

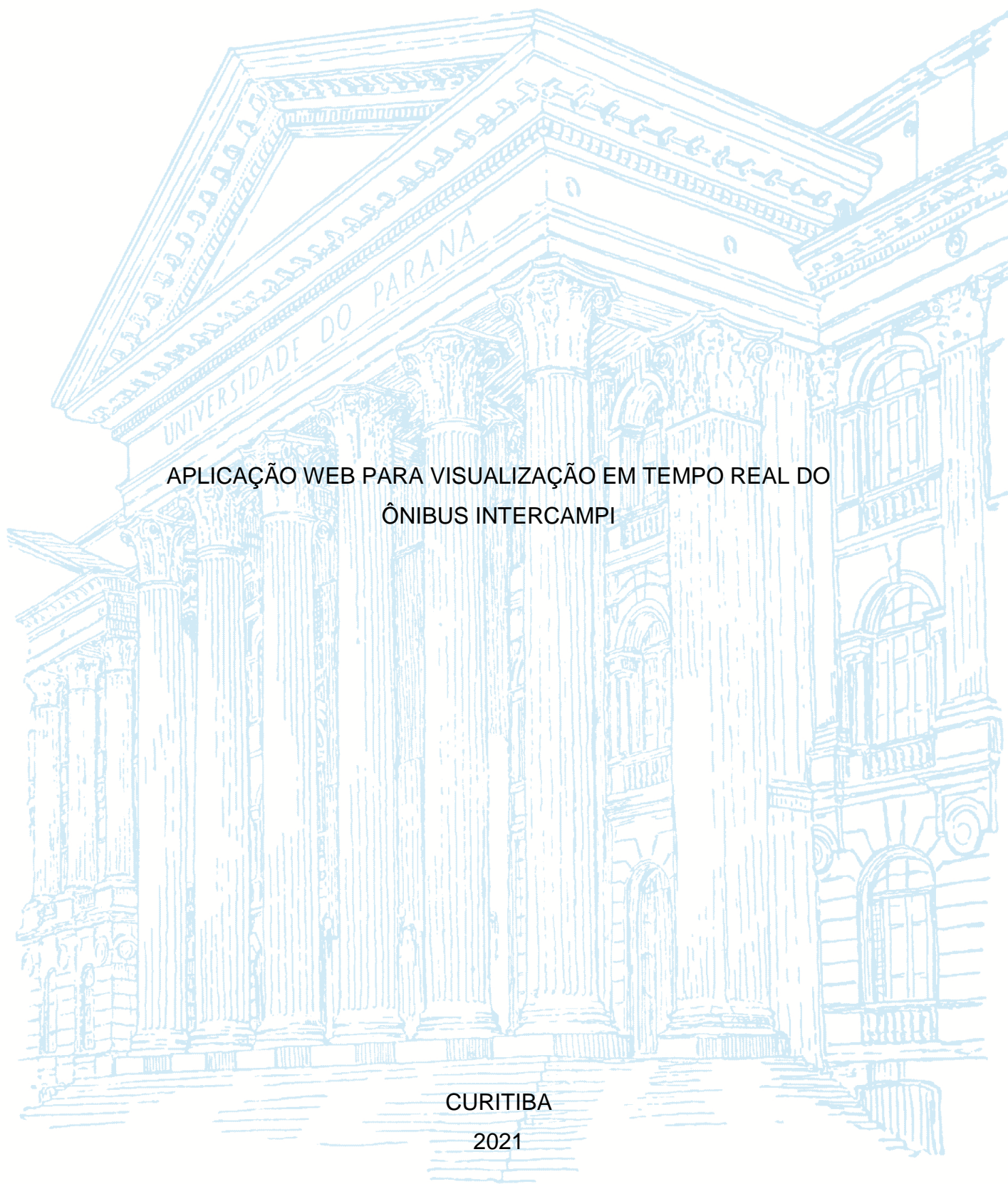
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THALITA LOPES MASCARENHAS

APLICAÇÃO WEB PARA VISUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL DO  
ÔNIBUS INTERCAMPI

CURITIBA

2021



THALITA LOPES MASCARENHAS

APLICAÇÃO WEB PARA VISUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL DO ÔNIBUS  
INTERCAMPI

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito à conclusão do curso de  
Engenharia Cartográfica e de Agrimensura,  
Setor de Ciências da Terra da Universidade  
Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Silvana Philippi  
Camboim  
Co-orientador: MSc. Raphael Gonçalves de  
Campos

CURITIBA

2021

*A Deus.*

## **AGRADECIMENTO**

A Deus, único e eterno Senhor.

A minha família que sempre me incentivou aos estudos e proporcionou tudo o que estava a seu alcance.

Aos meus amigos queridos e irmãos na fé que caminharam comigo no decorrer dos últimos anos me encorajando e dando suporte emocional e espiritual.

Aos meus orientadores que foram excelentes no ensino e extremamente pacientes durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas dos grupos cristãos interdenominacionais que foram uma grande alegria para mim dentro da universidade e em outros ambientes acadêmicos/universitários.

Aos meus líderes que me acompanharam e foram compreensíveis e aos meus liderados, aqueles a quem sirvo, os quais compartilho de momentos de aprendizado e comunhão.

Aos professores que me acompanharam durante minha graduação.

## RESUMO

A mobilidade urbana influencia diretamente na vida das pessoas, pois o deslocamento é uma atividade cotidiana e essencial. Entre os diferentes modos de deslocamento está o transporte coletivo, sendo a eficiência deste meio transporte algo que implica na qualidade de vida e otimização do tempo dos seus usuários. O serviço de ônibus Intercampi interliga os campi da Universidade Federal do Paraná e é um serviço muito utilizado por estudantes desta instituição de ensino, porém como informação disponibiliza apenas planilhas com nomes dos pontos de parada e horários estimados de forma a restar dúvidas por parte dos usuários que encontram algumas dificuldades ao fazer uso deste serviço com a forma como as informações são disponibilizadas até o momento. Com base nesta problemática o presente trabalho consiste no desenvolvimento de uma aplicação web desde a etapa do projeto até a concretização de sua implementação a partir de conhecimentos de programação e aptidão adquirida no curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Esta aplicação tem como objetivo atender as necessidades dos usuários do serviço de ônibus Intercampi tornando possível a visualização de elementos espaciais campi, rotas e pontos de ônibus em um mapa web e a localização em tempo real dos ônibus que compõem o serviço. A aplicação apresentada é toda desenvolvida com uso de recursos *open source*.

Palavras-chave: mobilidade, tempo real, ônibus, mapa web, *open source*.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - INTERFACE PARA DESKTOP DO MOOVIT...	16
FIGURA 2 - INTERFACES DO APLICATIVO CITTAMOBIL.....	17
FIGURA 3 - APLICAÇÃO DA SPTRANS.....	18
FIGURA 4 - INTERFACE DA APLICAÇÃO CIRCULAR INTERNO.....	19
FIGURA 5 - ETAPAS DO PROJETO CARTOGRÁFICO.....	21
FIGURA 6 - COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA PARA MAPA INTERATIVO.....	22
FIGURA 7 - MAPA TEMÁTICO CAMPI DA UFPR EM CURITIBA.....	23
FIGURA 8 - DIAGRAMA DE FLUXO DO DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO.....	26
FIGURA 9 - DIAGRAMAS DE CASOS DE USO.....	28
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE CLASSES.....	29
FIGURA 11 - ARQUITETURA DA APLICAÇÃO.....	31
FIGURA 12 - PLANEJAMENTO DA INTERFACE PÁGINA INICIAL.....	33
FIGURA 13 - PLANEJAMENTO DA INTERFACE ÁREA DO MOTORISTA.....	33
FIGURA 14 - PLANEJAMENTO DA INTERFACE ÁREA DO USUÁRIO.....	34
FIGURA 15 - LINGUAGEM CARTOGRÁFICA.....	35
FIGURA 16 - CORES COLORBREWER2.....	36
FIGURA 17 - SIMBOLOGIA.....	37
FIGURA 18 - TABELA DE MOTORISTAS CADASTRADOS.....	42
FIGURA 19 - FORMULÁRIO.....	43
FIGURA 20 - INTERFACE DA PÁGINA INICIAL DA APLICAÇÃO.....	45
FIGURA 21 - INTERFACE DA ÁREA DESTINADA AO MOTORISTA.....	46
FIGURA 22 - INTERFACE DO MAPA DO MOTORISTA.....	47

FIGURA 23 -INTERFACE DO MAPA DO USUÁRIO.....	48
FIGURA 24 -INTERAÇÕES NO MAPA.....	49
FIGURA 25 -ARQUITETURA DE SOFTWARES DO SERVIDOR.....	50
FIGURA 26 -PEDIDO DE ACESSO A LOCALIZAÇÃO.....	51
FIGURA 27 -VISUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL.....	52
FIGURA 28 -TABELA COM O HISTÓRICO DAS VIAGENS REALIZADAS.....	54
FIGURA 29 -ROTA ATUAL E ROTA PADRÃO.....	55
FIGURA 30 -VISUALIZAÇÃO COM TODAS AS CAMADAS.....	56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 OBJETIVOS .....	12
1.1.1 Objetivo Geral .....	12
1.1.1.1Objetivos Específicos.....	12
<b>2 REVISÃO TEÓRICA</b> .....	13
2.1 MOBILIDADE URBANA E O TRANSPORTE COLETIVO.....	13
2.2 CIDADES INTELIGENTES (SMART CITY).....	13
2.3 LBS – SERVIÇOS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO E IOT – INTERNET DAS COISAS .....	14
2.2 EXEMPLOS.....	15
2.2.1 Exemplo de aplicação – Moovit.....	15
2.2.2 Exemplo de aplicação – CittaMobi .....	16
2.2.3 Exemplo de aplicação para cidade – SPTrans.....	17
2.2.3 Exemplo de aplicação para universidade - Smart Campus Unicamp.....	19
2.3 PROJETO CARTOGRÁFICO.....	19
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	23
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	23
3.2 MATERIAIS .....	24
3.3 DIAGRAMA DE FLUXO DAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO .....	25
3.4 PROJETO .....	26
3.4.1 Usuários e Necessidades.....	26
3.4.2 Diagrama de Caso de Uso – UML.....	27
3.4.3 Diagrama de Classes .....	29
3.4.4 Arquitetura da aplicação.....	30
3.4.5 Planejamento da interface.....	32



3.4.6 Definição da Linguagem Cartográfica .....	34
3.5 IMPLEMENTAÇÃO .....	37
3.5.1 Obtenção das coordenadas em tempo real e dados estáticos .....	37
3.5.2 Implementação da Obtenção de coordenadas .....	39
3.5.3 Implementação do banco de dados geográficos .....	39
3.5.4 Desenvolvimento da interface .....	44
3.5.5 Interatividade do mapa .....	48
3.5.6 Publicação da aplicação .....	49
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
4.1 FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO .....	51
<b>5 CONCLUSÕES FINAIS</b> .....	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades tornou as viagens mais longas e o desenvolvimento socioeconômico aumentou as possibilidades de viagens. A formação de novas localizações de trabalho, estudo, serviços e lazer, bem como o aumento no número de dependentes e/ou o crescimento da renda alavancaram o crescimento no número de viagens necessárias. A necessidade de mais tempo para cumprir todos os compromissos sociais e econômicos de uma família, em parte, é respondida com o uso do automóvel como meio de transporte (FILHO et al., 2015).

Devido a distância entre os locais de trabalho, estudo e moradia, é necessário o uso de meios de transporte motorizados, pois a distância a ser percorrida e a otimização do tempo são fatores que mostram a necessidade de uma locomoção rápida que é inviável a pé. Como por exemplo estudantes que moram distantes do local de estudo e também precisam chegar a tempo nos locais de estágio. A rotina diária das pessoas pede por agilidade e praticidade e meios para torná-la mais otimizada são bem vindos. Segundo a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU) 28% das viagens realizadas são por meio de transporte coletivos, destes 85,7% são ônibus. Os ônibus percorrem cerca de 191,4 milhões de quilômetros por mês, sendo mais de 40 milhões de viagens ao dia no Brasil (NTU, 2020).

Mesmo que andar de ônibus seja uma das alternativas mais buscadas pelas pessoas, e por vezes é a única alternativa devido a necessidade de locomoção e limitações socioeconômicas, ainda assim existem dificuldades no uso deste meio de transporte. As dificuldades encontradas pelos os usuários de ônibus podem ser solucionadas com acesso a informações que possibilitem ao usuário tomar decisões mais assertivas e otimizar seu tempo ao utilizar os ônibus. Informações de localização do ônibus, estimativa de tempo de viagem e horários atualizados em tempo real permitem que o usuário preveja atrasos e evite imprevistos.

Na Universidade Federal do Paraná os alunos têm acesso ao serviço de ônibus gratuito denominado Intercampi. O Programa de Transportes

Intercampi é um serviço disponibilizado pela Central de Transportes (CENTRAN) desde o ano de 2008 para alunos que precisam se deslocar entre os campi da Universidade Federal do Paraná (UFPR), abrangendo Curitiba e campi no litoral do estado. Em Curitiba o serviço funciona apenas para os períodos matutino e vespertino, possui quatro linhas fixas, uma linha extra para horários de maior lotação e uma linha que opera em período de férias. Os ônibus transitam de segunda a sábado, sendo no sábado apenas no período matutino. Os campi de Curitiba atendidos por este serviço são: Agrárias, Juvevê, Reitoria, Prédio Histórico, Botânico, Politécnico, SEPT, De Artes e Rebouças. Para a utilização do serviço o usuário deve comprovar vínculo com a universidade mediante apresentação de comprovante de matrícula ou carteira de estudante. Como informação para o usuário é disponibilizado pelo site da universidade itinerário com os horários aproximados de cada ponto de partida organizado em tabelas separadas por linhas de ônibus.

Os serviços baseados em localização (*Location-based Services-LBS*) permitem obter a localização de dispositivos móveis, deste modo é possível acessar a localização do usuário, tornando possível o desenvolvimento de aplicações que consideram informações geoespaciais e temporais para a tomada de decisões. Utilizar estes serviços torna possível criar soluções que influenciam na melhora da qualidade da mobilidade e otimização do tempo no uso de transportes coletivos.

O desenvolvimento tecnológico está impulsionando o desenvolvimento de aplicações geoespaciais, para atender diversas necessidades. A representação dos fenômenos utilizando mapas, atrelado ao LBS permite soluções de marketing, realidade aumentada, jogos baseados em localização móvel, rastreamento, navegação e outras (BUCZKOWSKI, 2011).

O uso do LBS em aplicações voltadas às cidades altera de forma muito significativa o modo como as cidades operam, dando uma nova dimensão à vida dos cidadãos, fazendo destas cidades, cidades inteligentes (USMAN et al.,2018)

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma aplicação *web* que permita ao usuário do ônibus Intercampi consultar localização e informações de itinerário de forma rápida, fácil e espacial. Com isso, espera-se

facilitar e promover o uso do Programa de Transportes Intercampi provendo acesso à visualização da informação de localização em tempo real.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma aplicação *web* para visualização em tempo real das linhas de ônibus do Programa de Transportes Intercampi da Universidade Federal do Paraná, consulta de horários e localização dos pontos de ônibus de forma a facilitar o cotidiano dos usuários.

#### 1.1.1.1 Objetivos Específicos

- 1.Realizar o projeto do Sistema - Intercampi
- 2.Implementar o banco de dados com as rotas percorridas pelos os ônibus, pontos de ônibus e campi.
- 3.Definir linguagem cartográfica do mapa.
- 4.Desenvolver a aplicação e interface.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 MOBILIDADE URBANA E O TRANSPORTE COLETIVO

A mobilidade proporcionada pelo transporte público facilita o aperfeiçoamento profissional contínuo das pessoas, o lazer, o acesso aos equipamentos de saúde e centros culturais (Silveira e Cocco, 2013). De acordo com Galvão e Andrade (2016), o processo de urbanização esteve sempre associado ao aumento do número de veículos. Inicialmente o transporte público era baseado principalmente em bondes e trens e com o passar do tempo, o ônibus passou a ser utilizado como serviço de transporte público. Um desafio significativo vivido atualmente por grande parte das cidades diz respeito à mobilidade urbana, que precisa ser pensada com o mesmo dinamismo do desenvolvimento urbano, para que se atendam as necessidades atuais, mas se tenha alternativas para a demanda futura. Para Galvão e Andrade (2016), a busca por soluções inteligentes para enfrentar os desafios do crescimento urbano acelerado e seus impactos traz o conceito de *smart city*, que é envolvido em uma nova abordagem para mitigar e tratar os problemas nas cidades, visando que a mesma seja mais sustentável e que conte com a efetiva participação da população em sua construção e desenvolvimento.

