



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE TAUBATÉ

ÉRIKA MARIANO

***DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO “TAUBATÉ DE ÔNIBUS”:
Proposta de melhoria de acessibilidade ao transporte público do município de Taubaté (SP)***

TAUBATÉ

2022



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE TAUBATÉ

ÉRIKA MARIANO

***DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO “TAUBATÉ DE ÔNIBUS”:
Proposta de melhoria de acessibilidade ao transporte público do município de Taubaté (SP)***

Trabalho de Graduação apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Prof. Mestre Luiz Eduardo Souza Evangelista

TAUBATÉ

2022

ÉRIKA MARIANO

DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO “TAUBATÉ DE ÔNIBUS”: Proposta de melhoria de acessibilidade ao transporte público do município de Taubaté (SP)

Trabalho de Graduação apresentado a Faculdade de Tecnologia de Taubaté, como parte das exigências para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Prof. Mestre Luiz Eduardo Souza Evangelista

Taubaté, 19 de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luiz Eduardo Souza Evangelista
Fatec Taubaté

Prof. Divani Barbosa Gavinier
Fatec Taubaté

Prof. Luis Felipe Feres Santos
Fatec Taubaté

Para J., F. e N.

Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
no mínimo que fazes.

Fernando Pessoa

RESUMO

A precariedade do transporte público brasileiro traz consequências negativas para a economia dos municípios, além de afetar a dinâmica comercial, social e ambiental. Atualmente, somente o automóvel é considerado um meio de transporte efetivo, o que gera uma clara divisão entre os cidadãos que possuem carro, e aqueles que necessitam de transporte coletivo. Em cidades inteligentes, o fluxo de ideias, pessoas e mercadorias é integrado e acontece sem impeditivos. O objetivo deste trabalho foi o de promover maior liberdade e autonomia ao indivíduo, facilitando a acessibilidade às informações do transporte coletivo. Como estudo de caso, foi desenvolvida uma aplicação que dispõe informações sobre as linhas de ônibus e os pontos de parada da cidade de Taubaté (SP), para o sistema de transporte se tornar mais prático e viável à população.

Palavras-Chave: Ônibus. Informação. Transporte. Acessibilidade. Cidades Inteligentes.

ABSTRACT

The precariousness of Brazilian public transportation has negative consequences for the cities' economy, in addition to affecting commercial, social and environmental dynamics. Currently, only the car is considered an effective transport, which generates a clear division between citizens who have a car, and those who need mass transit. In smart cities, the flow of ideas, people and goods is seamless. The objective of this work was to promote greater freedom and autonomy to the individual, facilitating the accessibility to public transport information. As a case study, was developed an application that provides information about bus lines and bus stops in the city of Taubaté (SP), in order to the transport system be more practical and viable for the population.

Keywords: Bus. Information. Transportation. Accessibility. Smart Cities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Localização do município de Taubaté, SP _____	15
FIGURA 2 – Diagrama de Caso de Uso da aplicação “Taubaté de Ônibus” _____	21
FIGURA 3 – Diagrama de Atividades de um usuário habituado ao sistema _____	22
FIGURA 4 – Diagrama de Atividades de um usuário não habituado ao sistema _____	23
FIGURA 5 – Diagrama Entidade-Relacionamento da aplicação “Taubaté de Ônibus” ____	24
FIGURA 6 – Diagrama Entidade-Relacionamento oficial da aplicação _____	25
FIGURA 7 – Tela inicial da aplicação “Taubaté de Ônibus” _____	28
FIGURA 8 – Tela após requisição para visualizar a zona norte _____	29
FIGURA 9 – Tela com mapa após requisição para visualizar a linha 08-Pq. Aeroporto ____	30
FIGURA 10 – Tela com mapa após requisição para ver a linha 04-Continental _____	31
FIGURA 11 – Esquema das variações da linha de número 13 da cidade de Taubaté ____	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Linha _____	26
TABELA 2 – PontoParada _____	27
TABELA 3 – LinhaPonto _____	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJAX	Asynchronous JavaScript e XML (JavaScript e XML Assíncronos)
API	Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação)
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento
FK	Foreign Key (Chave Estrangeira)
MER	Modelo Entidade-Relacionamento
PK	Primary Key (Chave Primária)
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SPA	Single Page Application (Aplicação de Página Única)
SQL	Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada)
UML	Unified Modeling Language (Linguagem de Modelagem Unificada)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	DESENVOLVIMENTO	15
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.2	METODOLOGIA	16
2.2.1	Planejamento	16
2.2.2	Tecnologias utilizadas	18
2.3	RESULTADOS	19
2.3.1	Requisitos funcionais e não-funcionais	19
2.3.2	Diagramas	20
2.2.3.1	Diagrama de Caso de Uso	20
2.2.3.2	Diagrama de Atividades	21
2.2.3.2	Diagrama Entidade-Relacionamento	24
2.3.4	Dicionário de Dados	25
3	PRODUTO OBTIDO	28
3.1	APLICAÇÃO WEB	28
3.2	DISCUSSÕES	31
4	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

A evolução das estradas está intrinsecamente relacionada à evolução humana; a Estrada Real do primeiro Império Persa (550-339 a.C) cruzava e abria caminho entre todo o império; contando com os caminhos auxiliares, a estrada garantia velocidade de informação, comunicação abrangente para a época, promovia o comércio, além de assegurar segurança aos viajantes e ao próprio império (Henkelman e Jacobs, 2021).

A localização dos centros populacionais sempre teve correlação com a proximidade das rotas de transporte; e o desenvolvimento de meios de locomoção mecanizados permitiu o aumento progressivo do tamanho das cidades (Oliveira, 2003).

De acordo com Santos (2016), um sistema de transporte efetivo é imprescindível para o desenvolvimento de uma cidade. No cenário brasileiro, o raso planejamento da ocupação urbana nas últimas décadas acarretou sistemas de mobilidades caros e ineficientes, prejudicando as cidades nos âmbitos econômico, social e ambiental (Vasconcellos, Carvalho e Pereira, 2011).

O município de Taubaté (SP) apresenta trânsito desorganizado e o sistema de transporte coletivo não é tratado com a importância devida; pessoas com acesso à veículos motorizados individuais não consideram usar o transporte público em nenhuma situação, e a população de baixa renda faz uso de ônibus estritamente por ser a única opção (Campos, 2021).

Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi o de promover o acesso ao sistema de transporte público da cidade de Taubaté, facilitando a disseminação de informação sobre as linhas e pontos de parada, através da criação de uma aplicação *web*, que apresenta as informações de forma concisa e intuitiva.

Promover opções variadas de deslocamento à população, para que o indivíduo avalie e decida qual a melhor alternativa em determinada situação, aumenta sua autonomia e cidadania.

Este trabalho foi desenvolvido com pesquisas bibliográficas, avaliando a necessidade da população e os pontos a melhorar do sistema de transporte público de Taubaté. Nesta introdução, foi apresentado um panorama sobre o problema a ser resolvido, assim como a relevância desse trabalho. O segundo capítulo, embasa o tema através de literatura sobre mobilidade urbana, e explana, sob aspecto técnico, a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho; logo em seguida são

apresentados os diagramas e dicionário de dados desenvolvidos no decorrer do projeto. No terceiro capítulo evidencia-se o sistema obtido, seguido pela discussão de pontos relevantes ao desenvolvimento deste trabalho de graduação. No último capítulo, encontra-se a conclusão e, por fim, as referências bibliográficas.

