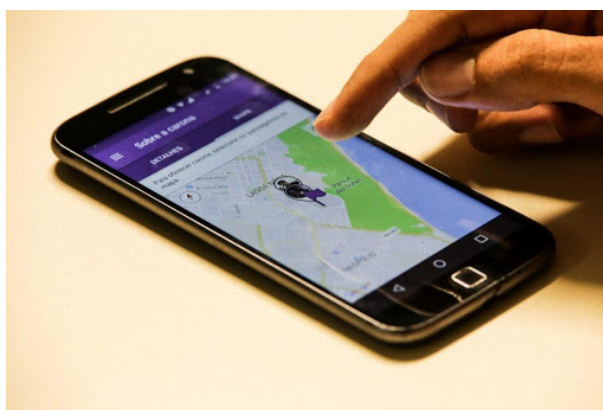
A empresa nasceu no final de 2014 a partir de uma experiência pessoal de seus dois sócios fundadores, Gustavo Bertazzola Gracitelli e Leonardo Fernandes Libório, que passaram 13 meses viajando pela América em um carro compartilhado com outras três pessoas. Após esse período sabático, ambos decidiram 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.

2.7.3 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>

2.7.4 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 Colégio Federal do Rio de Janeiro, o RideUFF tem a mesma intenção.

2.7.5 Caronaê

O Caronaê é um aplicativo de carona desenvolvido por alunos da Faculdade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e voltado para o ambiente universitário. O aplicativo está 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>

2.7.6 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".

2.8 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.

2.8.1 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.

2.8.2 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 deixa o veículo em um local diferente, pois as viagens são chamadas de *one way*, ou seja, 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>

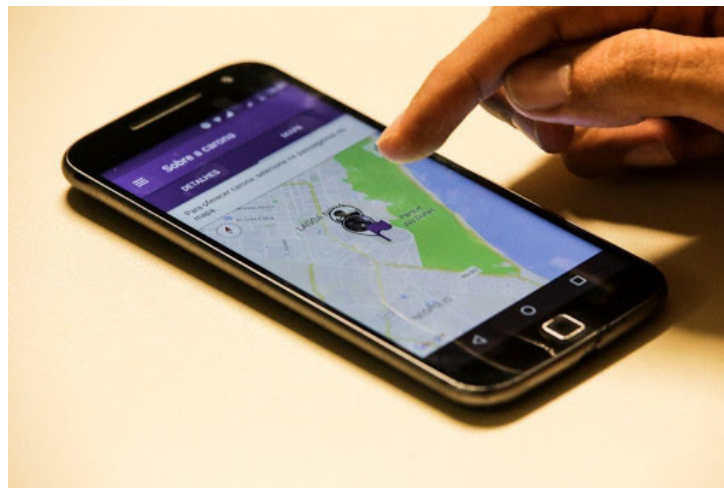
3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção falaremos 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*¹ e pode ser adaptado à realidade de nossa faculdade.

3.1 Vemcar

O aplicativo Vemcar foi desenvolvido no 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 do 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 5 – 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>

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

3.2 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 Colégio Federal do Rio de Janeiro, o RideUFF tem a mesma intenção.

3.3 Caronaê

O Caronaê é um aplicativo de carona desenvolvido por alunos da Faculdade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e voltado para o ambiente universitário. O aplicativo está 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).

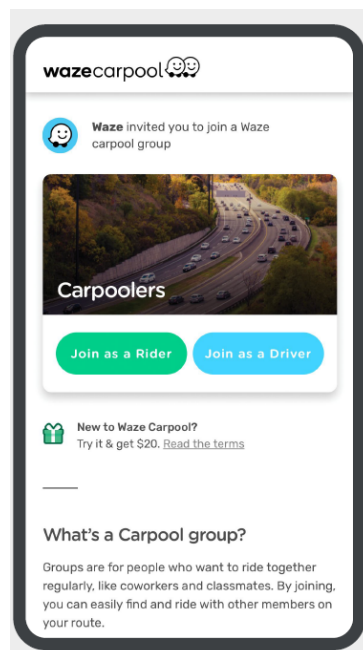
Os pontos de interesse oferecidos pelo aplicativo incluem uso exclusivo pela comunidade acadêmica, centralização da oferta de caronas, aumento da utilização de veículos e pontos de carona para facilitar o encontro de caronas e caroneiros.

3.4 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. como mostra a tela de grupos do aplicativo na Figura 6.

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

Figura 6 – Tela de grupos do aplicativo Waze Carpool



Fonte: Programa de Parceria Brasil - Waze Carpool

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".

3.5 Quadro Comparativo

Quadro 1 – Trabalhos Relacionados

| | 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 |

4 Carona solidária para Unifap

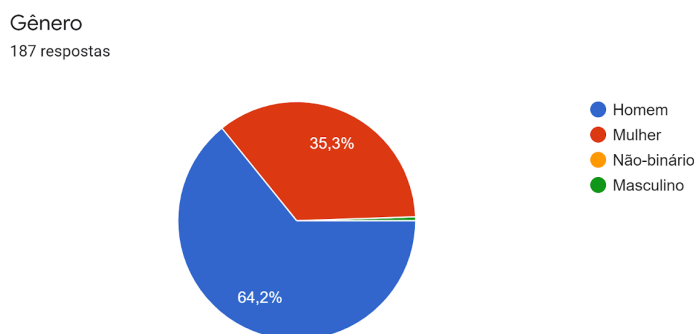
Para entender o perfil da comunidade acadêmica, criamos um questionário com perguntas sobre o perfil de cada respondente. Queríamos saber a idade, sexo, frequência com que estiveram na unifap, tecnologia para perceber a afinidade dos alunos com dispositivos móveis e aplicações de mobilidade semelhantes.