### 2.2 CIDADES INTELIGENTES (SMART CITY)

*Smart city* (cidade inteligente) é o termo utilizado para designar cidades que investem no uso da TI (Tecnologia da Informação) para melhorar desde a infraestrutura e o desenvolvimento econômico até os níveis de sustentabilidade, a qualidade de vida de seus habitantes e a experiência dos visitantes. (QUILICE et al.,2018).

A cidade inteligente é construída num esforço em conjunto de três inteligências: a humana, a coletiva e a artificial. A ideia valoriza o aparato

intelectual a partir da capacidade de inovação de seus agentes com a criação e implementação de soluções tecnológicas num espaço de constante aprendizagem (Cury e Marques, 2017).

O desenvolvimento de uma cidade inteligente, ou *smart city*, parte da perspectiva de que a tecnologia é fator indispensável para que as cidades possam se modernizar e oferecer melhor infraestrutura à população. Além disso, esse conceito tem se mostrado fundamental no processo de tornar os centros urbanos mais eficientes e de oferecer qualidade de vida e gestão de recursos naturais por meio de um processo participativo. Atualmente, a partir de terminais móveis (como *tablets* e *smartphones*), muitas pessoas têm acesso à *internet*, ao desenvolvimento e utilização de aplicativos e, principalmente, à informação em tempo real, contribuindo muito para que as *smart cities* se disseminem (Galvão e Andrade, 2016).

### 2.3 LBS – SERVIÇOS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO E IOT – INTERNET DAS COISAS

Os Serviços Baseados em Localização são provenientes de outras tecnologias, são elas: a computação móvel, as redes sem fio e as tecnologias de localização.

A Internet das Coisas corresponde à fase atual da *internet* em que os objetos computacionais se relacionam com objetos que podem ser portados por humanos e animais, os quais passam a ser objetos portadores de dispositivos computacionais capazes de conexão e comunicação. Nesse sentido, os objetos tendem a assumir o controle de uma série de ações do dia a dia, sem necessidade de que as pessoas estejam atentas e no comando (SANTAELLA et al., 2013).

A Internet das Coisas é uma extensão da Internet atual, que proporciona aos objetos do dia-a-dia, mas com capacidade computacional e de

comunicação, se conectarem à Internet. A conexão com a rede mundial de computadores viabiliza controlar remotamente os objetos e permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. Estas novas habilidades geram um grande número de oportunidades tanto no âmbito acadêmico quanto no industrial. Uma das principais características da IoT diz respeito à sua capacidade de proporcionar conhecimento sobre o mundo físico, a partir da grande quantidade de dados coletados pelos seus sensores. Por meio da mineração destes dados, é possível descobrir padrões comportamentais do ambiente ou usuários e realizar inferências sobre eles (SANTOS et al., 2016).

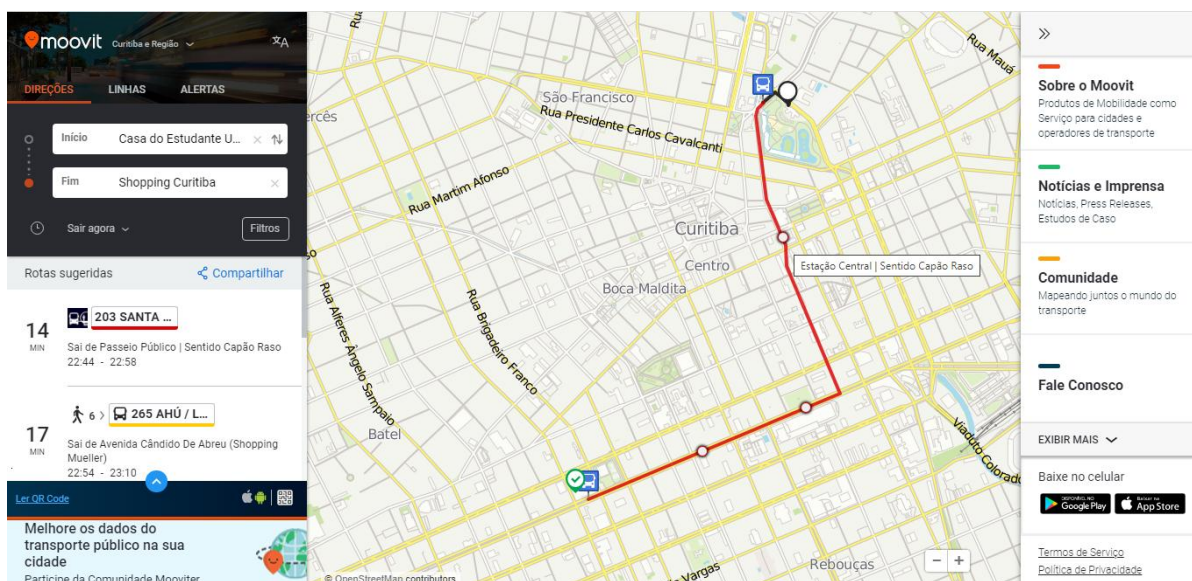
## 2.2 EXEMPLOS

### 2.2.1 Exemplo de aplicação – Moovit

O Moovit é um aplicativo de mobilidade urbana e também é uma empresa especializada em soluções sobre mobilidade. O Moovit opera desde 2012 e abrange cerca de 112 países contendo ao todo em torno de 3400 cidades, integra informações de transporte público, bicicletas e patinetes compartilhados e também serviços de caronas compartilhadas. Estima-se que são 950 milhões de usuários ao redor do mundo, sendo este aplicativo traduzido para 45 idiomas.

O Moovit agrega cerca de 6 bilhões de pontos de dados por dia ao maior repositório global de dados sobre transporte público. Este processo é auxiliado pela rede global de 720000 editores do Moovit, os Moovitors. Esses usuários dedicados ajudam a mapear e manter atualizadas informações de diversas cidades pelo mundo, algumas que não teriam esses dados de outra forma. Os Moovitors são responsáveis por mapear 77% das centenas de cidades que o Moovit está presente, criando uma verdadeira “Wikipedia do transporte público” (Moovit, 2020).

FIGURA 1- INTERFACE PARA DESKTOP DO MOOVIT



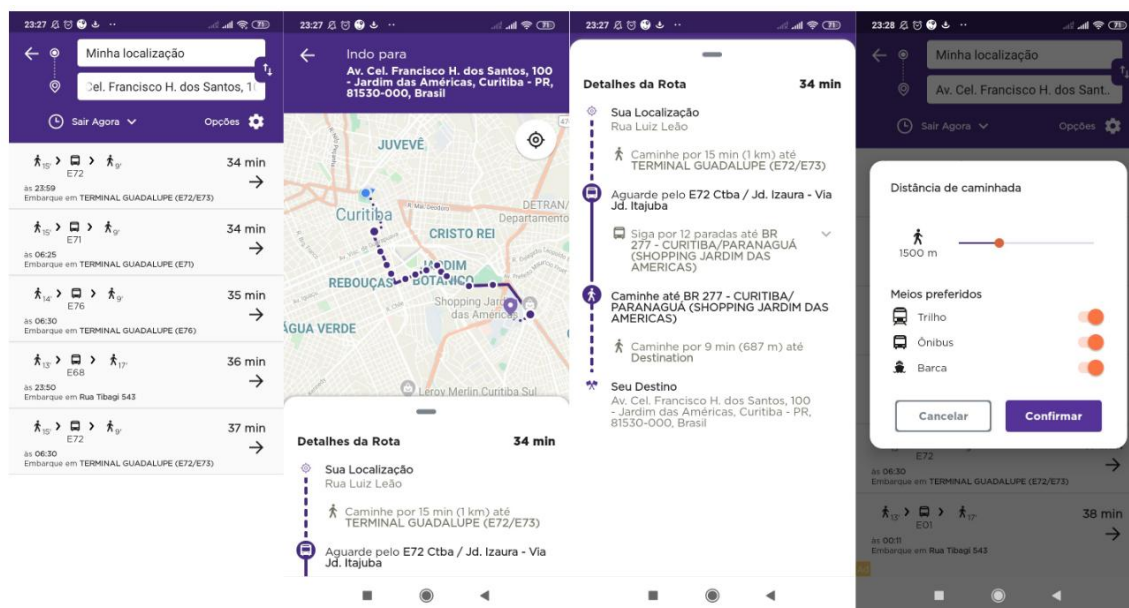
FONTE: Moovit (2020)

## 2.2.2 Exemplo de aplicação – CittaMobi

O CittaMobi é um aplicativo de mobilidade para celular fundado em 2014, que tem como finalidade conectar seus usuários, colaboradores, parceiros, fornecedores e clientes em uma rede de informação em tempo real. O CittaMobi fornece ao usuário informação em tempo real e permite consultar horário dos ônibus, consultar a melhor rota, filtrar ônibus pela acessibilidade, fazer recarga de bilhete eletrônico de transporte e entre outras utilidades. Atualmente está presente em cerca de 200 cidades em 13 estados do Brasil. (CittaMobi, 2020)



FIGURA 2 - INTERFACES DO APLICATIVO CITTAMOBIL



FONTE: Adaptado de CittaMobi (2020)

### 2.2.3 Exemplo de aplicação para cidade – SPTrans

A SPTrans (São Paulo Transporte S/A) atua desde 1995 na gestão do sistema de transporte público da cidade de São Paulo. De acordo com o site da SPTrans (<http://www.sptrans.com.br/sptrans/>) são transportados em torno de 10 milhões de passageiros ao dia, em uma frota que compreende 14.500 coletivos cadastrados, que percorrem cerca de 3 milhões de quilômetros.

Na página da SPTrans é possível consultar o itinerário dos ônibus por trajeto, por linha ou por local. Também é possível visualizar o mapa exibindo a consulta realizada.

FIGURA 3 - APLICAÇÃO DA SPTRANS

**SPTrans** PLANEJE SUA VIAGEM → **POR TRAJETO** POR LINHA POR LOCAL

FILTROS: **Quero Andar:** 600 m **UTILIZAR:**  Metrô  CPTM **Faixa Horária:** 14h00 **Dia:** Dia Útil **Priorizar:** Tempo

**BUSCAR**

Foram encontrados vários resultados para a sua busca. Por favor, selecione abaixo o resultado desejado e clique em "Continuar".

**Origem:**  
 R. DO CENTRO 0 A 0, JARDIM ÂNGELA, 04939180  
 POP CENTRO SANTO AMARO 0 A 0  
 R. REPUBLICA ARABE UNIDO (CENTRO PARAOLIMPICO BRASILEIRO) 0 A 0, V AGUA FUNDA  
 R. SEM DENOMINAÇÃO (CENTRO PARAOLIMPICO BRASILEIRO) 0 A 0, V AGUA FUNDA  
 R. SEM DENOMINAÇÃO (CENTRO PARAOLIMPICO BRASILEIRO) 0 A 0, V AGUA FUNDA  
 R. SEM DENOMINAÇÃO (CENTRO PARAOLIMPICO BRASILEIRO) 0 A 0, V AGUA FUNDA  
 R. SEM DENOMINAÇÃO (CENTRO PARAOLIMPICO BRASILEIRO) 0 A 0, V

**Destino:**  
 AV. PAULISTA 2 A 262, BELA VISTA  
 AV. LAUZANE PAULISTA 2 A 56, MANDAQUI, 02443040  
 AV. NOVA PAULISTA 2 A 16, TREMEMBÉ, 02363000  
 AV. PARAGUASSU PAULISTA 2 A 16, VILA MATILDE, 03564000  
 AV. PATROCÍNIO PAULISTA 2 A 50, VILA MATILDE, 03552000  
 PAS. TRES (V. PAULISTANA-CANG) 2 A 122, CANGAIBA  
 PAS. UM (V. PAULISTANA-CANG) 2 A 106, CANGAIBA  
 PCA. IMPRENSA PAULISTA 2 A 30, BUTANTÃ, 05517020

**VOLTAR** **CONTINUAR**

**ITINERÁRIO**  
 DE: R. DO CENTRO 0 A 0, JARDIM ÂNGELA, 04939180  
 PARA: AV. PAULISTA 2 A 262, BELA VISTA

**Tempo estimado**  
**1 hora e 58 minutos**  
 R\$ 4,40

**1** **À PÉ**  
 Cerca de 9 minutos, 427 metros  
 Caminhe até R. SEBASTIÃO RIBEIRO, 90 REF: R ARIIVALDO RODRIGUES RAMALHO/ R JOSE JOAQUIM VEIGA VALE

**2** **ÔNIBUS: 6008-10 TERM. STO. AMARO**  
 Cerca de 37 minutos, 9,69 km  
 Detalhes e horários Olho Vivo  
 Desembarque na R. PAULO EIRÓ, 108 REF: AV. PADRE JOSÉ MARIA

**3** **À PÉ**  
 Cerca de 1 minuto, 59 metros  
 Caminhe até AV. PE. JOSÉ MARIA, 25 REF: R PAULO EIRO/ LARGO TREZE DE MAIO

**4** **ÔNIBUS: 669A-10 TERM. PRINC. ISABEL**  
 Cerca de 1 hora e 1 minuto, 11,74 km  
 Detalhes e horários Olho Vivo  
 Desembarque na AL. SANTOS, 333 REF: R TEIXEIRA DA SILVA/ R MARIA FIGUEIREDO

**5** **À PÉ**  
 Cerca de 10 minutos, 498 metros  
 Caminhe até AV. PAULISTA 2 A 262, BELA VISTA

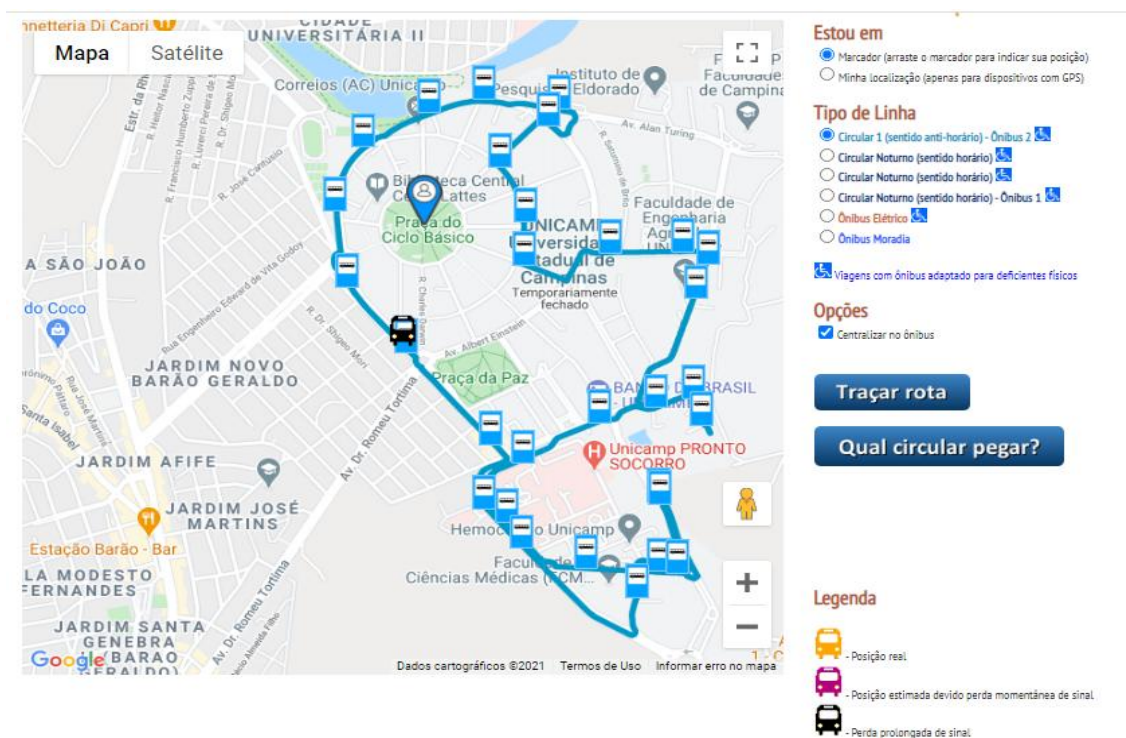
**VER MAPA AMPLIADO**

FONTE: SPTrans (2021)

### 2.2.3 Exemplo de aplicação para universidade - Smart Campus Unicamp

O Smart Campus Unicamp é um projeto da Universidade Estadual de Campinas que visa fazer uso do conceito IoT no campus da universidade. Como parte deste projeto, existe o 'Circular Interno' que fornece a localização em tempo real do ônibus circular. O circular interno é um serviço de transporte gratuito que facilita o deslocamento dos universitários dentro do perímetro do campus. Além de fornecer aos usuários informações em tempo real, o Circular Interno também é utilizado pela Unitransp para fiscalização da passagem dos ônibus nos horários corretos nas paradas.