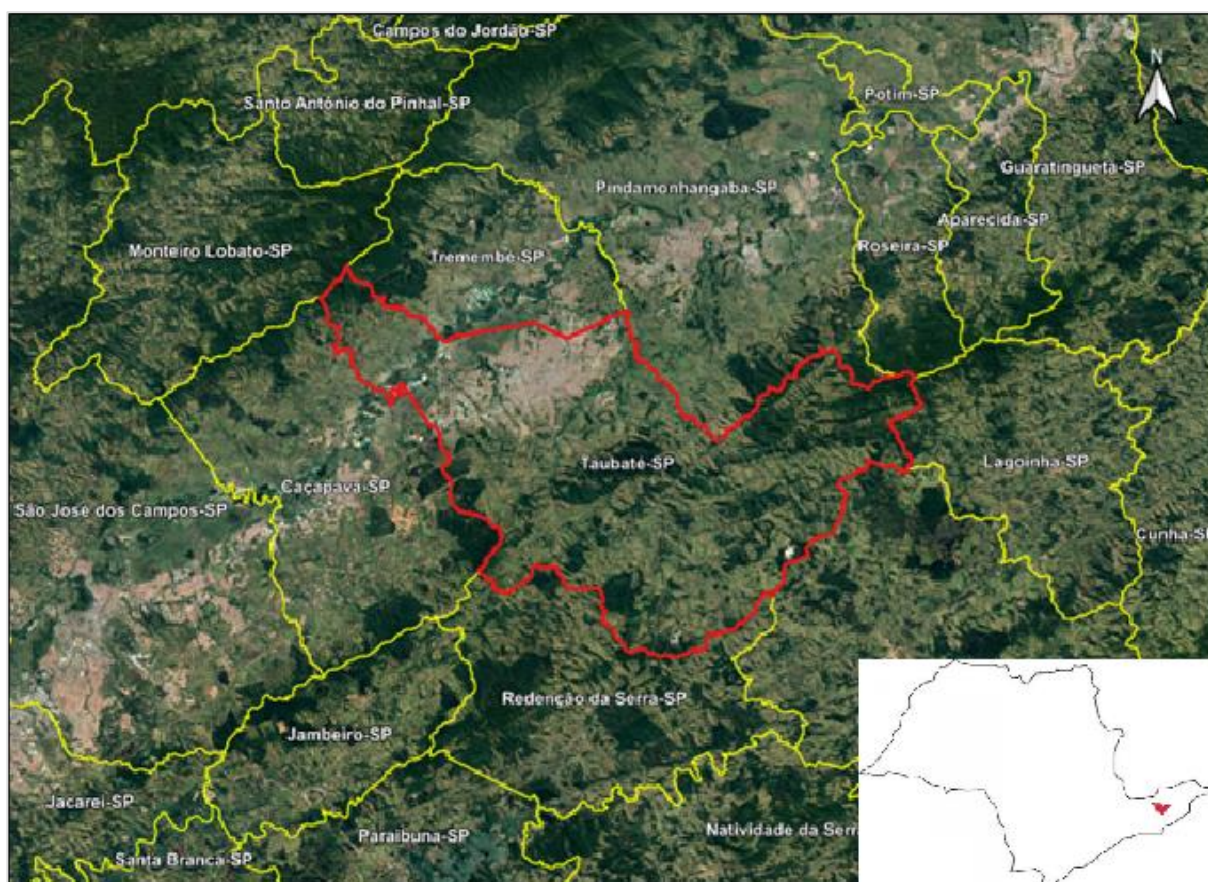
2. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo há explanação sobre a fundamentação teórica do sistema de transporte de Taubaté, seguida pela apresentação da metodologia de desenvolvimento da aplicação *web*, finalizando com a discussão dos resultados obtidos.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Taubaté é um município da região leste do Estado de São Paulo, localizado na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (Figura 1).

Figura 1: Localização do município de Taubaté, SP.



Fonte: Dados originais do projeto.

A cidade apresenta forte perfil industrial, e sua atuação extrapola a dimensão regional e até mesmo nacional, com empresas como Alston e Volkswagen. Os vínculos empregatícios gerados pelo setor industrial representam 34% enquanto o de comércio engloba 23% (Ribeiro, 2015).

Apesar da intensa capacidade produtiva, Taubaté não demonstrou um desenvolvimento de qualidade, e o padrão de vida das pessoas não seguiu o mesmo ritmo de crescimento. Segundo Santos (2014), a cidade vive o efeito da falta de planejamento urbano: o trânsito é ineficaz, além de ser notável a dependência da cidade com o centro.

Em pesquisa da TcUrbes de 2019, dados demonstram que os habitantes de Taubaté consideram o sistema de transporte público como um dos temas mais problemáticos do município.

Campos (2021) discute que a baixa adesão do público ao sistema de transporte de Taubaté se dá, entre outros fatores, pela invisibilidade das informações; afirmando que a população não detém conhecimento do sistema.

De posse destes dados, esse trabalho propõe a criação de uma aplicação *web*, como forma de melhoria do acesso à informação sobre os ônibus taubateanos.

2.2 METODOLOGIA

A ideia inicial deste trabalho surgiu com a percepção da dificuldade em encontrar informações sobre deslocamento na cidade de Taubaté. A primeira etapa foi a de levantamentos bibliográficos para maior entendimento do problema e da necessidade da população. Após a compreensão sistêmica da situação do transporte público no município, foi iniciado o planejamento.

2.2.1 Planejamento

Com o intuito de padronizar, guiar e monitorar o desenvolvimento da aplicação,

foi realizado primeiramente o levantamento de requisitos funcionais e não-funcionais.

Os requisitos funcionais são normalmente atrelados à solução que o sistema procura trazer, por isso são orientados principalmente pelo cliente e/ou usuários finais. São os requisitos relacionados às funcionalidades do sistema (Rocha & Magalhães, 2019). Eles abrem caminho para definir o que o sistema deve conter.

Os requisitos não-funcionais contemplam principalmente a qualidade do software, podendo ter atributos técnicos referentes a robustez, segurança e/ou integridade do sistema. Exemplos de requisitos não-funcionais orientados à qualidade seria: o sistema deve ser veloz, o sistema deve ser seguro contra erros do usuário (Rocha & Magalhães, 2019).

A segunda etapa do planejamento foi a criação de diagramas UML. Segundo Valente (2020), a linguagem UML define um conjunto de diagramas que documentam e facilitam o *design* de sistemas de *software*. Esses diagramas são usados para consolidar os requisitos levantados e para a comunicação entre os desenvolvedores. É o passo que antecede o código-fonte.

Neste projeto foram elaborados dois tipos de diagramas UML: Diagrama de Caso de Uso e Diagrama de Atividades.