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 faculdade 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 7 – Gênero dos entrevistados



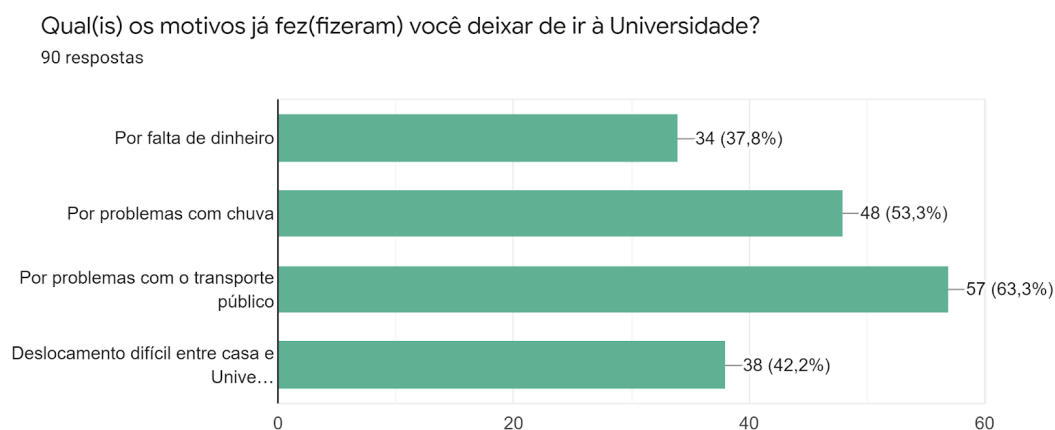
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 Perfil da comunidade acadêmica e os problema enfrentados

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 faculdade?"* 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 faculdade", e tivemos como maior motivo problemas com transporte público. Vejamos o resultado a pergunta na figura 8.

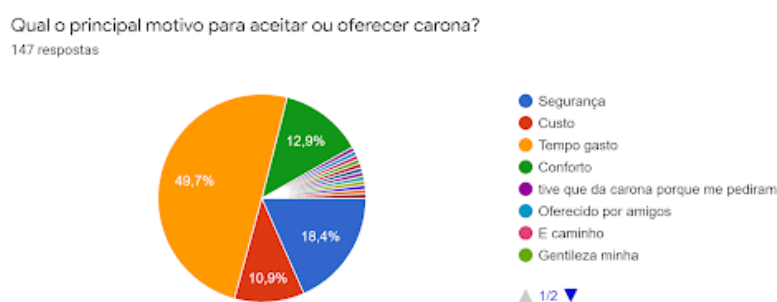
Figura 8 – Pergunta sobre os motivos que fizeram os alunos não comparecerem a universidade.



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 9 e Figura 10

Figura 9 – Motivo para aceitar as caronas - Parte 1

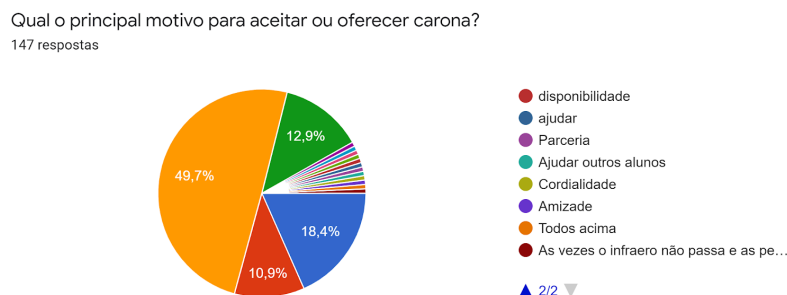


Fonte: Elaborado pelo autor.

(i) Outros motivos mencionados nesta pergunta foram, “*não ter alguém para* ⁽ⁱ⁾ *revisar oferecer*”, “*falta de oportunidade*”, “*não conheço nenhum aplicativo de carona, motivos que esse techo demonstram o interesse da comunidade de receber/oferecer caronas.*”

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

Figura 10 – Motivos para aceitar as caronas - Parte 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

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 11.

Figura 11 – Pergunta sobre a possibilidade da proposta ser utilizada apenas por pessoas da Unifap



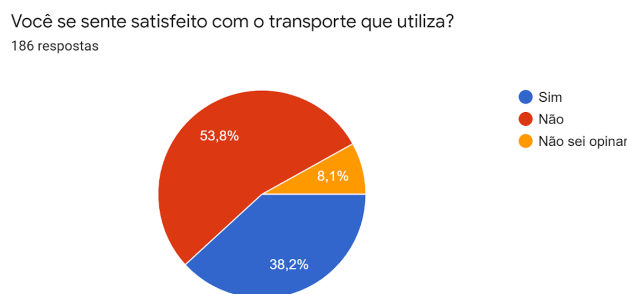
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao aspecto cultural, serão realizadas campanhas de promoção e divulgação do projeto por meio de cartazes em toda a faculdade. 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 pesquisa bibliográfica, estudo de caso e coleta de dados por meio de questionário utilizando a plataforma Google Forms. Partiu-se do pressuposto de que um sistema de caronas até a faculdade 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 faculdade torna-se um grande problema durante a vida acadêmica. Levam tempo para chegar à faculdade 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 12

Figura 12 – 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 faculdade. A mesma pergunta permitiu estimar o número de respondentes que possuem carro próprio: 26,9% responderam que usam carro para chegar à faculdade e 24,7% para sair da faculdade, conforme as figuras 13(a) e 13(b).



(a) Como você geralmente chega na Unifap?

(b) Como você geralmente sai da unifap?