FIGURA 4 - INTERFACE DA APLICAÇÃO CIRCULAR INTERNO



FONTE: Smart Campus Unicamp (2020)

### 2.3 PROJETO CARTOGRÁFICO

Para o desenvolvimento do projeto cartográfico é assumido que este é parte integrante do processo de comunicação cartográfica. A relação entre o

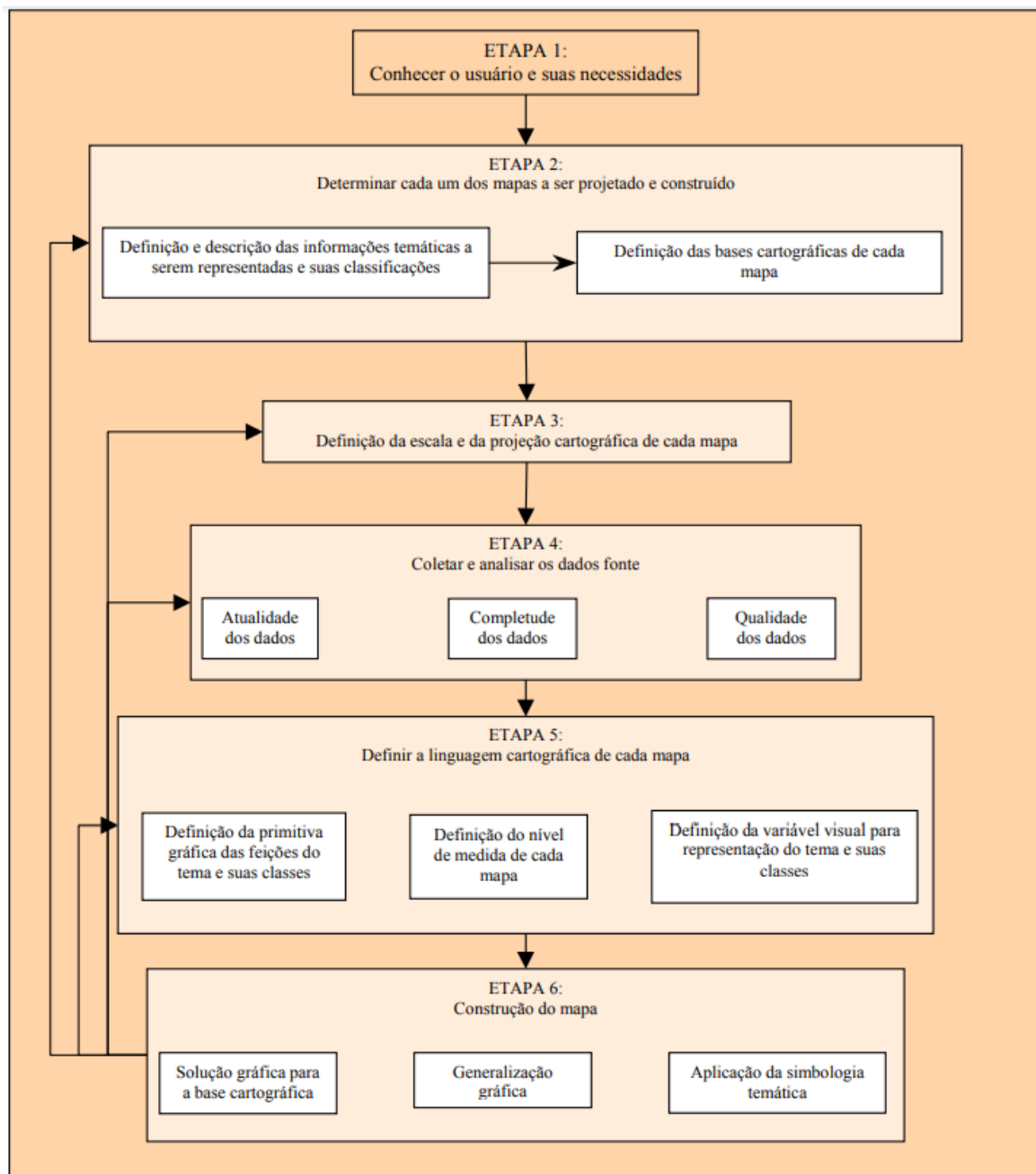
projeto cartográfico e a comunicação cartográfica não ocorre apenas pela definição da linguagem cartográfica de cada mapa, mas também pelo uso dos mapas. (Sluter, 2007). A definição da linguagem cartográfica é baseada em três aspectos dos símbolos que são dependentes, sendo estes: a dimensão espacial da feição e a primitiva gráfica para representá-la; o nível (ou escala) de medida, definido pelas características a serem representadas do fenômeno; as variáveis visuais (variações visuais) das primitivas gráficas, que serão usadas para representar as feições e suas classificações (VIEIRA et al.,2004).

De acordo com Sluter (2007) as primitivas gráficas são definidas a partir das dimensões espaciais do fenômeno (ou feição) a ser representado, e da escala de representação, e podem ser: ponto, linha e área. Os níveis (ou escalas) de medidas são tentativas de estruturar as observações sobre a realidade, e representam o nível de conhecimento que temos sobre os feições que serão representados nos mapas. A dimensão espacial pode ser pontual, linear ou de área.

No projeto cartográfico de um mapa temático, após determinadas as informações temáticas e suas classificações, o cartógrafo deve decidir sobre a base cartográfica do mapa. Num mapa temático, a base cartográfica é composta pelas feições topográficas, ou seja, as feições representadas nas cartas topográficas, que serão necessárias como referência espacial ao tema representado. (VIEIRA et al.,2004).

Com a definição da simbologia são concluídas todas as decisões de projeto necessárias para a construção dos mapas. Com as primeiras versões dos mapas são realizadas as análises sobre a qualidade das soluções gráficas. Se as soluções não são satisfatórias, é necessário revisar em qual etapa do projeto as decisões precisam ser revistas, de maneira a melhorar a eficiência das soluções cartográficas desejadas no projeto (Sluter, 2007).

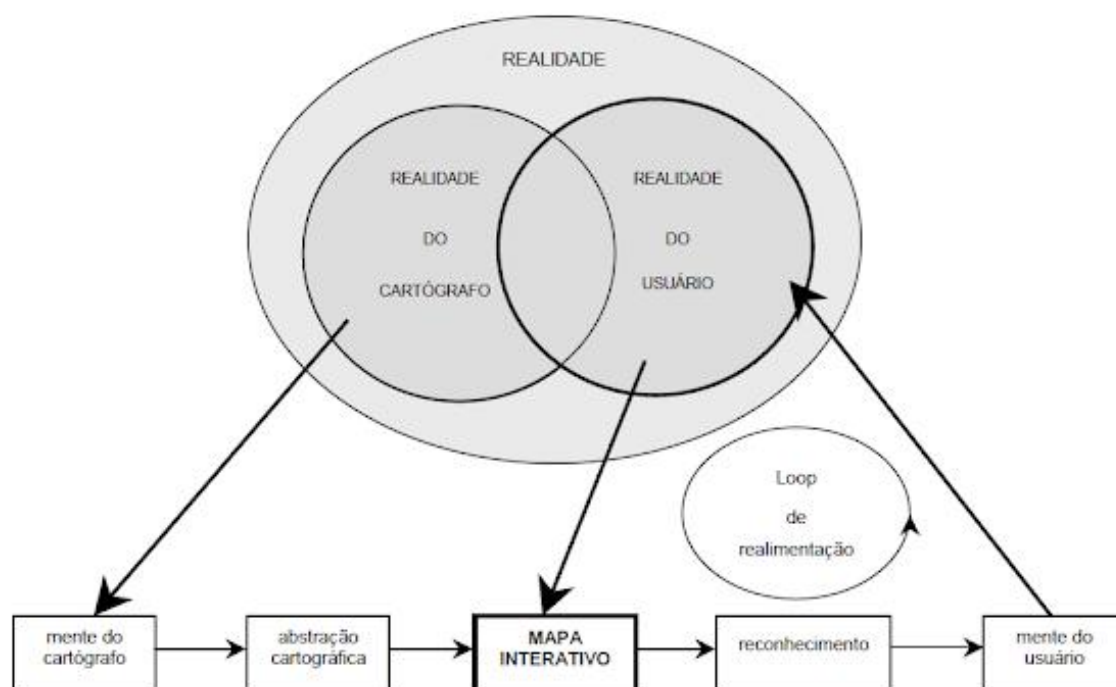
FIGURA 5 - ETAPAS DO PROJETO CARTOGRÁFICO



FONTE: Sluter ( 2007)

De acordo com Sluter (2000) no mapa interativo, o controle do processo de comunicação tem a participação do usuário, e não apenas do cartógrafo. Conseqüentemente, o processo no qual o cartógrafo e o usuário são colocados nos extremos da produção cartográfica deve ser redefinido. Nesse modelo, o cartógrafo fornece um ambiente para a utilização do mapa, porém o usuário decide como e quais informações devem ser apresentadas.

FIGURA 6 - COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA PARA MAPA INTERATIVO



FONTE: Sluter (2000)

Na cartografia, a interação é realizada tanto nas componentes gráficas (imagens) como nos atributos do mapa. Na interação gráfica pode-se definir a seleção de cores, a legenda, o layout, visualizar regiões específicas em escalas maiores. A interação com os atributos do mapa é a consulta à base de dados não-gráficas. Nesse caso a interatividade pode englobar atributos qualitativos e quantitativos dos fenômenos apresentados no mapa. A interação com atributos quantitativos pode ter como objetivo tanto a associação entre os valores do fenômeno com o mapa como a análise dos dados apresentados (Sluter, 2000).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo para a aplicação desenvolvida neste trabalho abrange os campi da Universidade Federal do Paraná na cidade de Curitiba e as rotas que interligam estes campi pelo serviço de ônibus Intercampi. A UFPR é composta por campi em vários municípios, porém, para a solução desta aplicação, apenas os campi dentro da cidade de Curitiba são considerados, pois são os campi que fazem parte das rotas realizadas pelas linhas de ônibus abordadas neste trabalho.

O serviço de ônibus intercampi percorre a cidade ligando os campi apenas em horários diurnos (matutino e vespertino) e cada linha possui uma rota específica, deste modo é necessária a consulta do itinerário de cada linha e do trajeto completo para saber a sequência de paradas e seus respectivos horários. A seguir na figura 7 segue um mapa temático que mostra a distribuição dos campi da UFPR no município de Curitiba.

FIGURA 7 - MAPA TEMÁTICO CAMPI DA UFPR EM CURITIBA



FONTE: A Autora (2021)

Atualmente são seis linhas de ônibus que circulam entre os campi: Intercampi I, Intercampi II, Intercampi III, Intercampi IV, Intercampi Extra e Intercampi Férias. As linhas I, II e IV são percorridas de segunda a sexta e a linha III apenas aos sábados. A linha Extra é percorrida apenas quando há a necessidade e previsão de lotação visando atender ao grande número de passageiros que utilizam do serviço e a linha Férias atua somente em período de férias estudantis.

### 3.2 MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas, em maioria, soluções de software livre e código aberto, sendo as exceções o My Maps e o Astah. Segue abaixo lista dos materiais utilizados:

- Astah UML - ferramenta de modelagem UML (*Unified Modeling Language*).
- OMTG-Designer - ferramenta para modelagem de dados espaciais.
- *My Maps* - plataforma do Google utilizada para criação de mapas e importação de dados.
- CampusMap - Projeto de mapeamento da Universidade Federal do Paraná.
- Atom - editor de texto.
- Django - *framework web Python*.
- *OpenLayers* - biblioteca *open source JavaScript* para construção de mapas.
- PostgreSQL e PostGIS - O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional e o PostGIS é uma extensão que permite o uso de objetos espaciais.
- Geoserver - servidor de código aberto para compartilhamento de mapas e dados geoespaciais.
- QGIS - sistema de informações geográficas.



- *Oracle VM Virtual Box* - virtualizador de uso geral para *hardware* x86, direcionado para servidor, *desktop* e uso integrado.
- *ColorBrewer2* - ferramenta online que auxilia na escolha de cores.

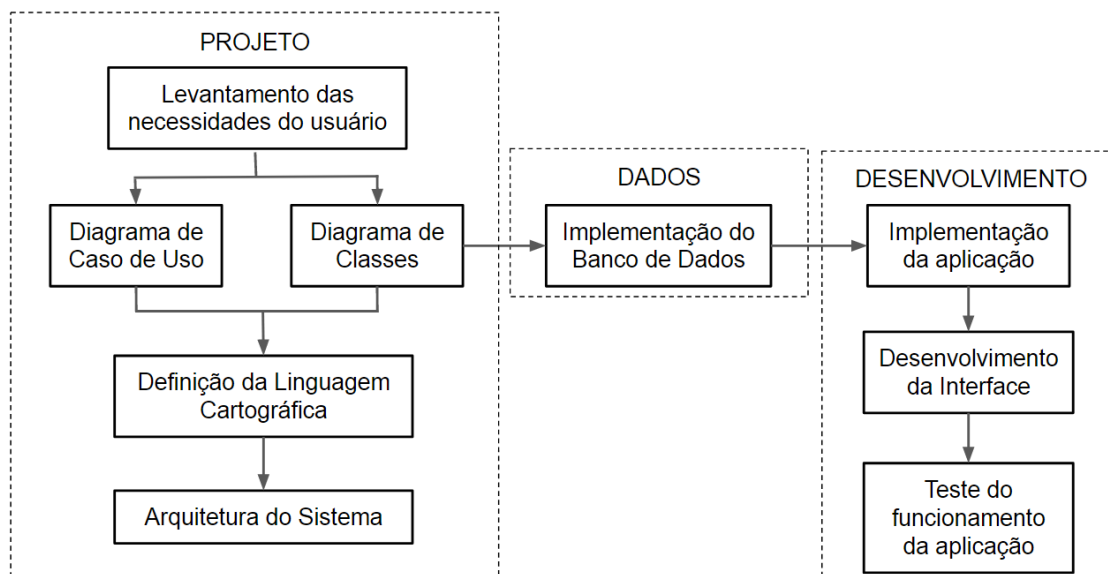
Linguagens de desenvolvimento e programação utilizadas:

- *CSS3 (Cascading Style Sheets)* - linguagem de desenvolvimento para adicionar estilo a um documento web.
- *HTML5 (HyperText Markup Language)* - linguagem de desenvolvimento para construção de páginas *web*.
- *JavaScript* - linguagem de programação interpretada estruturada, de script em alto nível com tipagem dinâmica fraca.
- *Python* - linguagem de programação de alto nível, orientada a objetos interpretada e de tipagem dinâmica forte.
- *SQL (Structured Query Language)* - Linguagem de consulta para banco de dados relacional.

### 3.3 DIAGRAMA DE FLUXO DAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento da aplicação é necessário o planejamento das etapas necessárias para sua concretização, para isto, o diagrama de fluxo permite a organização das tarefas a serem realizadas ao longo do seu desenvolvimento. A figura 8 mostra diagrama de fluxo com as etapas que foram seguidas.