O Diagrama de Caso de Uso tem como função demonstrar o comportamento geral do sistema. Não apresenta detalhes das implementações técnicas, e mantém o foco na dinâmica com o usuário e com outros sistemas externos (caso haja interação externa) (Aleryani, 2016).

O Diagrama de Atividades, de acordo com Valente (2020), é uma representação do processo ou fluxo de execução da aplicação, sem detalhamentos. Eles auxiliam no planejamento do caminho percorrido pelo usuário com o *software* (McLaughlin, Pollice & West, 2007).

Antes de começar a parte tecnológica do projeto foi necessário planejar a modelagem do banco de dados. A concepção conceitual do banco foi realizada utilizando a técnica MER. Segundo Siebra (2010), o MER descreve os objetos através de entidades, atributos e relacionamentos. O objeto básico do MER é a entidade, que nada mais é do que a representação de algo do mundo real sobre o qual manterá informações no banco de dados (como exemplo, uma entidade de pessoas ou livros). Os atributos são as propriedades descritivas de cada registro da entidade. Por fim, os relacionamentos são associações entre uma ou diversas entidades (SIEBRA, 2010).

Logo após essa abstração, foi construído o DER, que representa de forma

gráfica o que foi conceitualizado no MER.

2.2.2 Tecnologias utilizadas

Após o planejamento, deu-se início o desenvolvimento tecnológico deste projeto, composto pelas etapas a seguir: criação do banco de dados, criação do *backend* da aplicação, e criação do *frontend* da aplicação.

O SGBD utilizado foi o *PostgreSQL*, um software de código aberto com abordagem relacional, ou seja, os dados são organizados em tabelas, as quais estão relacionadas entre si por chaves primárias (PK) e chaves estrangeiras (FK). A escolha deste SGBD foi devido à grande facilidade em se trabalhar com dados geoespaciais através da extensão *PostGIS*, que adiciona funções para lidar com objetos geográficos e geométricos.

O banco de dados é populado pelas linhas de ônibus e pelos pontos de parada de Taubaté. Após a coleta de dados, foi utilizado o programa *QGIS* para definir as tabelas existentes no *PostgreSQL*.

A etapa de desenvolvimento do *backend* foi construída utilizando-se a ferramenta *NodeJS* (interpretador para a linguagem *JavaScript*, primordialmente orientado a eventos), com o framework *Express*, que atua como um facilitador de rotas para a criação de APIs em *NodeJS*.

A conexão entre o *backend* e o banco de dados foi realizada através da ferramenta *KnexJS*, a qual evita injeções de *SQL* elevando a segurança da aplicação e integridade do banco de dados.

O *frontend* foi construído essencialmente com a linguagem *JavaScript*, cuja natureza é *single-thread*, porém não bloqueante. O *JavaScript* funciona com o chamado *event-loop* permitindo trabalhar com funções de forma assíncrona.

Para a visualização e interação com os mapas da aplicação, foi utilizada a biblioteca *Leaflet*, um projeto *open-source* que lida com dados geoespaciais.

A customização do *frontend* foi baseada no *Bootstrap*, um criador de componentes de interface.

2.3 RESULTADOS

Nesta seção são demonstrados os resultados obtidos a partir da metodologia explicada.

2.3.1 Requisitos funcionais e não-funcionais

O levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais serviu para ratificar o entendimento do problema e da solução proposta. Essa etapa teve uma abordagem iterativa, ou seja, a cada requisito proposto, a literatura bibliográfica foi consultada novamente; de forma a ter uma visão sistêmica do projeto a ser desenvolvido.

Para a aplicação deste projeto, foram elencados os requisitos funcionais presentes abaixo:

- O sistema deve apresentar o mapa sistêmico das linhas de ônibus da cidade de Taubaté
- As linhas devem ser separadas por cores para facilitar a visão do usuário
- O usuário deve ser capaz de interagir com os mapas: mover e dar zoom
- O usuário deve ser capaz de identificar as linhas pertencentes a cada zona da cidade (central, norte, leste, oeste, sudeste e sudoeste)
- O sistema deve ter dois modos de busca: por zonas e/ou diretamente pela linha de ônibus desejada
- O sistema deve contemplar funcionalidades para dois tipos de usuários: os habituados ao sistema de transporte da cidade, e os não habituados
- Todos os mapas devem ser intuitivos e possuir legendas das linhas
- O sistema deve conter uma barra com um campo de busca

Neste projeto foram levantados os seguintes requisitos não-funcionais:

- O sistema não deve exigir criação de conta e/ou login pelo usuário
- O sistema deve funcionar *offline*

- O sistema deve possuir como mapa base principal o mapa do *Google Maps*
- O sistema deve ter opção de mudança de mapa base para o modo satélite
- A pesquisa realizada através das zonas da cidade deve chegar ao mesmo resultado da pesquisa realizada diretamente pelo nome da linha
- Após a escolha da linha desejada, o usuário deve ver o trajeto no mapa
- O sistema deve possuir uma versão *mobile* para dispositivos *Android*

Com os requisitos levantados, foi definido que a aplicação deveria ser essencialmente simples e objetiva, com a finalidade de deixar o seu uso rápido e intuitivo. Outro ponto a ressaltar foi o de que a aplicação deveria ser leve para suportar diversos aparelhos e conexões de internet fraca.

A aplicação deste projeto foi intitulada como “Taubaté de Ônibus”.

2.3.2 Diagramas

Os diagramas construídos deram base para visualização de como o sistema seria desenvolvido.

2.2.3.1 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de Caso de Uso esclareceu as principais funcionalidades que o usuário espera do sistema, além de mostrar uma relação mais definida entre elas; por exemplo, definiu quais funcionalidades são independentes (aquelas que podem ocorrer a qualquer momento), e quais dependem de um evento específico.

Na aplicação deste projeto, foi concebido o diagrama de caso de uso demonstrado na Figura 2:

Figura 2: Diagrama de Caso de Uso da aplicação “Taubaté de Ônibus”.