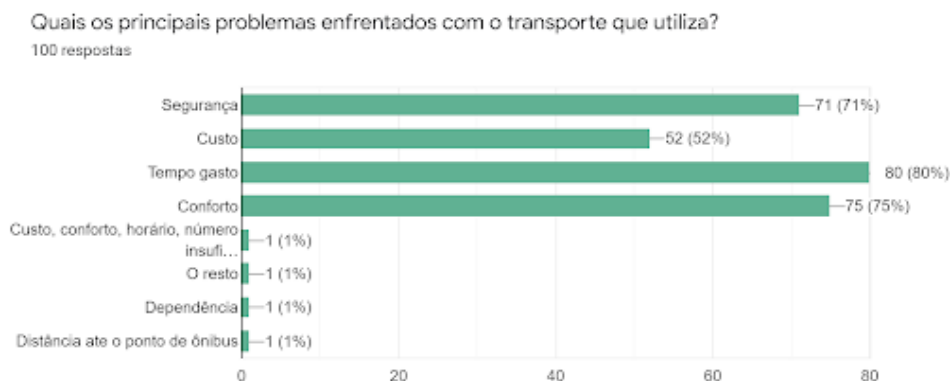
Figura 13 – Como você geralmente chega ou sai da Unifap?

Fonte: Elaborado pelo autor.

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

A maioria dos acadêmicos cita segurança, tempo e conveniência como os principais problemas que são primordiais em pesquisas de ida e volta da faculdade. Dos 100 entrevistados que responderam a essa pergunta, 75% citam a conveniência como um dos problemas, conforme mostra a 14.

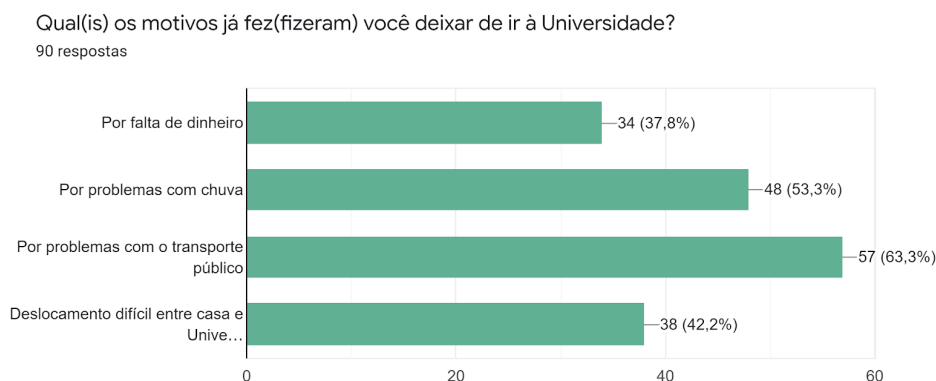
Figura 14 – Principais problemas enfrentados com o transporte público local



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 15, 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 faculdade, e os problemas com transporte público estão em mais metade dos que responderam ao questionário.

Figura 15 – Motivos que já fizeram alunos deixarem de ir a Universidade

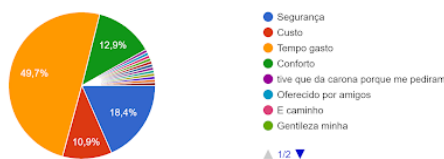


Fonte: Elaborado pelo autor.

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)

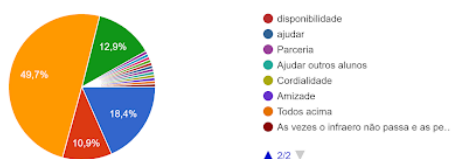
Quando perguntados se participam de caronas, 96,6% dos entrevistados responderam “Não participavam”. Assim, um aplicativo de carona na faculdade poderia criar uma cultura que ainda não está presente.

Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona?
147 respostas



(a) Parte 1

Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona?
147 respostas



(b) Parte 2

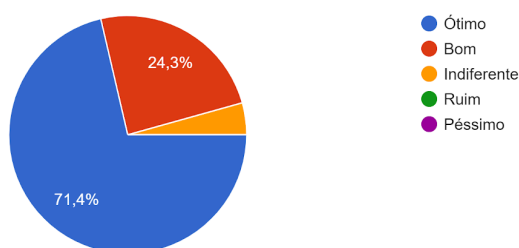
Figura 16 – Qual o principal motivo para aceitar ou oferecer carona?

Fonte: Elaborado pelo autor.

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 faculdade, como mostra a Figura 17.

Figura 17 – 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 18, das 186 respostas ao questionário, apenas 15,1% indicaram não utilizar nenhum dos aplicativos listados.

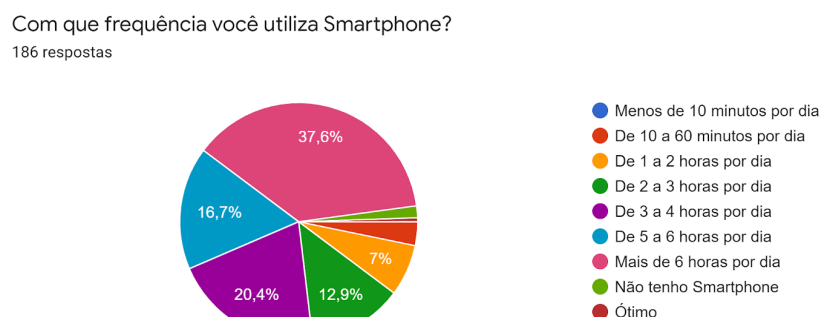
O questionário revisou o tempo que a comunidade gasta usando smartphones, um dispositivo necessário para o uso do aplicativo. Apenas 1,6% dos entrevistados

Figura 18 – Percepção sobre o conhecimento e uso de tecnologias similares a proposta



Fonte: Elaborado pelo autor.

informaram que não possuem smartphones e 37% passam mais de 6 horas por dia usando os dispositivos, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 – 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] Registro de Corrida

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 Corridas

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 corridas

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] 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

[RF009] 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

[RF010] 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.