FIGURA 8 - DIAGRAMA DE FLUXO DO DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021)

### 3.4 PROJETO

#### 3.4.1 Usuários e Necessidades

Os Usuários do serviço de ônibus intercampi são alunos e servidores da UFPR. Somente com apresentação de identificação e/ou comprovante de matrícula é possível embarcar nos ônibus.

Os usuários precisam conhecer os horários e locais de pontos de ônibus de cada linha específica, pois cada linha deste serviço realiza uma rota própria. Devido a atrasos e imprevistos, a informação de localização em tempo real se faz necessária, pois permite o usuário saber quando o ônibus está atrasado ou se o mesmo já passou no local de parada onde o usuário deseja embarcar. Como apenas os nomes das paradas são mencionados no itinerário atual, o usuário não tem a informação da localização precisa de onde

exatamente o ônibus pára e/ou estaciona para o embarque e desembarque de passageiros.

Atualmente, a única informação disponível é um arquivo com planilhas contendo locais de parada e horários em sequência da rota, uma planilha para cada linha. Este método não é tão eficiente na consulta para a tomada de decisão sobre qual ônibus pegar, em qual ponto aguardar, a localização específica do ponto e qual o horário marcado para a chegada e/ou saída de cada ônibus.

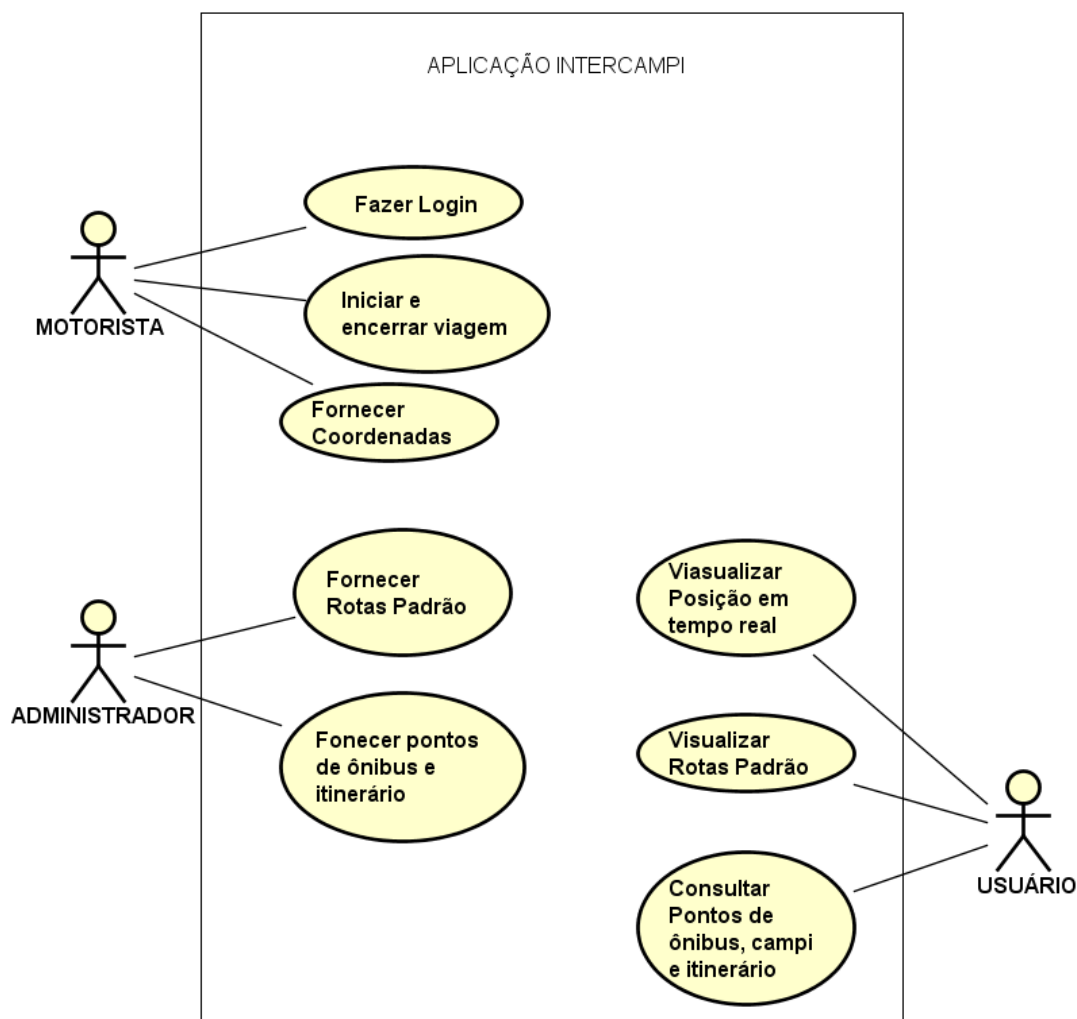
Além de suprir as necessidades dos usuários, a aplicação desenvolvida também pode servir para o monitoramento do serviço por parte dos gestores que o administram, sendo estes um outro tipo de usuário também beneficiado pela aplicação.

Por se tratar de uma aplicação web, o usuário não tem a necessidade de instalar a aplicação em seu *smartphone* para que esta funcione, ele terá acesso a informação simplesmente acessando o link da aplicação.

#### 3.4.2 Diagrama de Caso de Uso – UML

O diagrama de Casos de Uso auxilia no Modelo Conceitual de um projeto de sistema. Nele temos os atores que são responsáveis por realizar ações e ao criar o diagrama colocamos todas as funcionalidades necessárias que devem estar presentes no projeto. Na figura 9 está o diagrama de Casos de Uso da aplicação desenvolvida neste trabalho.

FIGURA 9 - DIAGRAMAS DE CASOS DE USO



FONTE: A Autora (2021)

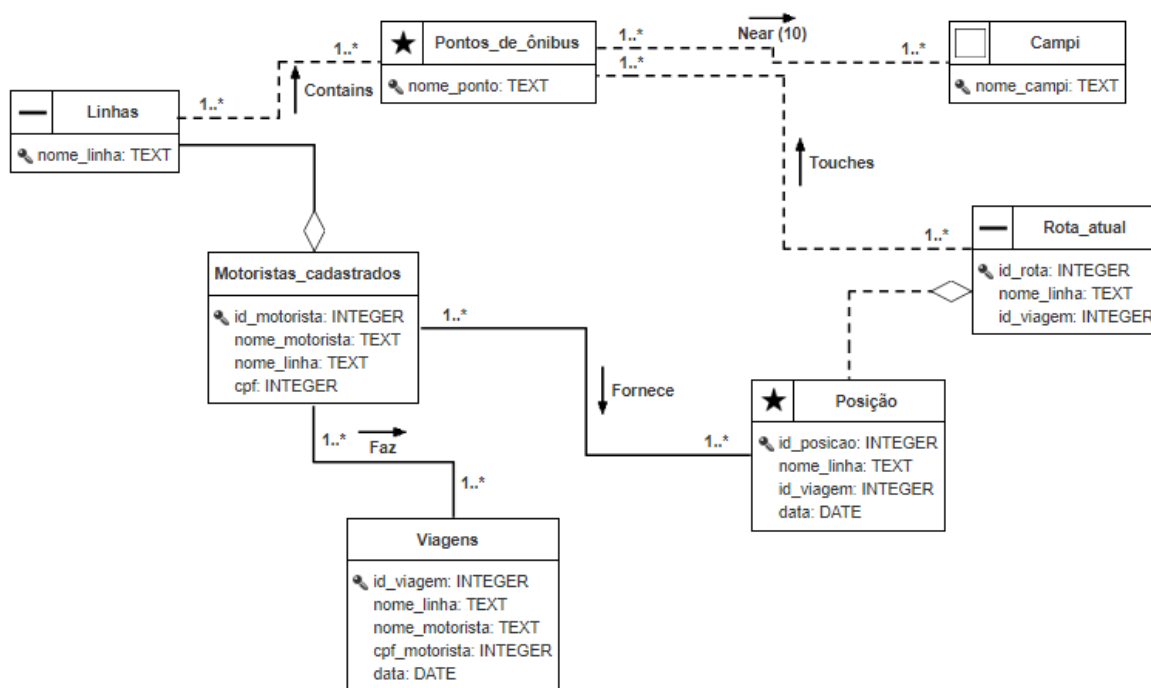
Nesta aplicação temos três atores que são: o motorista, o administrador e o usuário. Cada ator tem suas respectivas ações. O motorista é o responsável por fornecer os dados para gerar a informação em tempo real da aplicação, por isso na aplicação é necessário que ele faça o *login* para acesso e então inicie e encerre cada viagem de ônibus. Fazer o login é entrar com os dados do motorista para que esses possam ser armazenados no banco de dados, iniciar a viagem é iniciar o compartilhamento das coordenadas do ônibus e encerrar a viagem é encerrar este compartilhamento. O usuário é o beneficiado por poder visualizar as informações da aplicação, logo suas ações são de visualizar e consultar todas as informações disponíveis. O administrador disponibiliza as demais informações da aplicação que não dependem das ações do motorista, que são os dados estáticos que não variam com o tempo e

que estão sempre presentes na aplicação, como por exemplo, as rotas que os ônibus devem percorrer, os campi e os pontos de ônibus. O administrador também é responsável por disponibilizar o itinerário na aplicação.

### 3.4.3 Diagrama de Classes

No diagrama de classes em linguagem UML podemos estruturar os componentes e a relação entre eles na aplicação desenvolvida. Como este é um sistema de informação geoespacial, foi usada a linguagem OMT-G. Cada classe possui atributos e esses atributos podem ser comuns em mais de uma classe, deste modo temos o relacionamento entre elas. Na figura 10 está o diagrama da aplicação deste trabalho, onde há classes espaciais e não espaciais.

FIGURA 10 - DIAGRAMA DE CLASSES



FONTE: A Autora (2021)

Cada classe representa uma tabela dentro do banco de dados, sendo assim, a aplicação possui como dados espaciais os 'Pontos de ônibus', os

‘campi’, as ‘Linhas’ que são a representação das rotas padrões percorridas por cada linha de ônibus, a ‘Posição’ que se refere a coordenada do ônibus em tempo real e a ‘Rota atual’ que é a rota formada com as coordenadas fornecidas em tempo real. Além das classes espaciais também há as classes não espaciais, como ‘Motoristas cadastrados’ que se refere ao motorista que faz a viagem, sendo ‘Viagens’ a classe que armazena todo o histórico de viagens realizadas e acompanhadas pela aplicação.

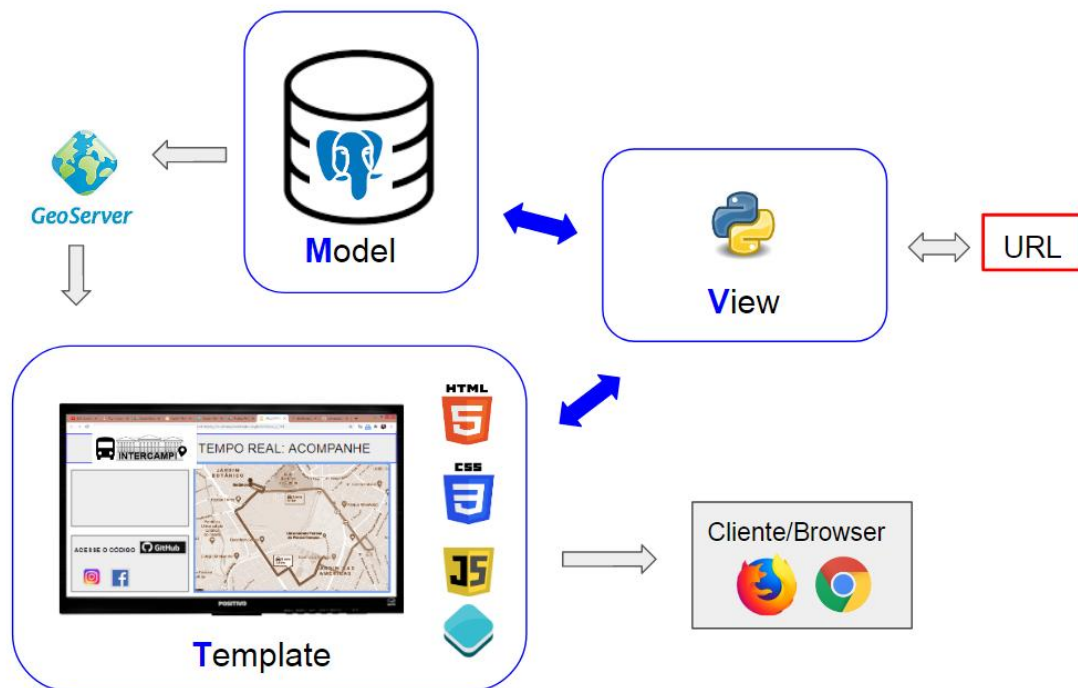
#### 3.4.4 Arquitetura da aplicação

A aplicação foi desenvolvida com o uso do *framework* de desenvolvimento *web* Django e com o uso de recursos da biblioteca *OpenLayers*. No desenvolvimento *web* com o Django usa-se o padrão MVT (*Model, View, Template*). *Model* corresponde ao mapeamento do banco de dados, onde são criadas as classes (tabelas do banco de dados) do projeto. *Template* corresponde às páginas de visualização do cliente, onde é desenvolvida a interface da aplicação. A *View* corresponde ao elemento responsável por definir o que o usuário irá receber conforme a requisição realizada.

Deste modo, para o desenvolvimento desta aplicação foram utilizadas as linguagens de programação e desenvolvimento *python, javascript, html5* e *css3* simultaneamente, pois com o uso do Django é possível fazer toda a implementação do projeto porque trata-se de um *framework full stack*, isto é, o funcionamento da aplicação e a interface da mesma são desenvolvida simultaneamente.

A aplicação foi desenvolvida com o Django porque o uso deste *framework* facilita o processo de desenvolvimento *web* e permite que uma aplicação como esta seja implementada em um único projeto com uma arquitetura MVT que é adequada para o funcionamento do Sistema Intercampi desenvolvido. A figura 11 mostra a arquitetura da aplicação.

FIGURA 11 - ARQUITETURA DA APLICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021)

No desenvolvimento com o Django também há a URL que direciona a requisição do cliente para ser executado em uma função da *View*, ou seja, trata-se de uma rota. Quando a requisição chega na *View*, esta pode se comunicar com o banco de dados (*Model*) e retornar uma resposta.

Os dados espaciais são servidos pelo Geoserver, deste modo o Geoserver faz requisições ao banco de dados e retorna os dados para o *OpenLayers* renderizar as camadas vetoriais. A implementação dos recursos utilizados no mapa é realizada com base nos recursos disponíveis na biblioteca *OpenLayers*, deste modo possibilita a interatividade do usuário com o mapa, e permite a obtenção das coordenadas dos ônibus, as quais são inseridas no banco de dados para posteriormente serem visualizadas na interface da aplicação.