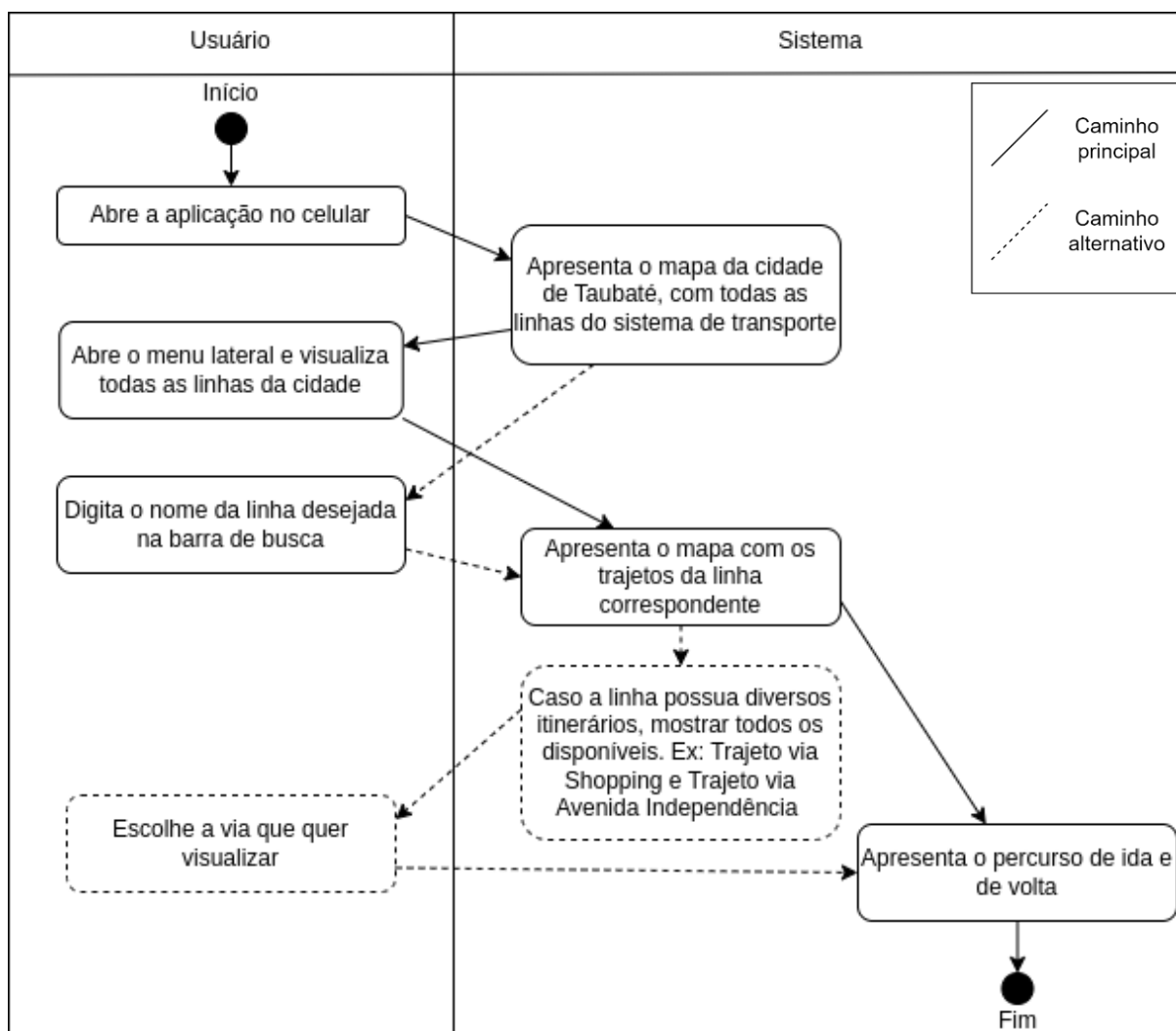
Fonte: Resultados originais do projeto.

2.2.3.2 Diagrama de Atividades

O diagrama de atividades elucidou o caminho que o usuário percorre até atingir o objetivo com a aplicação. No projeto proposto, um dos requisitos levantados foi o de que o sistema deveria contemplar dois tipos de usuários. Neste caso, apenas um diagrama não foi suficiente para explorar a complexidade do sistema, pois o caminho das atividades difere dependendo do usuário.

Deste modo, foram elaborados dois diagramas de atividades. Na Figura 3, há o caminho percorrido pelo usuário habituado ao sistema de transporte da cidade de Taubaté:

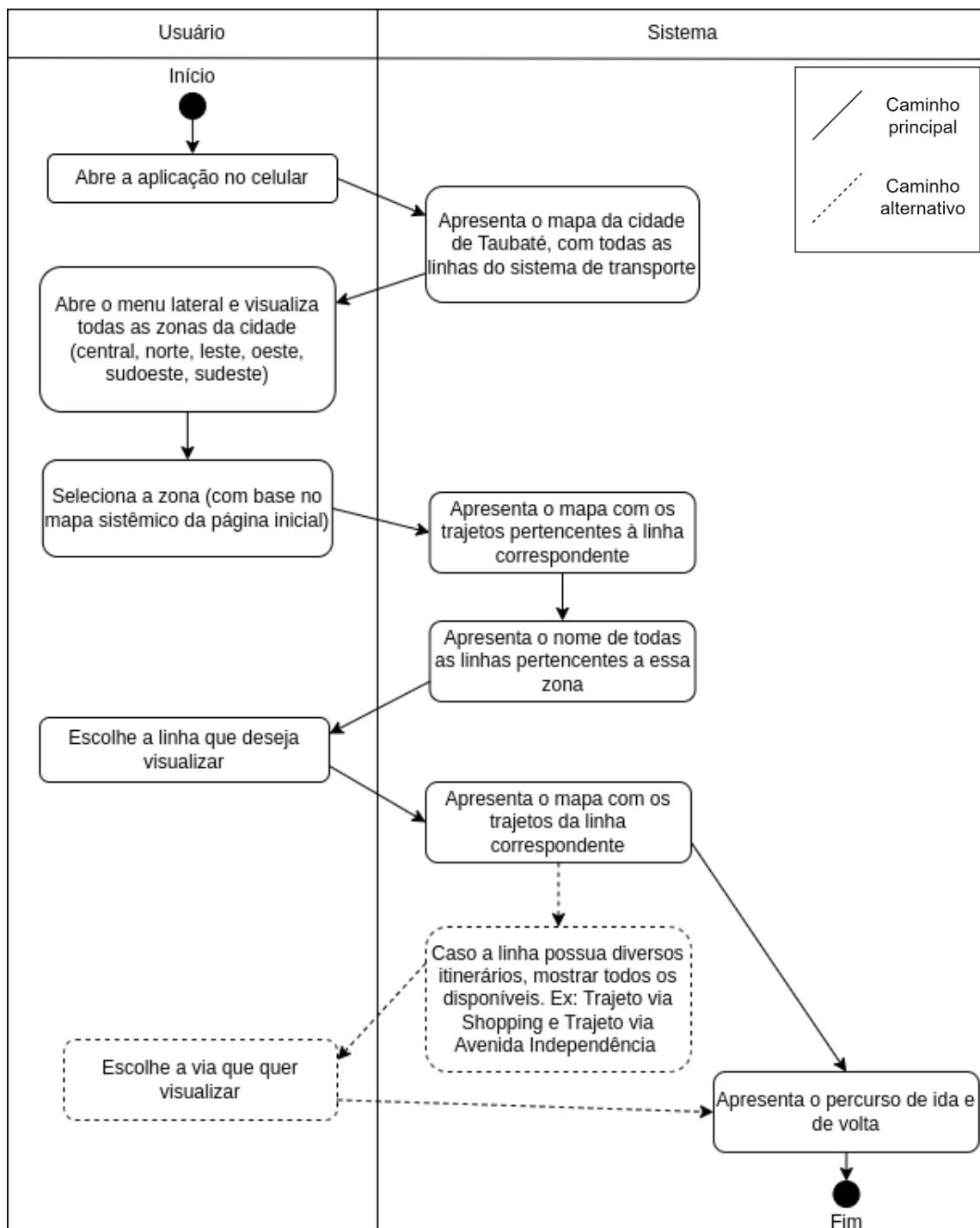
Figura 3: Diagrama de Atividades de um usuário habituado ao sistema de transporte de Taubaté (SP).