[RF011] Área do Administrador

Prioridade: ☐ Essencial ☒ Importante ☐ Desejável

Atores: Motoristas e passageiros

O sistema deverá permitir que o administrador visualize estatísticas por meio de uma interface web.

[RF012] 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 SQL Server

Prioridade: ☒ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

4.3 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 PostGres 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 autenticação 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.

- **PostGfreSQL**

PostGresSQL é um banco de dados relacional de objeto de código aberto amplamente utilizado em todo o mundo. Por ser seguro, robusto, poderoso e multitarefa, o PostGresSQL é recomendado para projetos que exigem alta disponibilidade, persistência com grandes quantidades de dados e uma ferramenta de fácil aprendizado.

4.4 Etapas do Desenvolvimento

(ii)

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

(ii) revisar
no instatext
daqui para
baixo

4.4.1 Atualização dos pacotes

Inicialmente foram atualizados os pacotes da versão do Caronaê disponível. Desde a versão da API 28.0.0 do Android 9 (Pie) o pacote da Support Library não é mais suportado pelo sistema havendo a necessidade de todos os projetos anteriores migrarem o Support Library para o novo pacote chamado de AndroidX, com isso muitas telas precisaram ser adaptadas para funcionamento nessa nova versão. Novos aplicativos só podem fazer uso da AndroidX e não mais a velha biblioteka suporte.

Figura 20 – 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-animad: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:

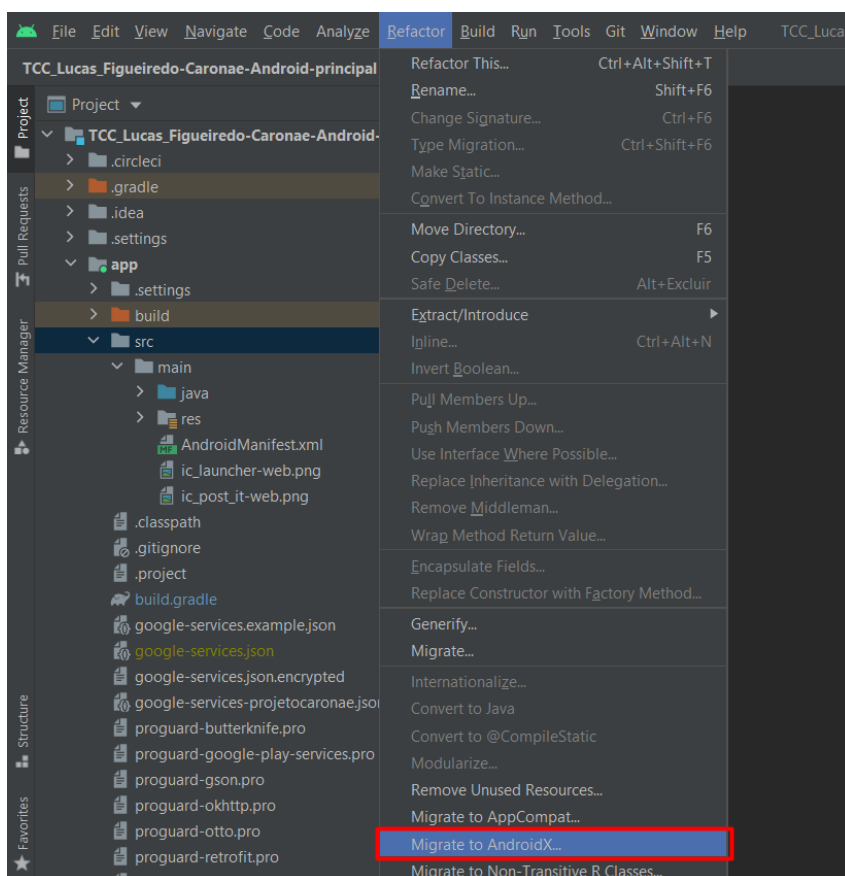
Refactor -> Migrate to AndroidX

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

A atualização do Firebase foi para a nova versão da funcionalidade do firebase-messaging utilizada na rotina de chat do aplicativo, possibilitando o armazenamentos das mensagens no serviço e a troca em tempo real das informações.

A dependência também possibilita o uso das notificações das mensagens enviadas no chat e das notificações de solicitação de caronas para o motorista, aceite da carona para o passageiro e quando uma corrida foi concluída.

Figura 21 – Atalho da migração do Support Library pro AndroidX na IDE



Fonte: Elaborado pelo autor.

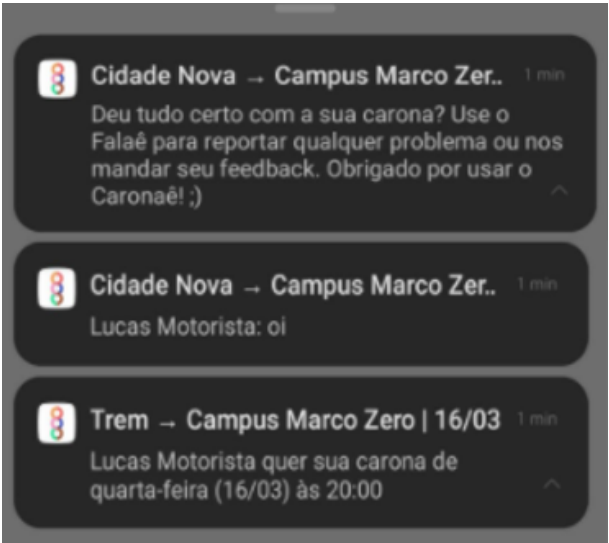
Figura 22 – Atualização da versão do Firebase

```
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')
```