### 3.4.5 Planejamento da interface

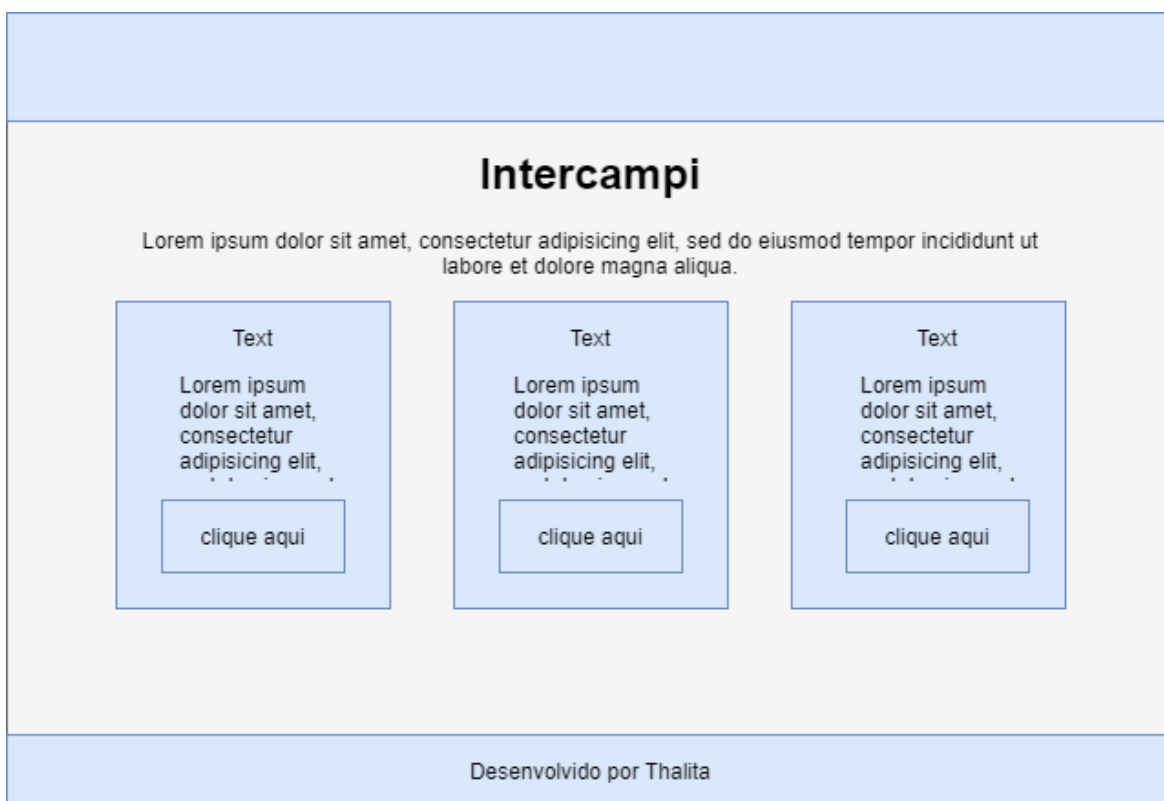
As informações principais da aplicação desenvolvida são representadas no *web* mapa, que é o destaque da aplicação, porém é importante disponibilizar ao usuário uma interface agradável, de fácil acesso e intuitiva para que a experiência do usuário com a aplicação seja a melhor possível. Por este motivo foi realizado o planejamento da interface para atender as necessidades do usuário de forma mais satisfatória e organizada.

É necessário destacar que existem dois tipos de usuários distintos que farão uso da aplicação, que são os motoristas e os estudantes (usuário comum), estes são os atores que farão uso da aplicação e foram mencionados no diagrama de casos de usos apresentado neste relatório na figura 9. Logo é importante que exista uma destinação diferente para os dois tipos de usuários, pois eles terão acesso a funcionalidades diferentes, porque um faz uso da aplicação para fornecer os dados e o outro faz uso da aplicação para visualizar a informação gerada.

Por se tratar de uma aplicação destinada aos usuários vinculados a Universidade Federal do Paraná, foram utilizados recursos visuais referentes aos demais serviços disponibilizados de forma online pela universidade, deste modo usar cores semelhantes às cores utilizadas nas plataformas virtuais da universidade faz com que o usuário relacione esta aplicação à universidade.



FIGURA 12 - PLANEJAMENTO DA INTERFACE PÁGINA INICIAL



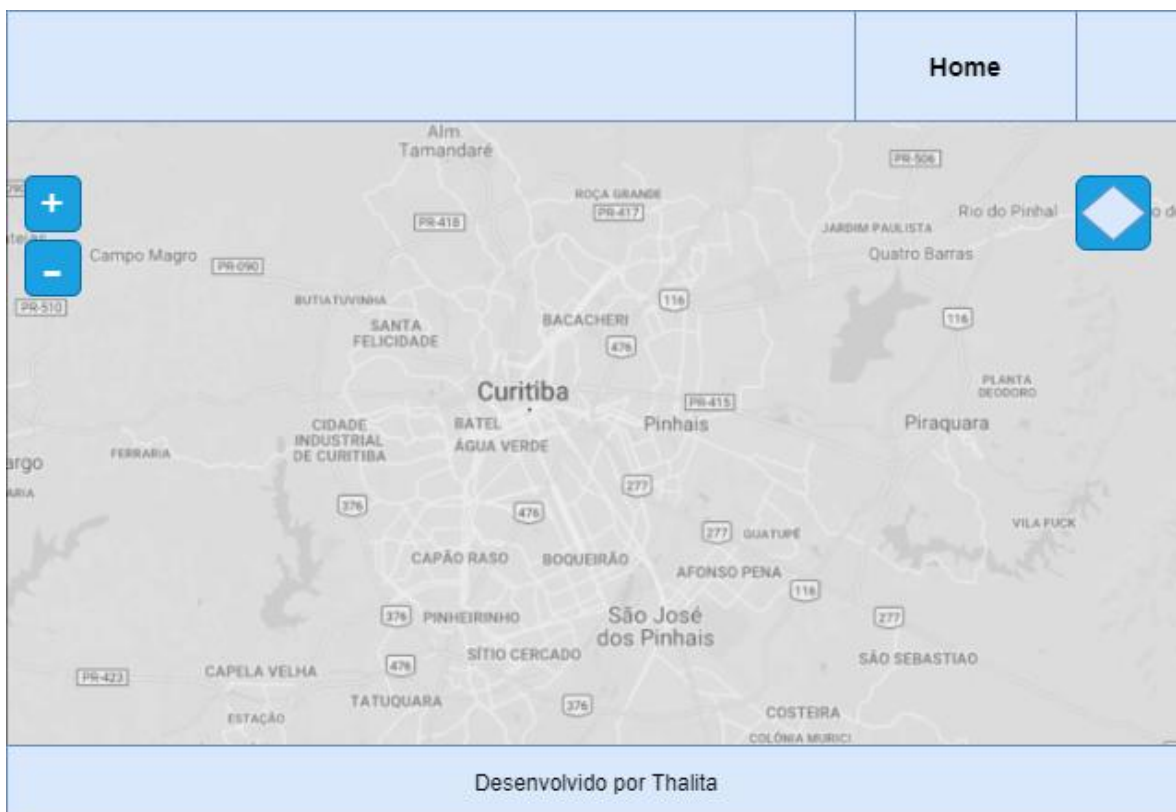
FONTE: A Autora (2021)

FIGURA 13 - PLANEJAMENTO DA INTERFACE ÁREA DO MOTORISTA



FONTE: A Autora (2021)

FIGURA 14 - PLANEJAMENTO DA INTERFACE ÁREA DO USUÁRIO



FONTE: A Autora (2021)

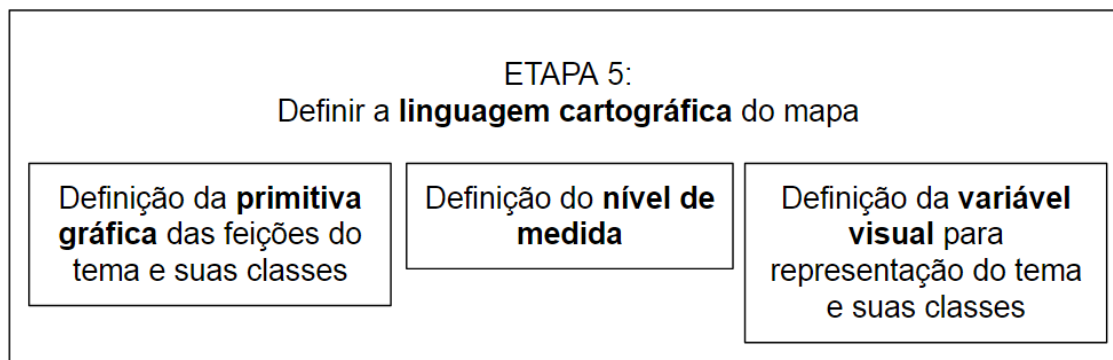
Como apresentado nas figuras 12, 13 e 14, a interface é simples e intuitiva, facilitando o acesso do usuário. A área destinada ao motorista possui espaço para preenchimento de dados e botões para que ele inicie e encerre a viagem. O usuário tem acesso ao mapa e possui a opção de retornar a página inicial ao clicar em 'Home'. O planejamento da interface foi realizado através de um aplicativo para criação de diagramas que pode ser acessado pelo seguinte link: <https://app.diagrams.net/>.

#### 3.4.6 Definição da Linguagem Cartográfica

Com base no modelo apresentado por Sluter (2007) umas das etapas para o desenvolvimento do projeto cartográfico é a definição da linguagem

cartográfica do mapa. Na figura 15 estão discriminadas as tarefas para a execução da Etapa 5 do Projeto Cartográfico com base no modelo de Sluter (2007).

FIGURA 15 - LINGUAGEM CARTOGRÁFICA



FONTE: A Autora (2021)

A simbologia utilizada é aplicada aos seguintes temas: rotas dos ônibus, pontos de ônibus, posição atual do ônibus e campi. Segue quadro especificando a linguagem cartográfica adotada aos temas (QUADRO 1):

QUADRO 1 - LINGUAGEM CARTOGRÁFICA







<b>Feição</b>	<b>Primitiva gráfica</b>	<b>Nível de Medida</b>	<b>Variável Visual</b>
Rotas Padrões	Linha	Nominal	Tom de Cor
Posição Atual do ônibus	Ponto	Nominal	Tom de cor
Ponto de ônibus	Ponto	Nominal	Forma
Campus	Polígono	Nominal	Tom de Cor
Rota Atual	Linha	Nominal	Forma

FONTE: A Autora (2021)

A simbologia adotada para os pontos de ônibus é uniforme para todos os pontos (mesma forma), assim como a simbologia adotada para os campi terá o mesmo padrão (mesmo tom de cor), pois para essas feições serão aplicados rótulos. O destaque de cores diferentes seguindo o método de classificação nominal será aplicado principalmente para as rotas padrão e para a posição atual do ônibus, que são as informações principais do tema do mapa. A Rota atual será diferenciada por sua forma, pois esta merece maior destaque entre as demais feições, porém a classificação se dará a união desta camada a camada de Posição atual, pois somente a posição atual segue a classificação das linhas de ônibus.

As cores usadas para a classificação das linhas de ônibus foram consultadas na plataforma ColorBrewer2 (<https://colorbrewer2.org/#>). Foi escolhida uma paleta de cores para uma classe com seis tons de característica qualitativa como segue na figura 16.

FIGURA 16 - CORES COLORBREWER2






INTERCAMPI I		#e41a1c
INTERCAMPI II		#377eb8
INTERCAMPI III		#4daf4a
INTERCAMPI IV		#984ea3
INTERCAMPI EXTRA		#ff7f00
INTERCAMPI FÉRIAS		#ffff33

FONTE: A Autora (2021)

Essa classificação de cor será aplicada tanto para as rotas padrões como também para a posição atual, assim diferenciando pela as linhas de ônibus: Intercampi I, Intercampi II, Intercampi III, Intercampi IV, Intercampi Extra e Intercampi Férias.

De acordo com a linguagem cartográfica especificada, a simbologia das camadas visíveis no mapa ficam de acordo com o exemplo apresentado na figura 17.

FIGURA 17 - SIMBOLOGIA

Feição	Primitiva gráfica	Nível de Medida	Variável Visual	Exemplo
Rotas padrão	Linha	Nominal	Tom de Cor	
Posição Atual do ônibus	Ponto	Nominal	Tom de cor	
Ponto de ônibus	Ponto	Nominal	Forma	
Campus	Área	Nominal	Tom de Cor	
Rota Atual	Linha	Nominal	Forma	

FONTE: A Autora (2021)

### 3.5 IMPLEMENTAÇÃO

Toda a aplicação foi desenvolvida em uma máquina virtual OSGeoLive com vários *softwares* geoespaciais de código aberto já instalados e tendo como sistema operacional o *Linux*. Como a aplicação foi desenvolvida utilizando o editor de texto Atom, foi possível fazer conexão com o GitHub e atualizar o código sempre que desejado fazendo *commits* e *push* diretamente pelo Atom.

#### 3.5.1 Obtenção das coordenadas em tempo real e dados estáticos

Os dados utilizados para essa aplicação são coordenadas das rotas das linhas de ônibus intercampi. O objetivo principal é a obtenção de

coordenadas em tempo real e para obter a localização do ônibus foi utilizada a aplicação de Geolocalização da biblioteca *Openlayers*. Essa aplicação obtém a coordenada do dispositivo assim que o usuário permite o compartilhamento desta informação. O exemplo da aplicação de Geolocalização pode ser acessada neste link: <https://openlayers.org/en/latest/examples/geolocation.html>.

Ao usar essa aplicação se têm acesso a outros dados também, mas como o dado de interesse é apenas a posição do ônibus foi selecionado apenas o dado de interesse implementando o seguinte código em *javascript*.

```
var geolocation = new ol.Geolocation({
  tracking: true
});
var position = geolocation.getPosition();
```

Esse dado obtido por meio da aplicação do *OpenLayers* é utilizado para compor as informações em tempo real, isto é, a posição atual do ônibus e para formar a rota no mesmo instante em que o ônibus estiver em movimento.

As informações que não mudam com o funcionamento da aplicação, que são as rotas padrão que os ônibus normalmente percorrem e os pontos de ônibus, foram coletados pela plataforma do google *My Maps* que permite a criação de camadas e o *download* de arquivos no formato kml (*Keyhole Markup Language*). Como as rotas das linhas de ônibus se sobrepõem, foi realizado um processamento destes dados utilizando do software Qgis para deslocar as rotas de modo a permitir a visualização destas sem sobreposição.

Os campi tiveram dados provenientes de duas fontes diferentes, alguns campi foram obtidos através da plataforma CampusMap ([www.campusmap.ufpr.br](http://www.campusmap.ufpr.br)) da UFPR, porém para alguns destes dados foi necessário um processamento para ter apenas a área delimitada pelo o perímetro de cada campus. Todos os campi que não estavam disponíveis na plataforma CampusMap foram coletados pela plataforma *My Maps*.

### 3.5.2 Implementação da Obtenção de coordenadas

Tendo em vista que é necessária a atualização da posição do ônibus de forma rápida para que seja possível acompanhar o seu deslocamento em tempo real, foi necessário implementar um código para obter novamente a coordenada em um determinado intervalo de tempo. O trecho de código em *javascript* abaixo é responsável por essa repetição.

```
var position = geolocation.getPosition();
var geolocation = new ol.Geolocation({
  tracking: true
});
mapa.on('click', setInterval(function(){
  var position = geolocation.getPosition();
  console.log(position);
  inserePonto(position)
},3000));
```

A partir de um evento a função *javascript* `setInterval()` é responsável pela a repetição da obtenção da coordenada, essa repetição ocorre de acordo com o tempo indicado em milisegundos. Neste trecho de código a cada repetição, além de ser obtida a coordenada ela também entra como parâmetro da função `inserePonto()` que será responsável pela inserção do dado no banco de dados e pelo o seu processamento. O evento responsável por chamar a função é o início da viagem por parte do motorista.

### 3.5.3 Implementação do banco de dados geográficos

Por se tratar de uma aplicação geoespacial que usa e processa dados espaciais, o banco de dados utilizado é o Postgresql com sua extensão espacial Postgis. O modelo do banco de dados foi definido no componente *Model* do projeto Django, posteriormente foi executada a função de migração do Django, a qual consiste em criar as tabelas no banco de dados.

A configuração do banco de dados é feita no arquivo *settings.py* do projeto Django, onde são informados os dados de acesso ao banco e outras configurações. Segue abaixo trecho de código do arquivo *settings.py*.

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.contrib.gis.db.backends.postgis',
        'NAME': 'banco_intercampi',
        'USER': 'usuarioexterno',
        'PASSWORD': '*****',
        'HOST': '200.17.255.171',
        'PORT': '5432',
    }
}
```

A criação de classes deve seguir uma ordem com base nos atributos que fazem o relacionamento entre elas, por este motivo o diagrama de classes é um recurso importante para ser consultado nesta fase do projeto. Segue abaixo exemplo de código implementado na criação de classes no arquivo *models.py*.