Fonte: Resultados originais do projeto.

O objetivo final da aplicação é o de encontrar o percurso de ida e volta da linha desejada. Para um usuário não habituado aos ônibus de Taubaté, é esperado um fluxo de navegação com um passo extra: o de visualizar as zonas da cidade para se situar até o local desejado, como demonstrado na Figura 4:

Figura 4: Diagrama de atividades de um usuário não habituado ao sistema de transporte de Taubaté (SP).

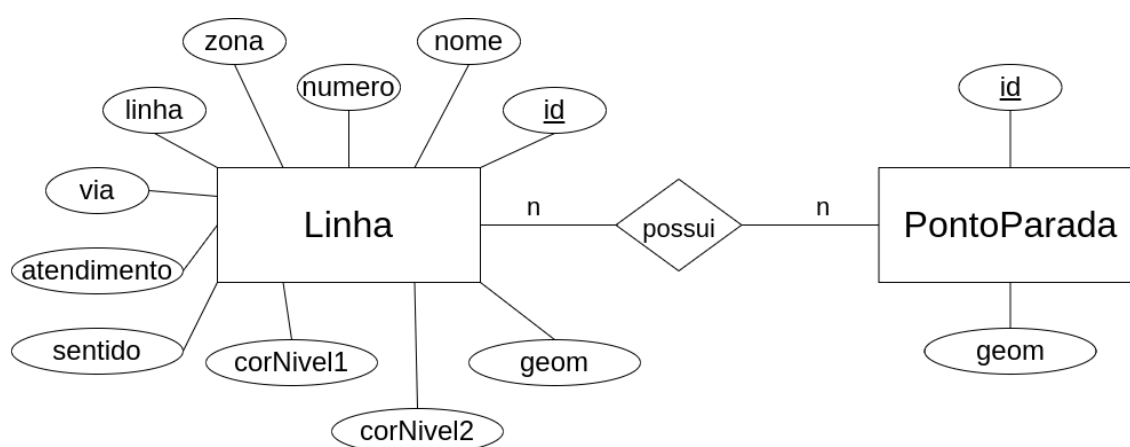


Fonte: Resultados originais do projeto.

2.2.3.2 Diagrama Entidade-Relacionamento

O Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) foi baseado na abstração do mundo real aplicada nos sistemas de transporte. Foram definidas duas entidades para o sistema: Linha (representando as linhas de ônibus), e PontoParada (relacionada aos pontos de parada dos ônibus). A Figura 5 demonstra o DER do projeto:

Figura 5: Diagrama Entidade-Relacionamento da aplicação “Taubaté de Ônibus”.

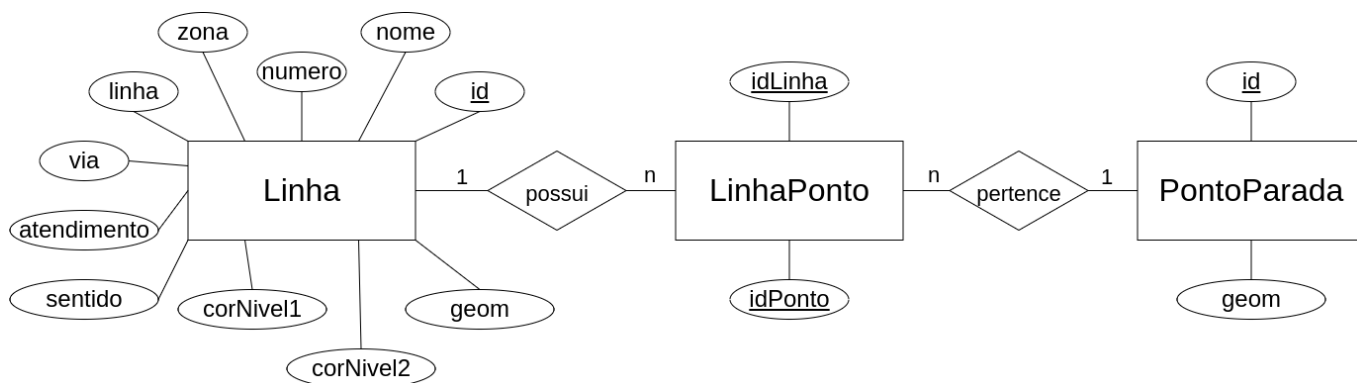


Fonte: Resultados originais do projeto.

Como cada linha de ônibus faz diversas paradas durante o trajeto, e em cada ponto passam ônibus com vários destinos, tem-se uma relação de cardinalidade de muitos para muitos (n para n). Diante disso, para facilitar a manutenibilidade do banco de dados, foi incluída no planejamento a entidade LinhaPonto, que faz o intermédio entre as outras entidades descritas acima, e transforma a cardinalidade dos relacionamentos para o modo “um para muitos” (ou 1 para n).

A Figura 6 representa o DER oficial do projeto:

Figura 6: Diagrama Entidade-Relacionamento oficial da aplicação “Taubaté de Ônibus”.



Fonte: Resultados originais do projeto.

2.3.4 Dicionário de Dados

O Diagrama Entidade-Relacionamento explicado na seção anterior mostrou as entidades do projeto com cada um dos atributos estipulados. Nesta seção, é criado o dicionário de cada tabela/entidade, para melhor entendimento dos atributos.

- Tabela 1: Linha

Atributos	Descrição	Tipo	Restrição
id	Número de identificação da linha, gerado automaticamente	Inteiro	PK Serial Não nulo
linha	Nome da linha, definida pelo sistema da cidade	Caractere	Não nulo
numero	Número da linha, definido pelo sistema da cidade	Inteiro	Não nulo
zona	Região da cidade pela qual a linha passa	Caractere	–
nome	Nome completo da linha (incluindo número, nome e via)	Caractere	Não nulo
via	Caminho alternativo que uma linha pode fazer	Caractere	–
atendimento	Caminho alternativo da via	Caractere	–
sentido	Sentido do trajeto (bairro ou centro)	Caractere	Não nulo
corNivel1	Legenda da cor que identifica a linha no mapa	Caractere	–
corNivel2	Legenda da cor que identifica a via no mapa	Caractere	–
geom	Geometria que georreferencia a linha espacialmente no mapa	Geometria	Não nulo

- Tabela 2: PontoParada

Atributos	Descrição	Tipo	Restrição
id	Número de identificação do ponto, gerado automaticamente	Inteiro	PK Serial Não nulo
geom	Geometria que georreferencia o ponto espacialmente no mapa	Geometria	Não nulo

- Tabela 3: LinhaPonto

Atributos	Descrição	Tipo	Restrição
idLinha	Número de identificação da linha	Inteiro	FK Não nulo
idPonto	Número de identificação do ponto	Inteiro	FK Não nulo

3 PRODUTO OBTIDO

Este capítulo aborda a aplicação Taubaté de Ônibus, com análise sobre as tecnologias utilizadas e a interface final. Posteriormente, discute-se sobre o processo de desenvolvimento.