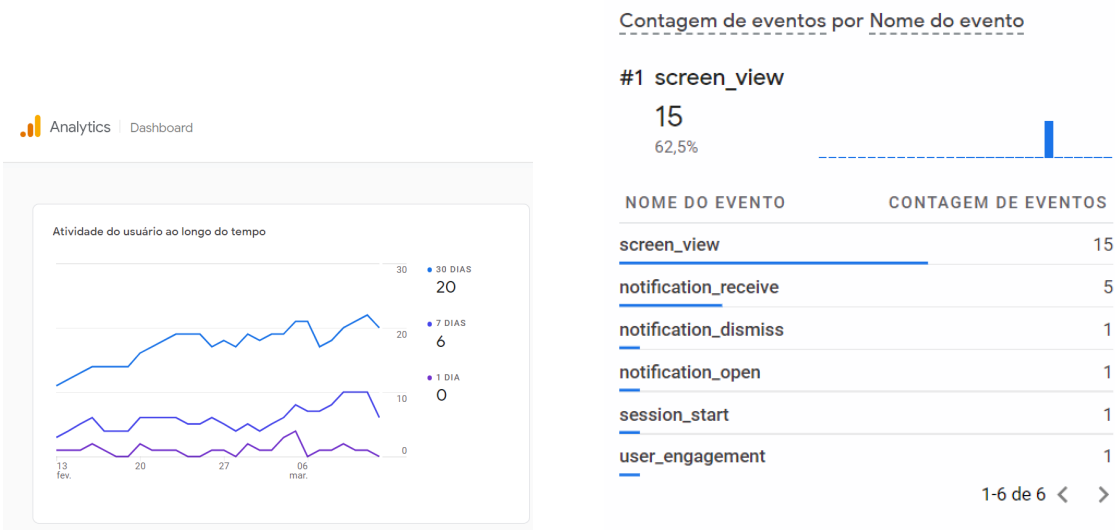
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 – Dashboard Analytics do Firebase



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi incluso o firebase-analytics onde podemos olhar na solução cloud um gráfico da quantidade de pessoas que acessaram o aplicativo e quais rotinas e o tempo que foram utilizadas, entre outras funcionalidade.



(a) Atividade do usuário ao longo do tempo

(b) Contagem dos eventos por Nome do Evento

Figura 24 – Dashboard Analytics do Firebase

Outra biblioteca atualizad ... (iii)

(iii) parei aqui

4.4.2 Correções

4.4.3 Deploy do aplicativo no Google Play

4.4.4 Deploy da API no Heroku

4.5 Testes da aplicação

4.6 Estudo sobre Soluções de Mobilidade Inteligente

Após realizar o estudo de algumas das possíveis soluções de mobilidade que podem ser implementadas na Unifap, e analisa-las, chegamos na conclusão que no cenário atual, duas soluções apresentadas seriam possíveis para o cenário atual da Unifap. Uma delas seria o aplicativo Waze Carpool, e a outra o aplicativo de carona solidária Caronaê, solução de código aberto da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

As demais soluções foram descartadas por alguma inviabilidade, como exemplo, a solução de compartilharmos bicicletas, semelhante a da startup *Yellow*, termos a *Yellow* não seria possível, a empresa não tem nenhum serviço voltados para o uso restrito, ou a um determinado grupo, caso quiséssemos criar uma solução semelhante, teríamos problemas com a aquisição das bicicletas e locais para guardá-las, além de termos em mãos um transporte que proporcionaria insegurança aos usuários por falta de ciclovias em muitos pontos da cidade.

Pensar em uma ideia de orientação de mobilidade também seria inviável, por termos um serviço de transporte público insuficiente (QUINTAS, 2018), que não apresenta conformo e já tem muitas reclamações a seu respeito. Seria difícil seguirmos com nossos objetivos e mais os resultados que colhemos com o formulário com essas soluções.

Então, analisamos as opções de solução mais aptas a serem implementadas com o auxílio da tecnologia, foi que encontramos a opção de um aplicativo de carona solidária onde o objetivo é melhorar e dar mais uma opção de meio de transporte a comunidade universitária, mas precisamente o aplicativo de código aberto regido pela GLP-3.0 License, disponível no GitHub.

4.6.1 Waze Carpool x Caronaê

Durante todo o levantamento das soluções de mobilidade que poderiam ser escolhidas para a proposta do projeto, duas se fizeram mais próximas daquilo que nós gostaríamos, são elas, Waze Carpool e o aplicativo Caronaê, ambos são aplicativos de carona.

O Waze Carpool, da empresa Waze tem uma proposta de compartilhar corridas

com grupos de amigos, grupos de trabalho, grupos de uma universidade, entre outros grupos que queiram partir da mesma ideia. Da forma que o Waze Carpool organiza as caronas, o motorista que irá oferece a carona utiliza o aplicativo Waze que já é utilizado bastante como uma solução de orientação de mobilidade, e o usuário que quer pegar as caronas precisa baixar o aplicativo Waze Carpool.

As coisas podem ser ofertadas sem restrição, para todos os usuários da sua localidade, ela estará visível para todos, e pode também ser criado grupos. Para entrar nos grupos, que são criados ou pela Waze ou por uma pessoa que fica responsável pelo gerenciamento do grupo, a Waze chama de "embaixador", esta pessoa fica encarregada de compartilhar o link ou QR Code de acesso.

Já o aplicativo Caronaê, surgiu na UFRJ também com a proposta de oferecer caronas aos alunos da Universidade do Rio de Janeiro, mas precisamente, dos Campus do Fundão e da Praia Vermelha. O aplicativo inicialmente era de uso apenas do corpo docente da UFRJ, com características de um catálogo de caronas, o aplicativo oferece características também de um PGV.