```
from django.contrib.gis.db import models

class Motoristas_cadastrados(models.Model):
    nome = models.CharField(primary_key=True, max_length = 40)

class Motoristas_cadastrados(models.Model):
    nome = models.CharField(primary_key=True, max_length = 40)
    cpf = models.IntegerField('Informe seu CPF:')

    class Meta:
        db_table = 'motoristas_cadastrados'
        managed = True

    def __unicode__(self):
        return '%s' %self.nome

class Linhas(models.Model):
    nome_linha=models.CharField(primary_key=True, max_length = 40)
    rota_padrao = models.LineStringField()

    class Meta:
        db_table = 'linhas'
        managed = True

    def __unicode__(self):
        return '%s' %self.nome_linha
```



```

class Viagens(models.Model):
    id_viagem= models.AutoField(primary_key= True)
    nome_linha = models.ForeignKey(Linhas, on_delete = models.CASCADE)
    nome = models.ForeignKey(Motoristas_cadastrados, on_delete = models.CASCADE)
    cpf = models.IntegerField('Informe seu CPF:')
    data = models.DateField(auto_now_add= True)

    class Meta:
        db_table = 'viagens'
        managed = True

```

No exemplo acima a classe 'Linhas' tem como chave primária o campo 'nome\_linhas' e a classe 'Motoristas\_cadastrados' tem como chave primária o campo 'nome\_motoristas' que por sua vez se tornam chaves estrangeiras na classe 'Viagens' e por este motivo as classes 'Linhas' e 'Motoristas\_cadastrados' foram criadas antes da classe 'Viagens', porque elas estão relacionadas e ligadas por meio dos campos pertencentes às primeiras classes.

Após a implementação das classes é necessário migrar esses dados para o banco de dados. Isso é feito por meio de comandos de migração que são responsáveis por criar as classes e atualizá-las no banco de dados e são utilizados sempre que há uma nova classe para ser migrada ou alguma mudança na estrutura da classe para ser atualizada no banco. Segue abaixo alguns comandos utilizados no terminal para a migração dos dados.

```

python manage.py makemigrations
python manage.py migrate

```

Para os casos em que é necessário apagar os atributos das classes no banco o seguinte comando é utilizado:

```

python manage.py flush

```

No Django existem comandos em *python* que excluem a necessidade de manipular os dados usando uma *query* SQL, deste modo, os objetos contidos no banco de dados podem ser atualizados a partir desses comandos implementados em *python*. Essa implementação ocorre na *View* da aplicação e

foi muito utilizada no desenvolvimento da aplicação para inserção de novos valores nas tabelas e atualização de dados.

Mesmo com a criação das classes no ambiente de desenvolvimento da aplicação, alguns dados foram inseridos diretamente no banco de dados. Nesses casos a inserção foi realizada com o uso de uma *query* SQL no PgAdmin, como exemplo segue abaixo o código de inserção dos dados na tabela 'Motoristas\_cadastrados'. Cabe lembrar que os nomes e CPFs utilizados na aplicação são de pessoas fictícias usados apenas para o funcionamento da aplicação.

```
INSERT INTO motoristas_cadastrados VALUES('Antônio Carlos Almeida', 32193048002);
INSERT INTO motoristas_cadastrados VALUES('José Silva Lopes', 69413553521);
INSERT INTO motoristas_cadastrados VALUES('Marcia Oliveira da Silva', 59300985574);
INSERT INTO motoristas_cadastrados VALUES('Maria Lopes Souza', 09252570950);
INSERT INTO motoristas_cadastrados VALUES('Paulo Alves Ferreira', 69413553521);
```

Os dados inseridos pelo código anterior são demonstrados na figura 18. O campo 'nome' desta tabela é a chave primária e é necessário que seja definido no formulário em que o motorista se identifica para iniciar a viagem, por este motivo esta foi uma das primeiras classes criadas e preenchidas. Uma vez que a classe foi criada no *Model* da aplicação, no PgAdmin foi apenas realizada a inserção dos valores aos campos.

FIGURA 18 - TABELA DE MOTORISTAS CADASTRADOS

	<b>nome</b> [PK] character varying(40)	<b>cpf</b> integer
1	Antônio Carlos Almeida	32193048
2	José Silva Lopes	6941355
3	Marcia Oliveira da Silva	593009855
4	Maria Lopes Souza	92525709
5	Paulo Alves Ferreira	635037263
*		

FONTE: A Autora (2021)

Os formulários no Django permitem que o usuário insira informações na aplicação e a partir disso é possível inserir esses valores nas tabelas do banco de dados. Além de inserir dados fornecidos pelo usuário, também é possível disponibilizar para seleção os valores de um determinado campo de uma determinada classe, onde o usuário pode escolher o valor desejado (figura 19).

FIGURA 19 - FORMULÁRIO

The image shows a web form with the following elements:

- Nome:** A dropdown menu with the selected value "José Silva Lopes".
- Informe seu CPF:** A text input field containing the value "123456789".
- Nome linha:** A dropdown menu with the label "Selecione a linha". The dropdown is open, showing a list of options: "Selecione a linha", "INTERCAMPI TESTE", "INTERCAMPI I", "INTERCAMPI II" (highlighted in blue), "INTERCAMPI III", "INTERCAMPI IV", "INTERCAMPI EXTRA", and "INTERCAMPI FERIAS".

FONTE: A Autora (2021)

A seleção ocorreu para a escolha da linha de ônibus e para que o motorista apontasse o seu nome antes de iniciar a viagem. Por isso o formulário também pode ser citado como uma das formas de inserção de dados para a aplicação. Segue abaixo o código da implementação do formulário.

```
from django import forms
from . models import Viagens
from . models import Linhas
from . models import Motoristas_cadastrados

class Form_Viagens(forms.ModelForm):
    nome_linha=forms.ModelChoiceField(queryset=Linhas.objects.all(), to_field_name =
'nome_linha', empty_label="Selecione a linha")
    nome=forms.ModelChoiceField(queryset=Motoristas_cadastrados.objects.all(),
to_field_name = 'nome', empty_label="nome completo")
```