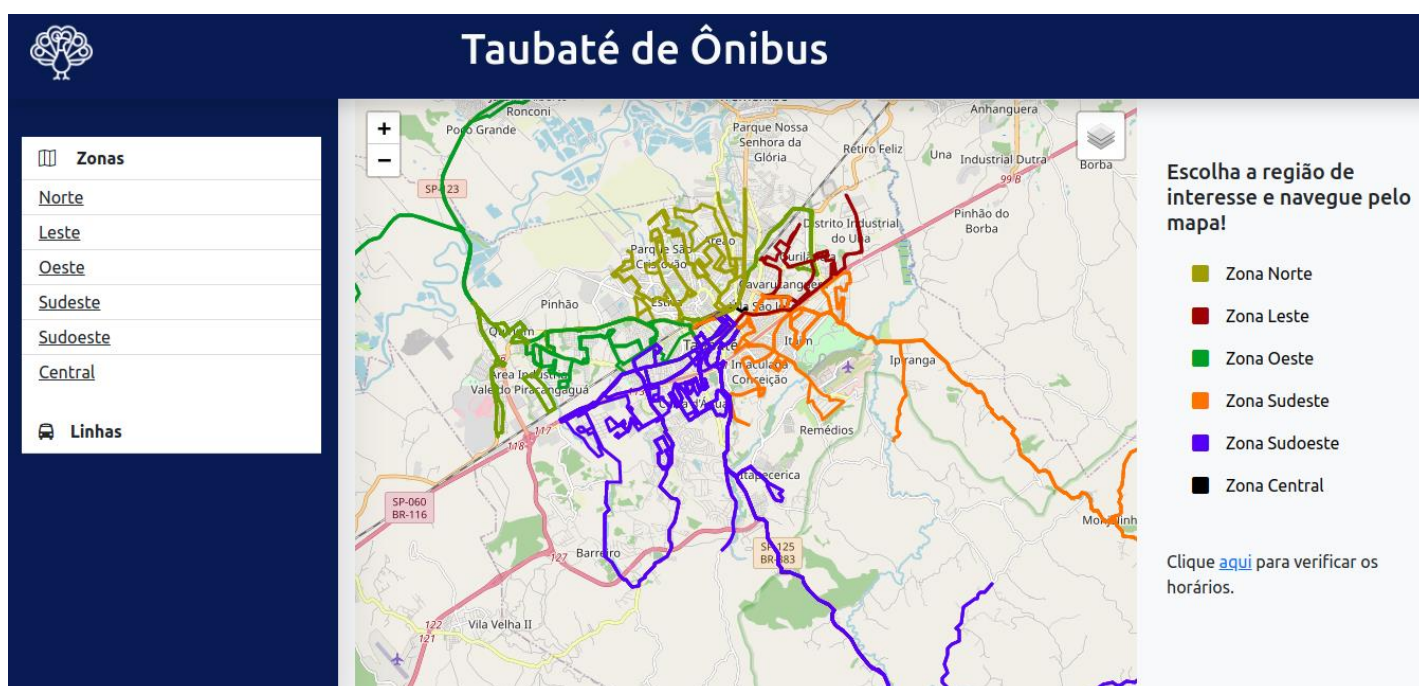
3.1 APLICAÇÃO WEB

O sistema Taubaté de Ônibus foi desenvolvido como uma aplicação de página única (SPA). A escolha desse tipo de aplicação foi por priorizar a leveza e rapidez. Dessa forma, a usabilidade do sistema engloba também aparelhos não tão recentes, e conexões de internet com baixa banda.

Toda requisição que o cliente faz é do tipo AJAX, ou seja, a comunicação com o servidor é assíncrona, não precisando haver o recarregamento da página. A cada escolha do usuário, é feita uma requisição que ativa uma busca no banco de dados e a resposta é somente a atualização do mapa com a respectiva legenda.

A Figura 7 contém a aplicação “Taubaté de Ônibus”:

Figura 7: Tela inicial da aplicação “Taubaté de Ônibus”. Notar todas as linhas de ônibus da cidade dispostas no mapa.

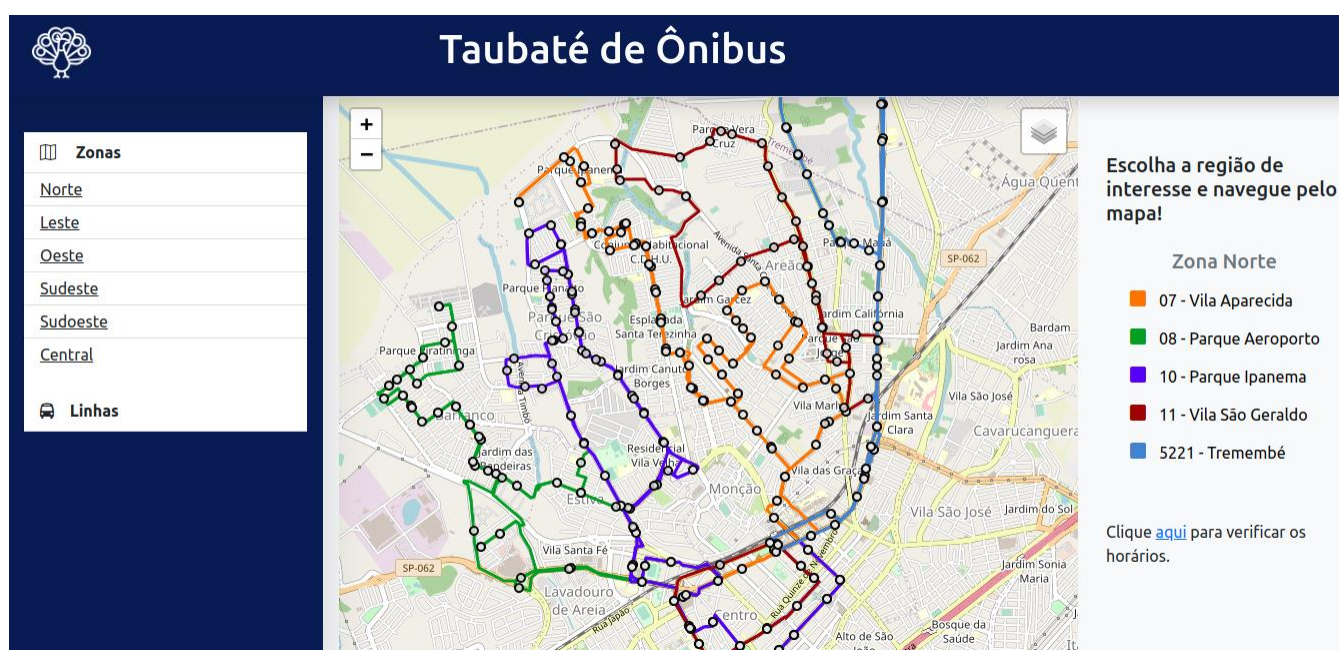


Fonte: Resultados originais do projeto.

O menu lateral esquerdo da tela da aplicação contém as zonas da cidade e as linhas individualmente. Ambas as opções podem se contrair e/ou expandir, para facilitar a visualização do usuário. Já na porção direita da tela, além da legenda, é possível ver um link que leva à página do “Cartão Rápido Taubaté”, a qual dispõe informações de horários das linhas.