Por ser pensado para um universidade, pensando no conforto, praticidade, e como oferecer segurança ao utilizar o aplicativo, restringindo o uso apenas para alunos, professores e técnicos, o Caronaê, que disponibilizou seu código para outras universidades implementarem a ideia, espalharem o propósito do projeto, da cultura de caronas, da importância de reduzirmos o número de veículos nas ruas, se apresenta junto com o Waze Carpool, boas soluções, porém, o diferencial do Caronaê está justamente na possibilidade de restringirmos o acesso apenas a comunidade, no Waze, os links e QR Codes permite que outras pessoas não ligadas aos grupos entrem. O caronaê é personalizável, por ser de código aberto, dá para adaptar e alterar algumas informações relacionadas ao local que será utilizado.

4.7 Proposta de Solução de Mobilidade para Unifap

O projeto caronaê, utilizado por mais de 10 mil alunos na UFRJ é um aplicativo de carona solidária que oferecia aos alunos do Campus Fundão, caronas em trajetos que tinham o campus da universidade como pontos de chegada ou saída, e tinha a participação de professores e técnicos.

O aplicativo tinha versões em Android e iOS e uma equipe responsável pela sua manutenção. Além do aplicativo, eles usavam PHP no back-end da aplicação, Servidor NGINX, banco de dados PostgreSQL e outras tecnologias para dar suporte a ferramenta como Fastlane, CircleCI, Amazon AWS e para auxiliar no desenvolvimento, a ferramenta Docker.

O projeto foi publicado com todos os seus serviços na página do projeto no GitHub, e aos poucos seus integrantes foram saindo do projeto logo que foram se formando, até então, o projeto está estagnado e sem atualizações.

O Caronaê nos oferece entre suas funcionalidades, a privacidade de podermos disponibilizar o uso para apenas pessoas vinculadas a instituição, o aplicativo era utilizado apenas entre professores, alunos e trabalhadores em geral da UFRJ, numa dinâmica de caronas com objetivos de chegar na UFRJ ou sair da UFRJ, evitando que seus usuários tornassem o caronaê um aplicativo comercial como Uber e 99, por exemplo.

O projeto disponibiliza em sua conta no GitHub seus serviços de backend, sua área administrativa, seus servidores Web e de banco de dados, Nginx e Postgres, respectivamente, além de outras, como as imagens dos containers utilizadas na ferramenta de virtualização Docker.

O projeto é cheio de tecnologias, tendo seu backend todo construído em PHP e JavaScript, além de oferecer o aplicativo nas versões Android (JAVA) e IOS (Object-C/Swift).

4.7.1 Características do Caronaê-UFRJ

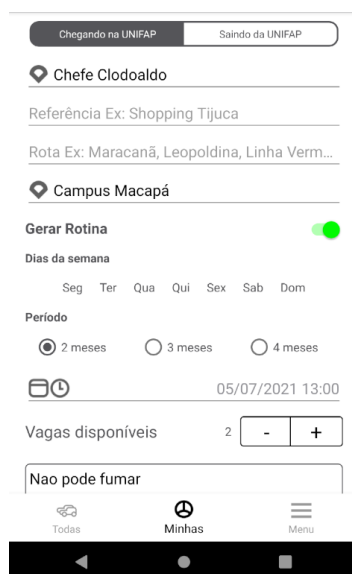
O projeto foi dividido em três aspectos, o virtual, o físico e o cultura, vou me ater apenas no virtual nesse primeiro momento:

Ambiente Virtual: O ambiente virtual se trata a construção de um aplicativo de celular para as plataformas Android e iOS, e o banco de dados relacionado as informações do sistema de gestão da UFRJ no servidor. O aplicativo funciona basicamente como um classificado, onde os usuários que desejam oferecer caronas, anunciam no aplicativo e os outros usuários podem buscá-las através de uma lista. Os que desejam oferecer carona podem publicá-las informando as seguintes informações: 1) Ida ou volta da UFRJ; 2) Origem da viagem; 3) Ponto de referência; 4) Rota; 5) Destino da Viagem; 6) Rotina; 7) Data e horários da Viagem; 8) Vagas disponíveis; 9) Notas adicionais, como mostra a figura 25.

O aplicativo exige que o usuário nas viagens de ida até a UFRJ tenha como ponto inicial algum bairro de uma das zonas cadastradas no sistema e como destino algum dos pontos/hubs da UFRJ. Nas viagens de volta é o contrário. Com capacidade de oferecer várias viagens durante o ano letivo, os criadores desenvolveram uma funcionalidade que permitisse os motoristas de agendar caronas futuras sem a necessidade de anunciar diariamente as caronas, característica automática que diferencia o Caronaê de outros pontos geradores de viagens (PGV) semelhantes.

Na lista disponibilizada no aplicativo, o usuário pode escolher entre as caronas

Figura 25 – Tela de Criação das Caronas



Fonte: Elaborada pelo autor

ofertadas, ver detalhes sobre o trajeto e motorista, e caso lhe agrade, solicitar a carona. Já o motorista que ofereceu a carona pode aceitar ou não e acessar informações do caronista, caso aceite a corrida, um alerta é enviado para o caronista. O aplicativo também fornece aos envolvidos na corrida, um chat, informações adicionais como placa, cor do carro e modelo. A figura 26 mostra a tela de solicitação de carona com a origem de um bairro da cidade e o destino o Campus Macapá.