```
class Meta:  
    model = Viagens  
    fields = ['nome', 'cpf', 'nome_linha']
```

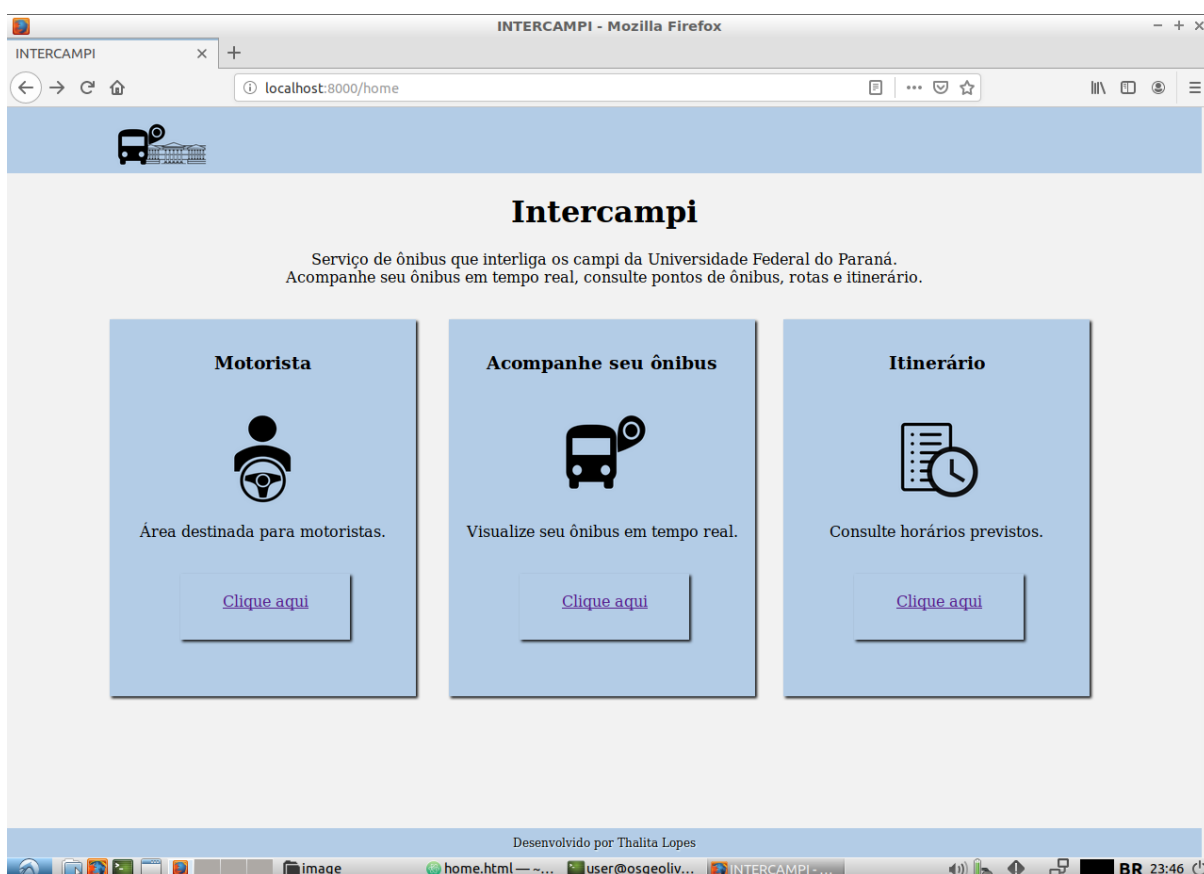
### 3.5.4 Desenvolvimento da interface

A interface foi desenvolvida em paralelo com o resto da aplicação, pois permitia testar as funcionalidades que eram criadas. Posteriormente, a interface foi estilizada conforme o projeto previamente elaborado.

Para desenvolver a interface foram utilizadas as linguagens de desenvolvimento html5, css3 e *JavaScript* utilizando como inspiração o planejamento da interface apresentada neste relatório no item 3.4.5. A linguagem html5 foi utilizada para definir a estrutura da interface, o css3 para definir o estilo dos componentes e o *JavaScript* para implementar a interatividade da interface.

A tela inicial dispõe de três opções de acesso (figura 20). A primeira opção é destinada aos motoristas, a segunda é destinada ao usuário que deseja acompanhar as linhas de ônibus e a terceira opção dá acesso ao atual itinerário disponibilizado aos usuários do serviço prestado.

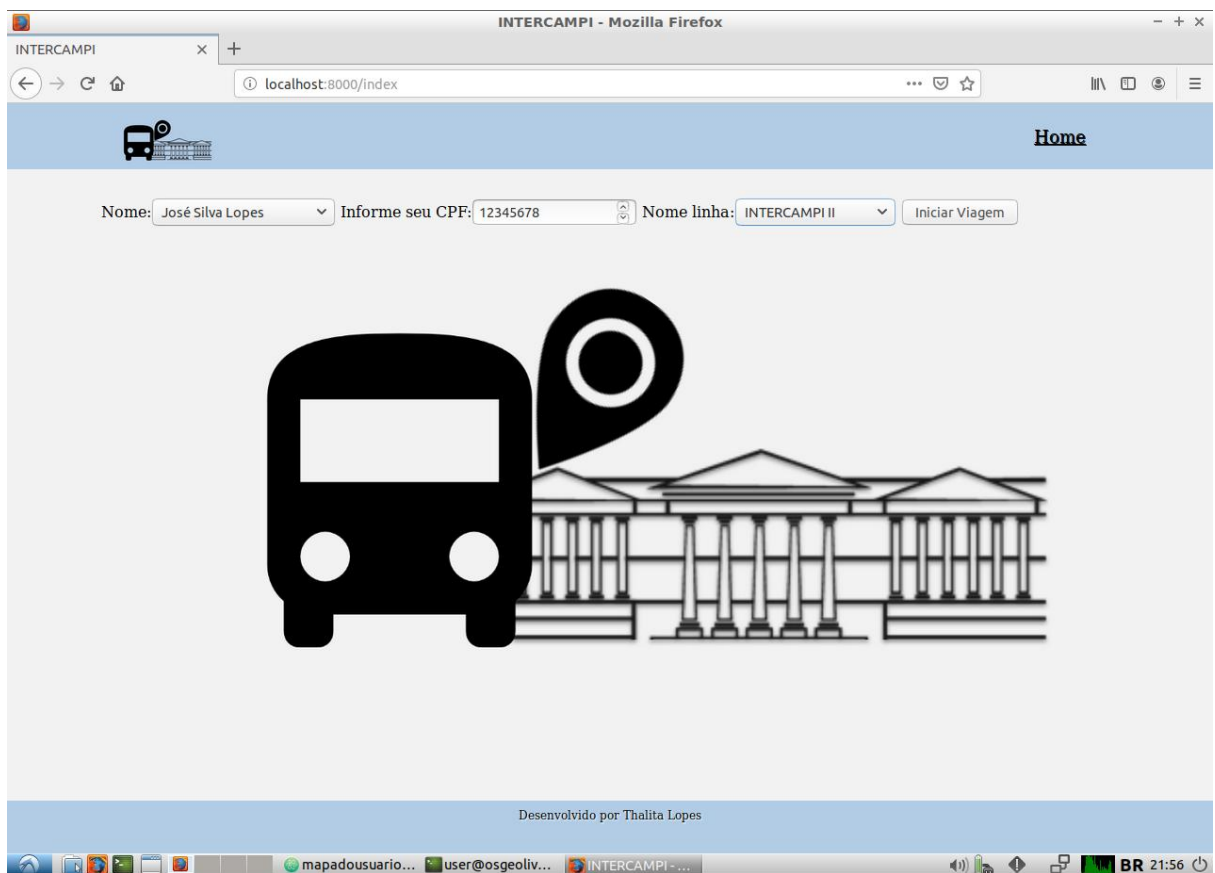
FIGURA 20 - INTERFACE DA PÁGINA INICIAL DA APLICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021)

Ao clicar na primeira opção, o motorista terá acesso a um formulário que ele terá de preencher antes de iniciar a viagem. Neste formulário ele terá as opções de linhas de ônibus onde ele deve selecionar qual irá realizar. Segue na figura 21 a interface da área destinada ao motorista.

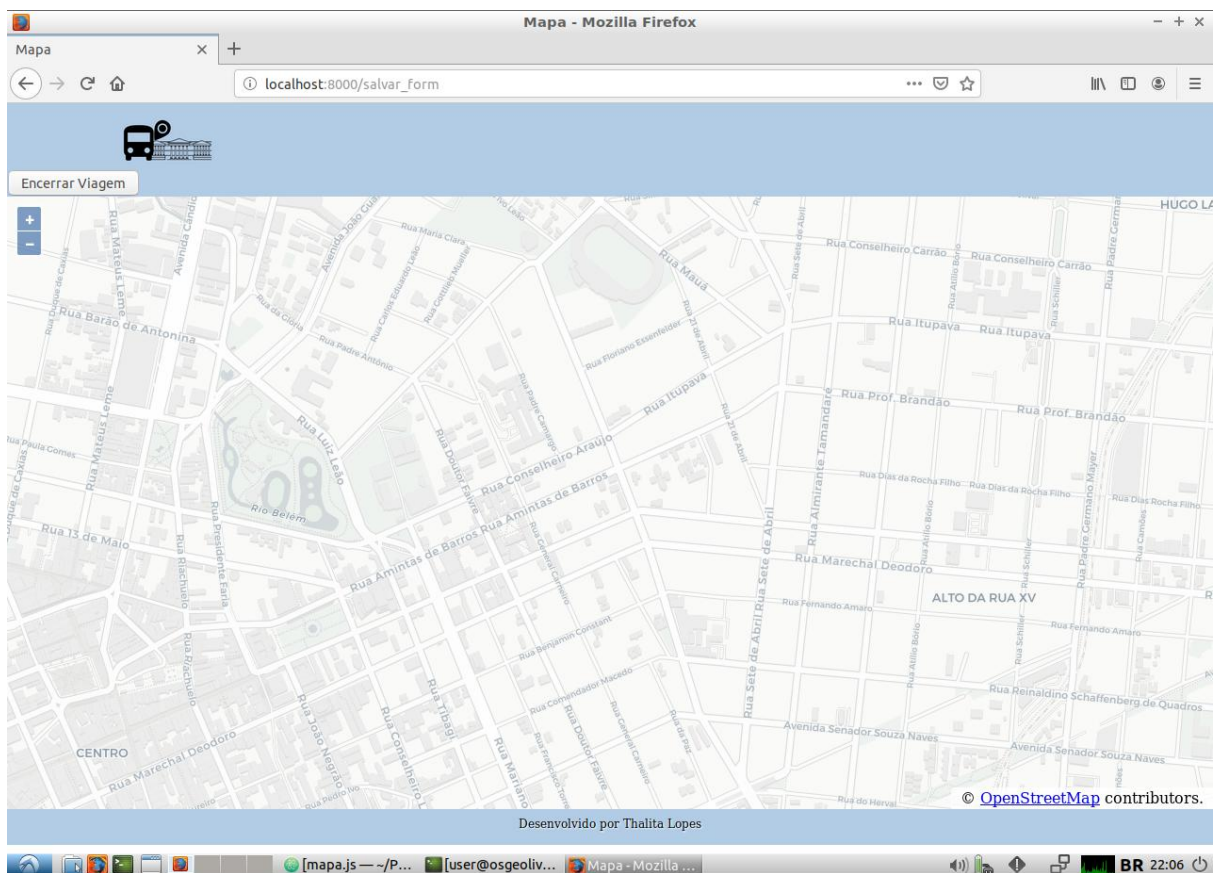
FIGURA 21 - INTERFACE DA ÁREA DESTINADA AO MOTORISTA



FONTE: A Autora (2021)

Ao clicar em iniciar viagem o motorista será direcionado a um mapa, onde também terá a opção de encerrar a viagem. A figura 22 mostra a interface do mapa destinado ao motorista.

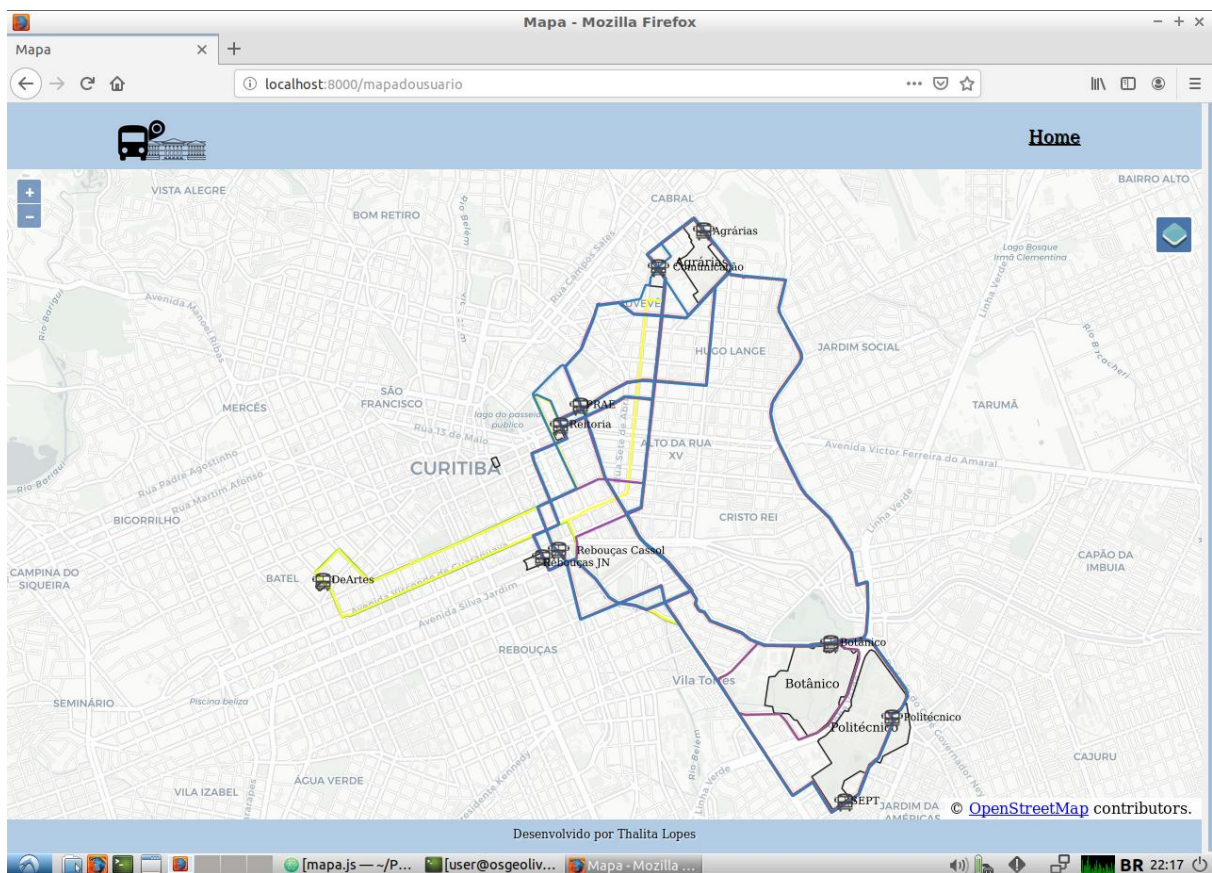
FIGURA 22 - INTERFACE DO MAPA DO MOTORISTA



FONTE: A Autora (2021)

Ao clicar na segunda opção da tela inicial, o usuário terá acesso ao mapa que contém todas as informações de interesse. A figura 23 mostra a interface do mapa destinado ao usuário da aplicação.

FIGURA 23 - INTERFACE DO MAPA DO USUÁRIO



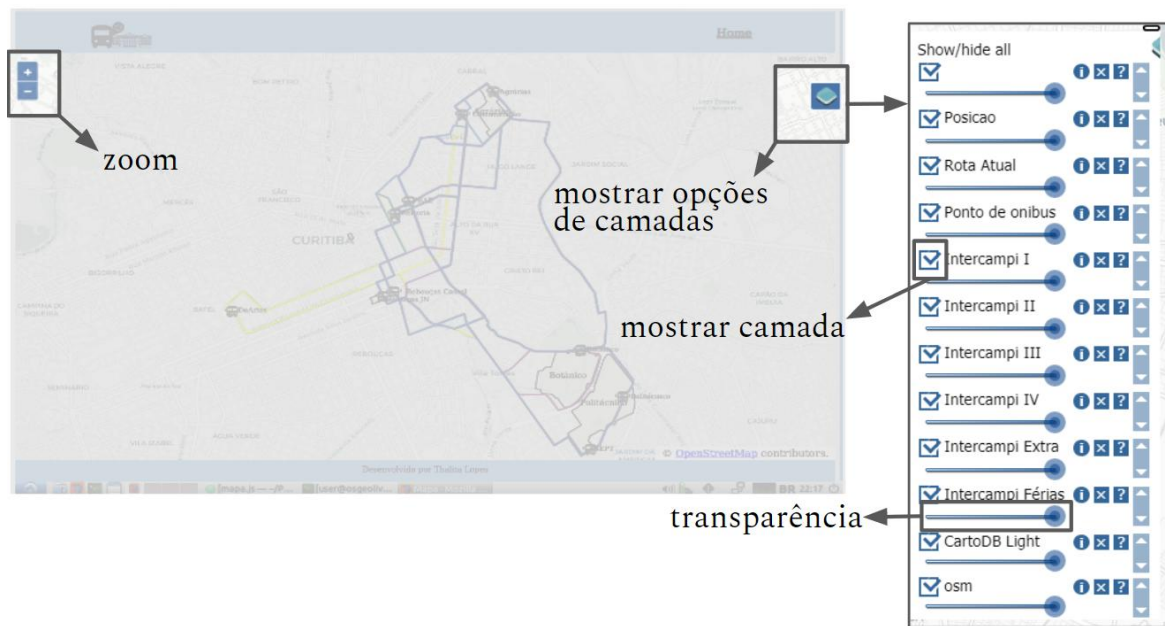
FONTE: A Autora (2021)

### 3.5.5 Interatividade do mapa

Por se tratar de uma aplicação web é possível prover ferramentas no mapa, onde o usuário pode interagir e explorar as informações representadas no mapa. Na figura 24 estão destacadas as interações disponíveis para o usuário, que são: aumentar e diminuir o zoom, optar por visualizar as opções de camadas que podem ser apresentadas e omitidas do mapa, optar por mostrar ou omitir camada e aplicar transparência em uma camada específica. Essas ferramentas foram inseridas a partir das aplicações disponíveis na biblioteca *OpenLayers* que são extensões conhecidas como *ol-ext*. A extensão utilizada foi *Layer Switcher control* que pode ser acessada pelo seguinte endereço: <https://viglino.github.io/ol-ext/examples/control/map.switcher.html>.



FIGURA 24 - INTERAÇÕES NO MAPA



FONTE: A Autora (2021)

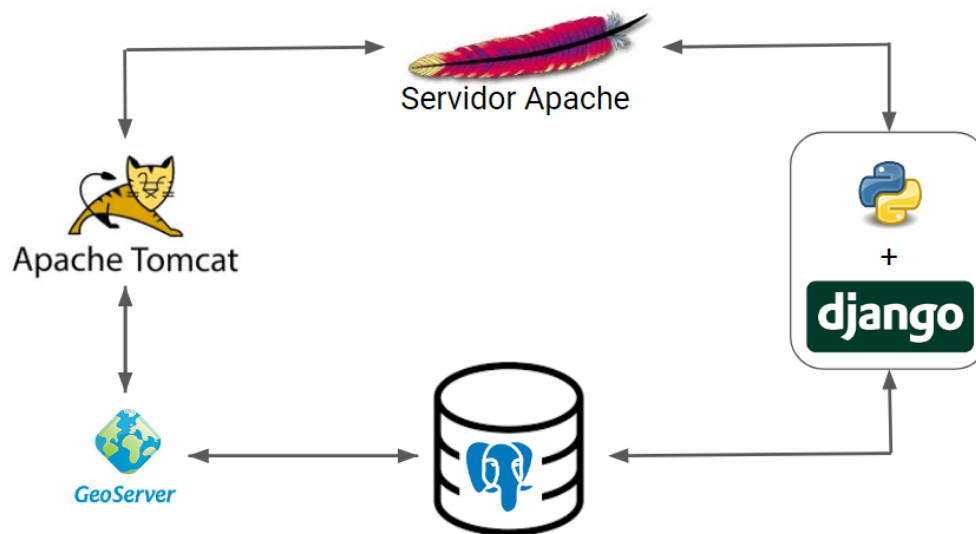
### 3.5.6 Publicação da aplicação

A aplicação foi hospedada no servidor do laboratório LabGeoLivre na Universidade Federal do Paraná, que tem as seguintes configurações:

- *Desktop Dell*
- Processador Intel Core i5-3470 Quad Core.
- Memória RAM 8 GB.
- Disco Rígido 500 GB (7200 rpm)
- Placa Gráfica Intel HD *Graphics 2500*
- Frequência 3,2 GHz

A figura 25 representa a arquitetura de *softwares* do servidor.

FIGURA 25 - ARQUITETURA DE SOFTWARES DO SERVIDOR



FONTE: A Autora (2021)

- Apache - servidor http que faz a comunicação via *web* entre a *internet* e a aplicação.
- Servidor Apache Tomcat - Servidor de aplicações *web* baseado em Java, o qual serve a aplicação Geoserver.
- Geoserver - servidor de código aberto para compartilhamento de mapas e dados geoespaciais.
- Django - *framework web Python*.
- Postgres/PostGIS - sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO

Como já mencionado, na página inicial existem as entradas para a área do motorista e para a área do usuário. Para que o usuário tenha a informação em tempo real é necessário que o motorista esteja fornecendo os dados da rota que está sendo percorrida. Logo, é necessário que o motorista faça o acesso a área destinada a ele, preencha o formulário e inicie a viagem.

O motorista deve fazer uso de um *smartphone* para acessar a aplicação e iniciar o compartilhamento dos dados, pois ao fazer uso do *smartphone* a aplicação irá acessar o *GPS* do dispositivo e este pode ser embarcado no ônibus. Após o motorista clicar na opção de iniciar a viagem, é requerida a permissão de acesso a localização do dispositivo, onde o motorista deve permitir que sua localização seja acessada (figura 26).

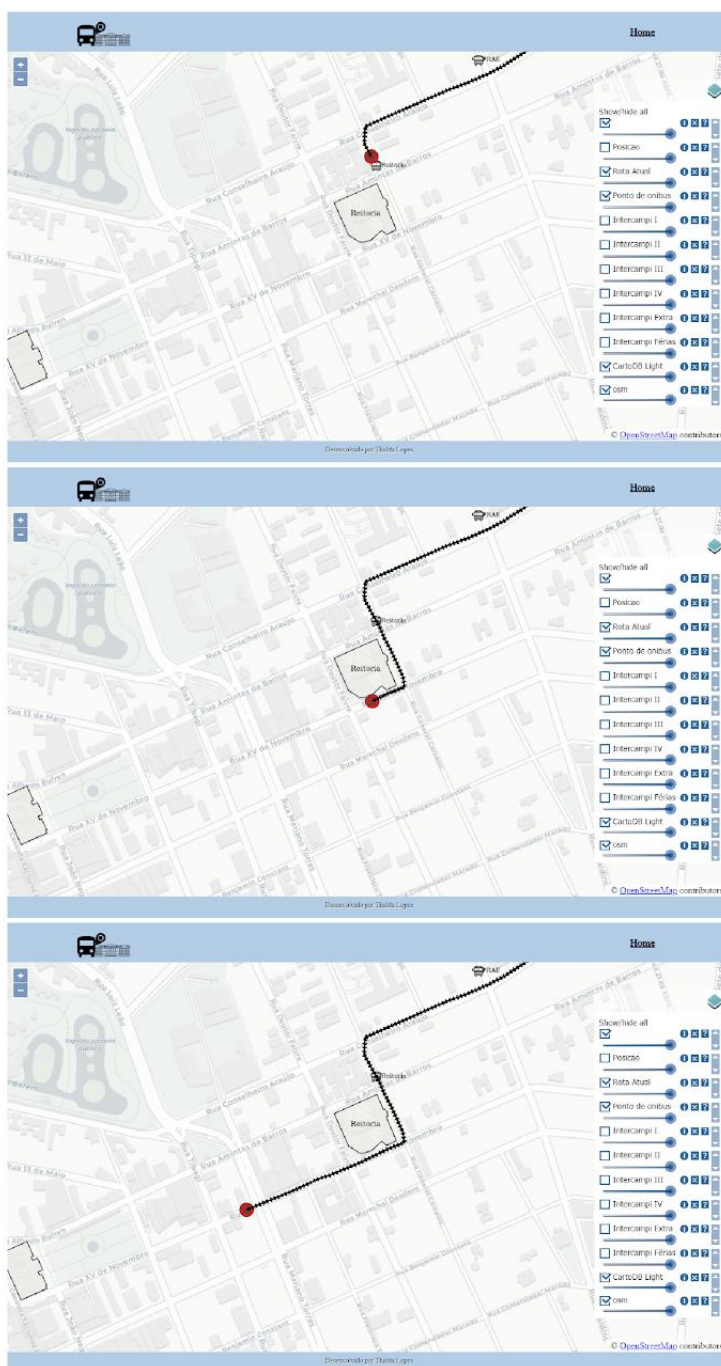
FIGURA 26 - PEDIDO DE ACESSO A LOCALIZAÇÃO



FONTE: A Autora (2021)

Assim que o motorista permitir o acesso a sua localização, esta será obtida a cada 3 segundos e a partir da segunda coordenada obtida uma linha será formada, deste modo estará sendo atualizado no mapa acessado pelo usuário a posição atual do ônibus e a rota formada pelo ônibus. A figura 27 mostra a visualização que o usuário tem acesso durante o período em que o ônibus está em movimento.

FIGURA 27 - VISUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL



FONTE: A Autora (2021)

Vale ressaltar que durante o período em que esta aplicação foi desenvolvida e testada o serviço de ônibus intercampi estava inativo devido o adiamento das aulas presenciais pela UFPR durante a pandemia do COVID-19. Deste modo, os testes foram realizados com o auxílio do aplicativo para *Android Fake GPS - Joystic and Routes* (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gsmartstudio.fakegps>), esse aplicativo altera a localização real do dispositivo por uma localização fictícia que pode ser previamente definida, deste modo é possível criar rotas e inicializá-las.

Quando o motorista encerra a viagem, a rota percorrida e a posição do ônibus somem do mapa, ou seja, a visualização do ônibus e a rota por ele percorrida só pode ser vista pelo usuário se o ônibus estiver trafegando e enquanto o motorista estiver fornecendo o acesso a sua localização. Ao encerrar a viagem se encerra também o compartilhamento dos dados.

Sempre que o motorista acessa a aplicação para iniciar uma nova viagem, ele deve preencher um formulário, os dados deste formulário ficam salvos numa tabela do banco de dados, deste modo todas as viagens realizadas são registradas e é possível acessar essa informação posteriormente. Isso funciona como o histórico de todas as viagens que foram feitas e as informações guardadas para cada viagem são: nome e CPF do motorista que realizou a viagem, a linha de ônibus percorrida e a data em que a viagem foi realizada como segue na figura 28.

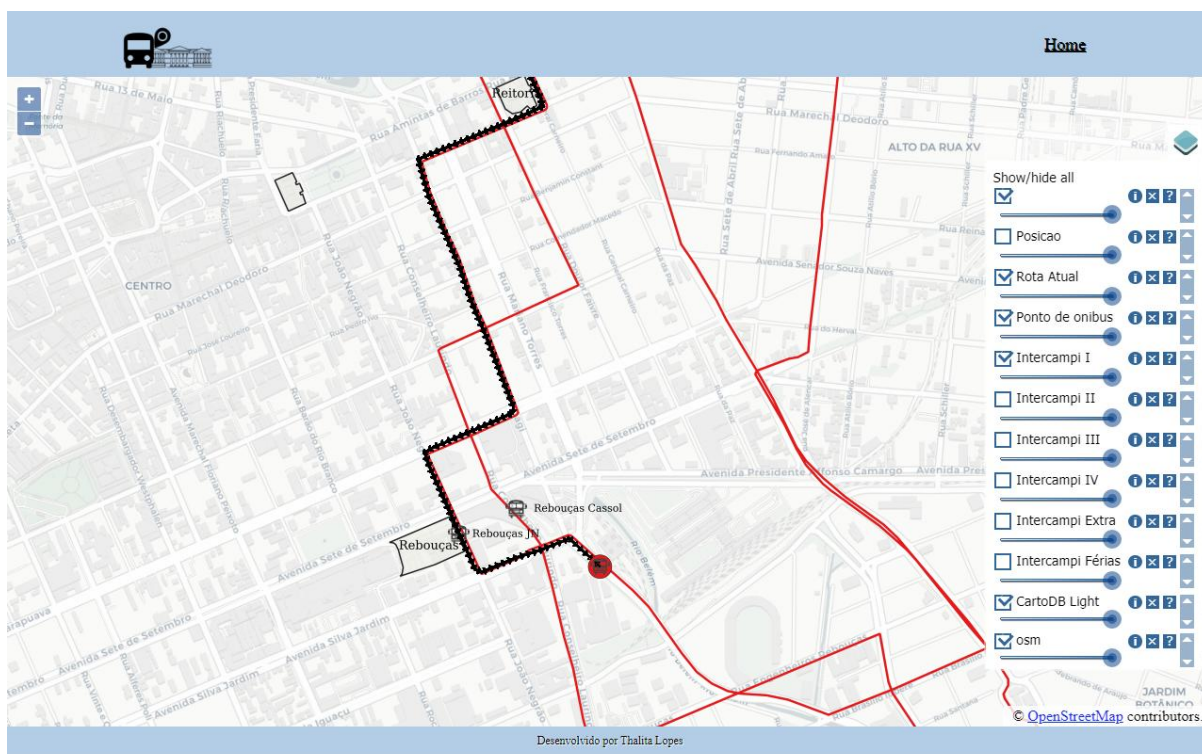
FIGURA 28 - TABELA COM O HISTÓRICO DAS VIAGENS REALIZADAS

	id_viagem [PK] serial	cpf integer	data date	nome_id character varying(40)	nome_linha_id character varying(40)
1	1	3535436	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
2	2	3535436	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
3	3	6375758	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
4	4	456436436	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI II
5	5	6437537	2021-03-02	Antônio Carlos Almeida	INTERCAMPI II
6	6	5587452	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI TESTE
7	7	528835655	2021-03-02	Maria Lopes Souza	INTERCAMPI I
8	8	21321323	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
9	9	4845454	2021-03-02	Paulo Alves Ferreira	INTERCAMPI IV
10	10	25858685	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
11	11	644376437	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
12	12	25858685	2021-03-02	José Silva Lopes	INTERCAMPI I
13	13	366547547	2021-03-02	Antônio Carlos Almeida	INTERCAMPI III
14	14	366547547	2021-03-02	Antônio Carlos Almeida	INTERCAMPI III
15	15	366547547	2021-03-02	Antônio Carlos Almeida	INTERCAMPI III

FONTE: A Autora (2021).

O teste realizado da figura 27 é a simulação de um trecho da rota percorrida pela linha Intercampi I. Na figura 29 é possível ver como a rota formada em tempo real se destaca sobre a rota padrão e deste modo o usuário pode comparar o percurso do ônibus com a rota que ele deve realizar.

FIGURA 29 - ROTA ATUAL E ROTA PADRÃO

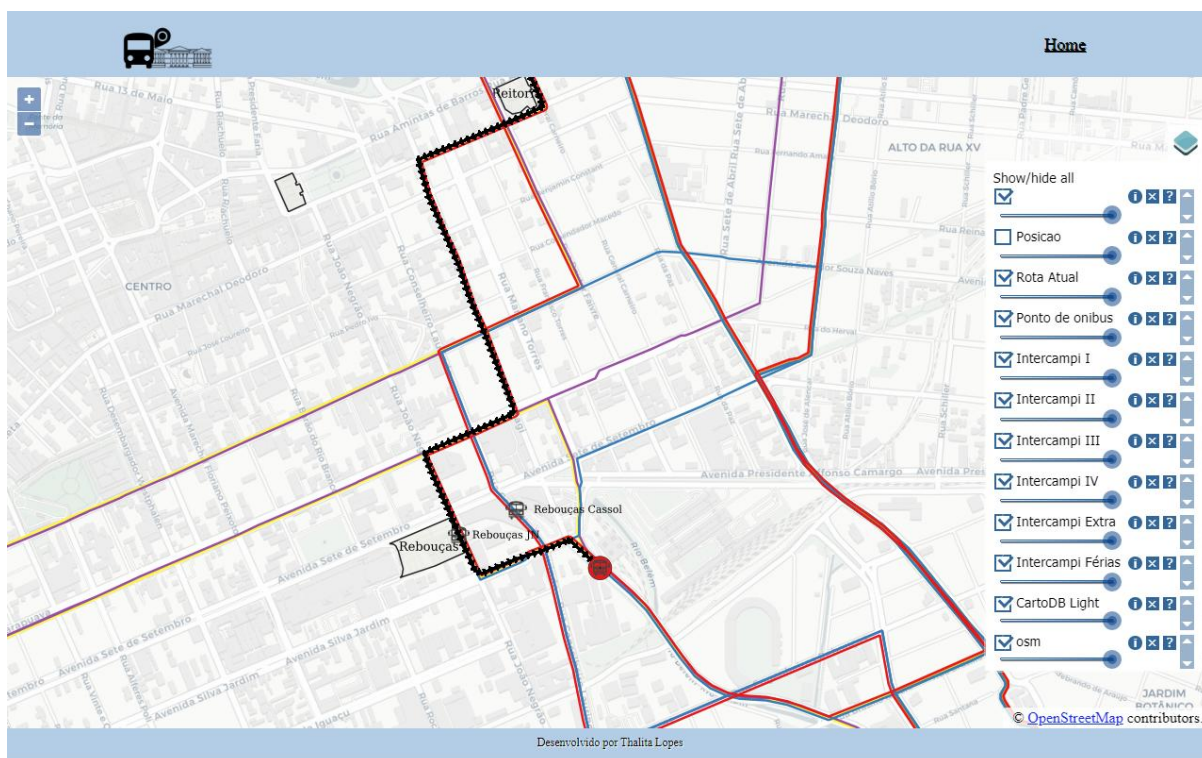


FONTE: A Autora (2021)