Após a escolha do usuário, o mapa é atualizado com a resposta adequada. A Figura 8 ilustra como exemplo uma requisição para a zona norte da cidade. Ressalta-se que a partir dessa escala de maior detalhe, já é possível visualizar os pontos de parada correspondentes às linhas.

Figura 8: Tela após requisição para visualizar a zona norte.

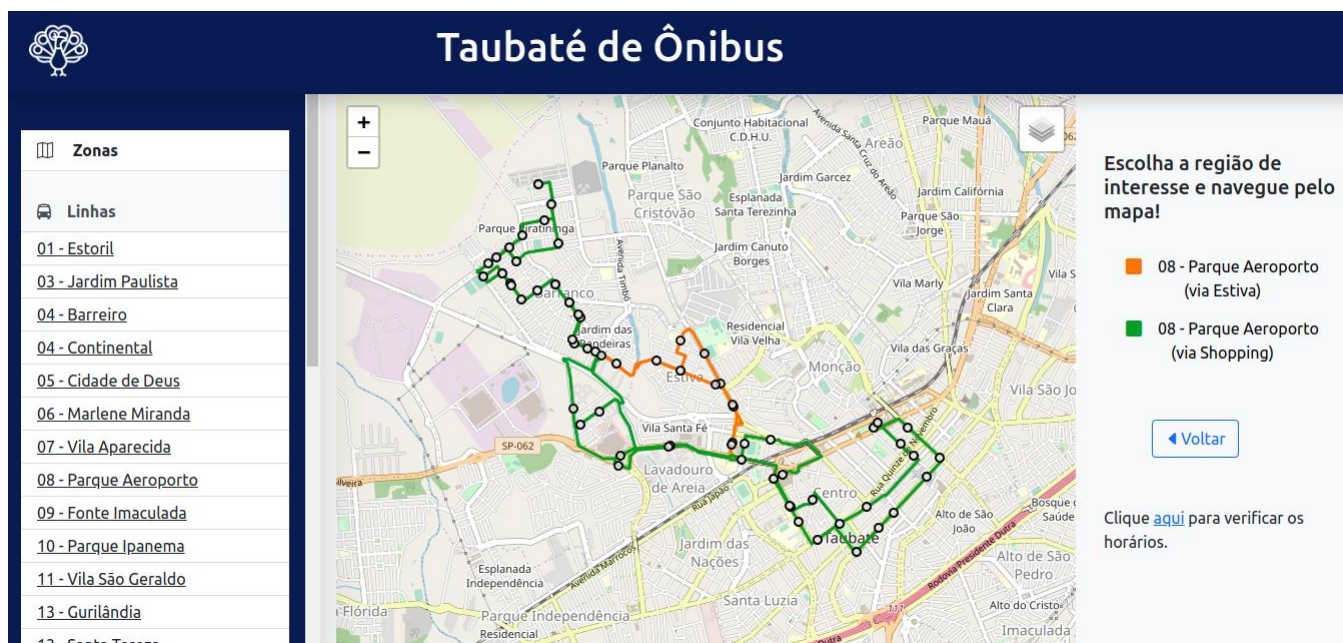


Fonte: Resultados originais do projeto.

A cada zona e/ou linha escolhida, o mapa modifica automaticamente o zoom e o centro da tela, para ajustar-se à área coberta.

Caso a linha tenha mais de uma via disponível (um trajeto alternativo), é possível obter tais informações, como mostrado na Figura 9.

Figura 9: Tela com mapa após requisição para visualizar a linha 08 - Pq. Aeroporto. Notar as duas vias disponíveis.

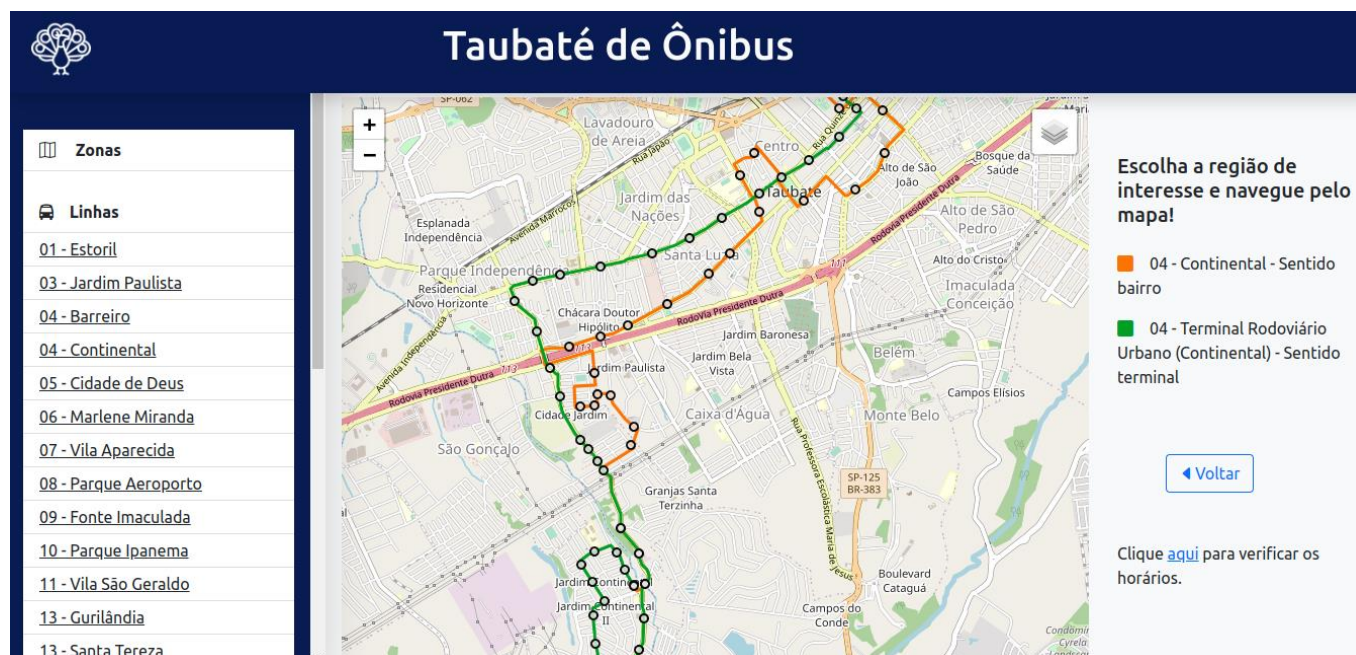


Fonte: Resultados originais do projeto.

O nível de maior detalhe da escala é o que apresenta os sentidos de determinada linha. Os ônibus que partem do centro (rodoviária velha) têm como destino o sentido bairro. E os ônibus cujo ponto inicial é o bairro, tem como destino a rodoviária velha (sentido terminal).

A Figura 10 mostra a linha 04-Continental com os dois sentidos dispostos no mapa.

Figura 10: Tela com mapa após requisição para ver a linha 04-Continental, cujo trajeto não possui vias.



Fonte: Resultados originais do projeto.