Figura 26 – Notificação: Solicitação de Carona

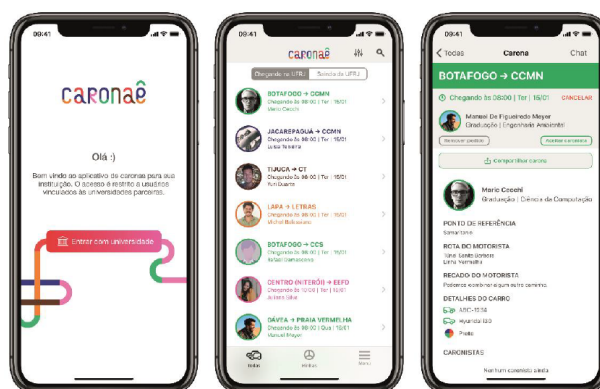


Fonte: Elaborada pelo autor

O "Meu Perfil" é possível ver as informações do usuário, se for o motorista, apa-

rece as informações do veículo, número de caronas ofertadas e recebidas, no "Histórico", o usuário motorista consegue acompanhar quantas caronas foram concluídas ou quantas estão pendentes, e o caronista consegue ver quantas caronas pegou. Além disso, o sistema tem o "Falaê", onde os usuários podem manifestar suas sugestões ou críticas, e antes de tudo, o usuário precisa aceitar os termos de uso que também consta no aplicativo. Podemos ver isso na figura 27.

Figura 27 – Telas do aplicativo Caronaê: login, busca e detalhe da carona



Fonte: (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018)

Como plataforma digital, o caronaê possui um banco de dados onde registra todas as informações e interações dos serviços. O banco de dados do Caronaê é PostgreSQL, banco de dados objeto-relacionado acessado pela ferramenta administradora PGAdmin4¹. O projeto também possui uma área administrativa contruída com o framework laravel, onde os administradores tem acesso aos dados gerados na aplicação sem precisar realizar a consulta diretamente ao banco, o que exigiria conhecimento da linguagem SQL.²

O sistema inicialmente era hospedado nos servidores da UFRJ, estando exposto a qualquer tipo de instabilidade. Após expandir e ter vários acessos simultâneos, a hospedagem da universidade já não supria a demanda, e os responsáveis pelo projeto começaram a ter problemas de disponibilidade por conta da infraestrutura. Para manter o sistema em funcionamento, a solução foi migrar todo o serviço próprio do Caronaê (backend, sistema administrativo, sistema intermediário de autenticação) para a "nuvem", utilizando a IaaS da empresa Amazon por 3 anos, entre os anos de 2016 e 2019. Após esse período o projeto foi descontinuado (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018).

Para finalizar o resumo das características da solução, o Caronaê, pensando na segurança do usuário, garante o acesso somente à comunidade acadêmica, para garantir

¹ <https://www.pgadmin.org/>

² *StructureStructure Query Language*: é a linguagem de pesquisa declarativa padrão para banco de dados relacional.

isso, o aplicativo se conecta à base de dados da UFRJ através do sistema de gestão, onde busca os dados do aluno no SIGA (nome, curso, foto, se é Servidor, se está na Graduação, Mestrado). O acesso se dá pelo CPF e senha do usuário ativo na UFRJ. Segundo (TEIXEIRA; PARAIZO, 2018), durante o desenvolvimento da pesquisa, essa premissa resultou na criação de um portal específico na Intranet da UFRJ, específico para os registros do serviço, nele constava todas informações dos usuários, como por exemplo, faixa etária e gênero, essas informações, segundo ela era relevante, a ausência dificultava nas consultas.

Os serviços utilizados para a autenticação dos usuários são ³:

- **phpCas**: biblioteca que faz a integração com o CAS (Central Authentication Service) da Intranet UFRJ, que valida que o usuário é vinculado à UFRJ
- **SigaService**: comunica com o SIGA UFRJ, de onde são buscados os dados dos usuários
- **CaronaeService**: parte do caronae-sdk-php ⁴, é a classe que faz a comunicação com a API do Caronaê e é usada para enviar os dados do usuário para o Caronaê
- **CaronaeSigaAdaptor**: faz a conversão dos dados no formato que vem do SIGA para o formato da API do Caronaê
- **CaronaeUFRJAgent**: faz o fluxo de autenticação e autorização integrando todos os serviços acima

4.7.2 Características do Caronaê para UNIFAP

Inicialmente, as mudanças realizadas para o aplicativo se adequar com a realidade dos usuários da UNIFAP foi alterar as zonas e bairros que se encontram no site da prefeitura de Macapá ⁵, informando a zona e quais bairros pertencem aquela zona. Outras mudanças realizadas foram as alterações de campos que aparecem UFRJ para UNIFAP, na figura 29 mostra o bairro selecionado na tela do aplicativo.

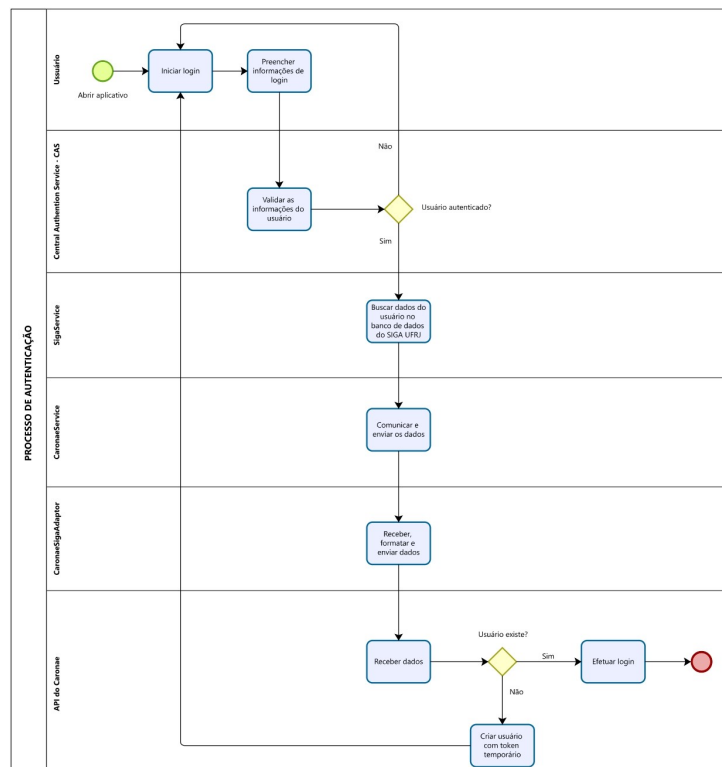
Pontos de encontro ou Hubs, no qual ajuda os motoristas e caroneiros a se encontrarem também foram adicionados no sistema, levamos em consideração os departamentos da UNIFAP, DCET, DED, DEAD, DFCH, DEMAD, DEPLA, DCBS, Reitoria. Na figura 30 podemos ver o cadastro da carona saindo da unifap, onde semelhante a carona chegando a Unifap selecionamos o bairro de saída e chega, uma referência da