Na figura 30 está a visualização que o usuário possui ao consultar a rota atual que está sendo percorrida com todas as camadas de rotas padrões sendo exibidas. Nesta visualização a rota atual continua se destacando e a classificação da rota em percurso se dá de acordo com a simbologia da posição atual do ônibus que segue a classificação das linhas de ônibus.



FIGURA 30 - VISUALIZAÇÃO COM TODAS AS CAMADAS



FONTE: A Autora (2021)

Um vídeo demonstrando o funcionamento da aplicação pode ser acessado através do seguinte link: <https://youtu.be/G7U-JBoQTPg>.



## 5 CONCLUSÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma aplicação web geoespacial que tornasse possível a visualização em tempo real das linhas de ônibus do serviço intercampi da Universidade Federal do Paraná a fim de prover ao usuário uma forma de consulta mais eficiente para uso do serviço prestado, podendo prever atrasos e imprevistos e deste modo tendo mais segurança para a tomada de decisão sobre como melhor utilizá-lo. Este objetivo foi alcançado e a aplicação pode ser acessada pelo seguinte endereço: <https://200.17.225.161/home>. O código de todo o desenvolvimento da aplicação está disponível no GitHub: <https://github.com/Thalita-Lopes/ProjetoFinal>.

A realização do projeto foi feita com base nos recursos disponíveis para o desenvolvimento, utilizando ferramentas de código aberto, visando atender a necessidade do usuário. Uma vez definidas as necessidades do usuário foi possível levantar os dados necessários para a implementação do banco de dados com base nos diagramas definidos no projeto. O desenvolvimento da aplicação irrompeu em vários desafios, mas que foram ajustados atingindo o objetivo principal almejado, pois o processo de implementação, mesmo que desafiador, permite vários meios de solução.

Como foram utilizadas ferramentas de código aberto e o desenvolvimento deste trabalho foi compartilhado no GitHub, essa solução pode ser replicada para uma série de situações, como por exemplo, prefeituras que podem colocar à disposição da população soluções para ajudar na mobilidade urbana.

Mesmo atingindo os objetivos, a aplicação desenvolvida pode se tornar ainda melhor ao considerar alguns ajustes e recomendações, são eles: tornar a aplicação responsiva de modo que os usuários possam acessar de forma satisfatória pelo celular; validar se as informações inseridas pelos motoristas estão corretas antes que o mesmo possa dar início às viagens; acrescentar mais informações a respeito das viagens que estão sendo realizadas, tais como lotação e acesso a cadeira de rodas; permitir que os próprios usuários possam fornecer informações de forma colaborativa; armazenar não somente

as informações de cada viagem, mas também a camada de rota percorrida para posterior análise dos dados espaciais; estimar tempo de espera para que o ônibus chegue até o ponto de ônibus e expandir a aplicação para os demais campi da UFPR fora do município de Curitiba adicionando as linhas de ônibus que interligam esses campi.

A aplicação desenvolvida foi pensada especialmente para o caso do serviço de ônibus Intercampi, mas esta mesma solução pode ser útil para outras aplicações, como por exemplo, para outros serviços de transportes, tais como transportes coletivos de municípios onde os cidadãos podem ter informações atualizadas do ônibus que utilizam e a prefeitura ou a empresa que disponibiliza o serviço pode acompanhar e reunir dados sobre o serviço, esta solução também pode ser utilizada para controle e acompanhamento de transportes de cargas em modais rodoviários e ferroviários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. N.; GALVÃO, D. C. O Conceito de Smart Cities Aliado à Mobilidade Urbana. **Humanae**, v. 10, n. 1, p.1-19, jan. 2016. Disponível em: <http://humanae.esuda.com.br/index.php/humanae/article/view/478/150>. Acesso em: 06 nov. 2020.

ARAÚJO, M. R. M. *et al.* Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. **Psicol. Soc.**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 574-582, dez. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-71822011000300015> >. Acesso em: 18 nov. 2020.

BUCZKOWSKI, A. Location Based Services – a little bit of theory. 2011. Disponível em: <https://geoawesomeness.com/location-based-services-a-little-bit-of-theory/>. Acesso em 17 nov 2020.

BUCZKOWSKI, A. Location Based Services. 2011-2012. Disponível em: <https://geoawesomeness.com/knowledge-base/location-based-services/>. Acesso em 17 nov. 2020.

CIDADE DE SÃO PAULO. SPTrans. Disponível em <https://www.sptrans.com.br/sptrans/>. Acesso em jan. 2021.

CITTAMOBIL. Sobre oCittaMobi. Disponível em <https://cittamobi.com.br/home/sobre/>. Acesso nov. 2020.

CENTRAN – Central de transportes UFPR. Ônibus intercampi. Disponível em <http://www.pra.ufpr.br/portal/centran/sobre/onibus-intercampi/>. Acesso 18 nov. 2020.

CLODOVEU DAVIS. Object Modeling Technique for Geographic Applications - OMT-G. Disponível em <https://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/DocuWiki/doku.php?id=omtg>. Acesso em mar. 2021.

CORREIA, A. G. S. **Aplicações e serviços baseados em localização**. 16 p. Monografia (Mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/courses/Mobile/Monografias/04/AdolfoCorreia-Mono.pdf>. Acesso em 17 nov 2020.

CURY, M. J. F.; MARQUES, J. A. L. F. A Cidade Inteligente: uma reterritorialização. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 102-117, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/redes.v22i1.8476>. Acesso em: nov. 2020.

DJANGO SOFTWARE FOUNDATION. About us. Disponível em <https://www.djangoproject.com/start/overview/>. Acesso nov. 2020.

FILHO, R. O. et al. **Mobilidade urbana sustentável: questões do porvir.** Mobilidade Urbana, 2015. p. 10-42.

GVBUS - Sindicato das Empresas de Transporte Metropolitano da Grande Vitória. A importância do transporte coletivo para a mobilidade urbana. Disponível em: [encurtador.com.br/kpNVX](http://encurtador.com.br/kpNVX). Acesso em 18 nov. 2020.

MOOVIT. O sistema de localização de veículos em tempo real mais preciso da indústria. Disponível em: <https://moovit.com/pt/maas-solutions-pt/timepro/>. Acesso em dez 2020.

NTU - Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos. **Dados do transporte público por ônibus.** Disponível em: <https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>. Acesso em 18 nov. 2020.

OPENLAYERS. Overview. Disponível em <https://openlayers.org/>. Acesso nov. 2020.

QUILICE, T. F. et al. Utilização do conceito de cidades inteligentes para repensar os processos de comunicação dos conselhos municipais. XX ENGEMA, dez 2018. Disponível em <http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/380.pdf>. Acesso em nov. 2020.

SANTARELLA, L. et al. Desvelando a internet das coisas. **Revista GEMInIS** ano 4 - n. 2 - v. 1 | p. 19 – 32, 2013. Disponível em [encurtador.com.br/glyR6](http://encurtador.com.br/glyR6). Acesso em nov. 2020.

SANTOS, B. P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. 52 p. 2016. Disponível em: <https://www.slideshare.net/fernando.palma/internet-das-coisas-trabalho-acadmico>. Acesso em nov. 2020.

SILVEIRA, M. R.; COCCO, R. G. Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais. **Estud. av.**, São Paulo, v. 27, n. 79, p. 41-53, 2013. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000300004>. Acesso em nov. 2020.

SLUTER, C. R. Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano. Tese (doutorado) – Computação aplicada. INPE, São José dos Campos, 2000. Disponível em [encurtador.com.br/lstvO](http://encurtador.com.br/lstvO). Acesso em: 25 jan. 2021.

SLUTER, C. R. O desenvolvimento de projetos cartográficos com uma abordagem sistêmica. UFPR, Paraná, 2007. Disponível em: [http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2007 II SBG/artigos/A\\_047.pdf](http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2007%20II%20SBG/artigos/A_047.pdf). Acesso em: 25 jan. 2021.

UFPR CAMPUSMAP. Webgis UFPR CampusMap. Disponível em <http://www.campusmap.ufpr.br/>. Acesso em mar. 2021.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Smart Campus Unicamp 2020 – A internet das coisas. Disponível em <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br/>. Acesso dez 2020.

USMAN, M. et al. Technologies and Solutions for Location-Based Services in Smart Cities: Past, Present, and Future. 9 p. 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8347072>. Acesso em: mar. 2021.

VIRGLINO. Cool extensions for Openlayers: LayerSwitcher Control. Disponível em <https://viglino.github.io/ol-ext/examples/control/map.switcher.html>. Acesso dez 2020.