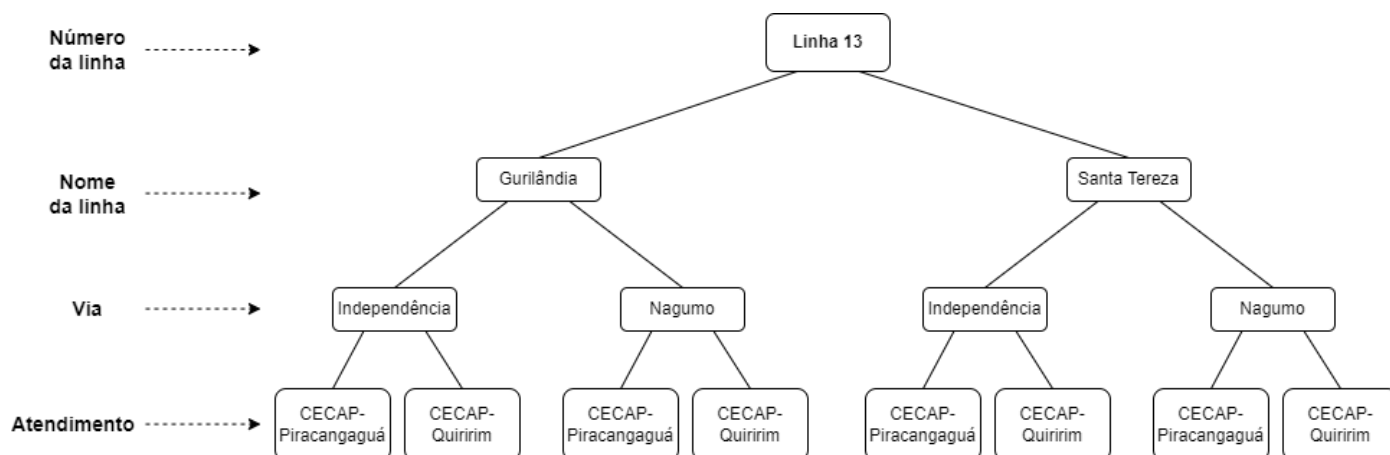
3.2 DISCUSSÕES

A falta de planejamento da mobilidade urbana do município trouxe dificuldades no fluxo de desenvolvimento da parte técnica do projeto. As diversas variantes do sistema de transporte refletiram-se no código e no banco de dados.

Há diversas linhas na cidade que atuam em diferentes trajetos, as chamadas vias. Como exemplo, pode-se citar a linha do Parque Aeroporto, que possui as vias Shopping e Estiva, cada uma com um trajeto diferente, apesar do destino ser o mesmo.

A complexidade do sistema aumenta quando consideramos as vias com diferentes atendimentos. Para exemplificar, a linha de número 13 possui as versões de nome Gurilândia e Santa Tereza, e cada uma delas contém duas vias: Independência e Nagumo; e cada uma dessas vias, por sua vez, tem atendimentos, que são desvios no trajeto da via em questão para atender determinada necessidade da região. Os atendimentos das vias Independência e Nagumo são: CECAP-Piracangaguá e CECAP-Quiririm. A Figura 11 ilustra a complexidade da hierarquia da linha 13:

Figura 11: Esquema das variações da linha de número 13 da cidade de Taubaté.



Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Tendo em vista todas essas variantes do sistema de transporte, organizar a hierarquia de cada linha se mostrou bem desafiador. Foi necessário fazer mudanças no *backend* e no banco de dados para que o fluxo da aplicação funcionasse. Sendo assim, pode-se dizer que o desenvolvimento foi iterativo e incremental, com “idas-e-vindas” necessárias para entender a complexidade e formular soluções adequadas.

Vale ressaltar que dois requisitos levantados no planejamento não foram atendidos devido ao prazo exigido: a criação da versão para celular (versão *mobile* para dispositivos *Android*), e a implementação de um campo de busca. Porém é um projeto que será continuado e foi adquirido o domínio “www.onibustaubate.com.br” para lançamento em produção. Sendo assim, os requisitos serão implementados nas versões futuras deste projeto.

4 CONCLUSÃO

A cidade de Taubaté carece de informações confiáveis e concisas sobre o transporte público. A desorganização do sistema vigente no município se reflete na dificuldade em encontrar informações importantes; dessa maneira, foi constatada a importância de se realizar planejamento e gestão de projetos apropriados, não somente na área de tecnologia, pois a complexidade do código da aplicação foi resultado da baixa estruturação do transporte. As técnicas de engenharia de software se mostraram verdadeiras aliadas ao desenvolvimento do sistema. A aplicação “Taubaté de Ônibus” pretende instigar a importância do transporte coletivo em uma cidade inteligente, melhorando sua acessibilidade. O primeiro passo é a divulgação das linhas disponíveis para que a população se familiarize com as possibilidades que a cidade tem a oferecer, e assim, construir um município focado em pessoas, com economia voltada à colaboração e à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALERYANI, Arwa. **Comparative Study between Data Flow Diagram and Use Case Diagram**. International Journal of Scientific and Research Publications. Volume 6. 2016.

CAMPOS, Nicholas P. S. **Adaptação da Metodologia “Double Diamond” no Acesso à Informação da Mobilidade Urbana**. Trabalho de conclusão de curso de pós-graduação. Universidade de São Paulo (USP) - Campus ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil. 2021.

HENKELMAN, Wouter F. M. JACOBS, Bruno. **A Companion to the Achaemenid Persian Empire**. Capítulo 53: **Roads and Communication**. John Wiley & Sons, Inc. 2021.

MCLAUGHLIN, Brett D. POLLICE, Gary. WEST, David. **Head First Object-Oriented Anaysis and Design**. O’Reilly Media, Inc. 2007.

OLIVEIRA, Jairo G. R. de. **A Importância do Sistema de Transporte Coletivo para o Desenvolvimento do Município de Campo Grande - MS**. Dissertação de mestrado. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, Brasil. 2003.

RIBEIRO, Ítalo F. **Mobilidade do Capital e Estratégias Territoriais: perfil produtivo e a dinâmica espacial da atividade industrial em Taubaté-SP**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente, SP, Brasil. 2015.

ROCHA, Rafael da S. MAGALHÃES, Teresinha M. de. **Engenharia de Requisitos**. Revista Eletrônica Fundação Educacional São José. 4ª edição. 2019.

SANTOS, Cristiano J. dos. **Evolução econômica na cidade de Taubaté**. Dissertação de mestrado. Universidade de Taubaté (UNITAU). Taubaté, SP, Brasil. 2014.

SANTOS, Valdemir dos. **Da Organização à Crise do Sistema Integrado do Transporte Coletivo na Grande Aracaju**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. 2016.

SIEBRA, Sandra de A. **Banco de Dados**. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife, PE, Brasil. 2010.

TcUrbes. **Elaboração da revisão do plano de mobilidade urbana de Taubaté – SP**. 2019.

VALENTE, Marco T. **Engenharia de Software Moderna**. 1ª Edição. Independente. 2020.

VASCONCELLOS, Eduardo A. CARVALHO, Carlos H. R. de. PEREIRA, Rafael H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. CEPAL-IPEA, DF, Brasília, Brasil. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1373/1/TD_1552.pdf (Acesso em: 3 dez. 2022). 2011.