³ Disponível em: <https://github.com/caronae/caronae-ufrrj-authentication>. Acesso: 06 Jun. 2021

⁴ Disponível em: <https://github.com/caronae/caronae-sdk-php>. Acesso em: 06 Jun. 2021

⁵ <https://macapa.ap.gov.br/portal/wp-content/uploads/2020/11/DIVISAO-POR-TERRITORIOS.pdf>

Figura 28 – Fluxograma da autenticação do Caronaê



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 29 – Tela de criação de carona: Chegando na Unifap

A tela de criação de carona apresenta o seguinte layout:

- Barra superior: "Chegando na UNIFAP" (selecionado) e "Saída da UNIFAP".
- Nome do usuário: "Chefe Clodoaldo".
- Proximo a JK: campo de texto.
- Portal do sol, manari, universidade, Unifap: campo de texto.
- Campus: "Macapá" (selecionado).
- Gerar Rotina: botão com ícone de play.
- Dias da semana: "Seg", "Ter" (selecionado), "Qua", "Qui", "Sex", "Sab", "Dom".
- Período: "2 meses" (selecionado), "3 meses", "4 meses".
- Data e hora: "06/07/2021 18:00".
- Vagas disponíveis: "1" (campo de texto com botões de decremento e incremento).
- Nota: "Nao pode fumar".

Fonte: Elaborada pelo autor.

localização os bairros por onde vai passar com uma diferença, na saída da Unifap, o usuário precisa selecionar o ponto de encontro.

Figura 30 – Tela da criação de carona: Saindo da Unifap

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além destes pontos mencionados, o Caronaê para a Universidade também tem como característica o acesso apenas por pessoas ligadas a Unifap, porém, diferente da UFRJ, não temos uma solução que disponibilize os dados dos alunos, professores e técnicos para a solução consumir. Na figura 31 mostra o painel administrativo do Caronaê, onde é gerenciado usuários, caronas, zonas e bairros, administradores instituições, onde é possível bloquear usuários caso seja necessário, entre outras funções, na figura podemos ver alguns nomes de usuários e informações que foram geradas em um banco de dados fictício, mas que em produção utiliza de serviços para consumir da base de dados real da universidade.

No momento, para utilizar o aplicativo estão rodando em um banco de dados PostgreSQL⁶ local, o serviço de backend e do sistema administrativo pelo servidor local do laravel⁷ e o emulador do Android Studio⁸ também localmente.

⁶ <https://www.postgresql.org/docs/>

⁷ <https://laravel.com/>

⁸ <https://developer.android.com/studio>

Figura 31 – Tela da criação de carona: Saindo da Unifap

F

Fulana Silva

Minha conta

Logout

Painel

Usuários

Caronas

Instituições

Hubs

Zonas e bairros

Administradores

usuário

API tokens

Logout

Admin > Usuários > Lis

Usuários

Todos usuários no banco de dados.

+ Adicionar usuário

CopiarExcelCSVPDFImprimirVisibilidade da coluna

FILTROS

Banidos

10 registros por página

Pesquisar:

| Nome | Perfil | Curso | Bairro | Instituição | Ações |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-------------|--|
| Leonardo de Aguiar Madeira | Servidor | Engenharia Civil | Neves do Norte | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Dr. Pablo Serna Filho | Graduação | Enfermagem | Santa Vitória do Leste | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Kevin Soto | Graduação | Enfermagem | Santa Leonardo | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Valentina Norma Queirós Neto | Graduação | Enfermagem | da Cruz d'Oeste | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Estêvão Mendes Queirós | Mestrado | Medicina | Padiha do Sul | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Srta. Clara de Oliveira Jr. | Graduação | Letras | Porto Rafael do Leste | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Dr. Lucas Camacho Sobrinho | Servidor | Ciência da Computação | Porto Catarina do Norte | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Srta. Salomé da Cruz Domingues Jr. | Graduação | Ciência da Computação | Porto Elias | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Josué Verdara Sobrinho | Servidor | Letras | Bruno do Norte | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |
| Sr. Demian Matias Guerra | Graduação | Ciência da Computação | Porto Alexandre do Leste | Unifap | <div>Visualizar</div> <div>Editar</div> <div>Banir</div> |

Fonte: Elaborada pelo autor.

5 Resultados Finais

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>.
- 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 and 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. - p.
- 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.
- 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.
- 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. Z. L. F. L. Aspectos tecnológicos e estruturais para a construção de cidades inteligentes. **1º Congresso Científico Macapá 300 Anos**, 2020. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/congressomcp300anos/272667-aspectos-tecnologicos-e-estruturais-para-a-construcao-de-cidades-inteligentes>>.
- 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.
- TEIXEIRA, L.; PARAIZO, R. Digital platforms for urban mobility. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 957–964.
- WEISS, M.; BERNARDES, R.; CONSONI, F. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: 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.