

# **FECAMSP: Aplicativo para cálculo de piso mínimo de frete para o motorista do modal rodoviário**

**Pedro Henrique Augusto Mafra, Anna Patricia Zakem China**

Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

pedro.henrim.mafra@gmail.com,

anna.china@fatec.sp.gov.br rodrigo.plotze@fatec.sp.gov.br

**Resumo.** *A distribuição espacial da logística de transportes no território brasileiro revela uma predominância do modal de rodovias, bem como sua concentração na região Centro-sul com destaque para o estado de São Paulo. Fundada em 2012, a Federação de Caminhoneiros de São Paulo (FECAMSP) congrega 17 entidades sindicais que, juntas, representam 243 municípios e os interesses de mais de 260.000 motoristas profissionais. Sabendo disso o aplicativo FECAMSP oferece aos usuários um cálculo de piso mínimo de frete de forma simples e ágil e conta também com uma funcionalidade para salvar dados de fretes anteriores, o que possibilita aos usuários reutilizarem essas informações em futuras viagens, sem a necessidade de inserir novamente todos os detalhes para o cálculo. O aplicativo FECAMSP foi desenvolvido em Flutter junto a linguagem Dart com integração ao banco de dados em nuvem Firebase. O objetivo principal do FECAMSP é fornecer ao motorista do modal rodoviário uma maneira rápida e eficaz para calcular seus fretes, armazenar os dados e resultados e consultar fretes realizados, visando principalmente uma boa experiência de usuário.*

**Abstract.** *The spatial distribution of transportation logistics in the Brazilian territory reveals a predominance of the road transportation mode, particularly concentrated in the Centro-sul region with emphasis on the state of São Paulo. Founded in 2012, the Federação de Caminhoneiros de São Paulo (FECAMSP) brings together 17 union entities that collectively represent 243 municipalities and the interests of over 260,000 professional drivers. With this in mind, the FECAMSP application was developed using Flutter and the Dart programming language, integrating with the cloud-based Firebase database. It aims to provide users with a simple and efficient calculation of minimum freight rates, as well as the ability to save data from previous shipments. This allows users to reuse the information for future calculations without having to re-enter all the data again. The main objective of FECAMSP is to offer truckers a quick and effective way to calculate their freight rates, store data and results, and access information on past shipments, all with a focus on providing a great user experience.*

## 1. Introdução

A distribuição espacial da logística de transportes no território brasileiro revela uma predominância do modal de rodovias, bem como sua concentração na região Centro-sul com destaque para o estado de São Paulo. Com efeito, atualmente, o transporte de cargas no Brasil é predominantemente realizado por meio das rodovias. Cerca de 61,1% da carga transportada em 2009, segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT), utilizou o modal rodoviário, cuja rede tem maior difusão pelo território nacional, apesar do potencial que o país tem para a expansão da rede ferroviária. Apenas 21,0% da carga transportada no país em 2009 foi movimentada por ferrovias, sendo que quase a totalidade é operada por empresas privadas. Pelas hidrovias, terminais portuários fluviais e marítimos circula cerca de 14% da carga transportada pelo país e, pela via aérea, apenas 0,4% (CNT, 2011).

Destaca-se o estado de São Paulo pela sua estrutura de transporte bem distribuída em seu território. Com efeito, esse estado é o único a apresentar uma infraestrutura de transportes na qual as cidades do interior estão conectadas à capital por uma vasta rede, incluindo rodovias duplicadas, ferrovias e a hidrovía do Tietê. Ademais, localizam-se neste estado o maior aeroporto do país, em Guarulhos, e o porto organizado com maior movimentação de carga, Santos. A distribuição de rodovias duplicadas evidencia a importância do estado de São Paulo, responsável por 32,6% do PIB brasileiro em 2011 (IBGE, 2013) e onde se concentra 21,7% da população nacional (IBGE, 2013a), bem como abriga a maior parte das indústrias do país. Grande parte destas rodovias ligam a capital paulista a outras capitais, como Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba, que reúnem os maiores fluxos de mercadorias e pessoas no país, bem como ao oeste paulista, ao Triângulo Mineiro, ao noroeste paranaense e ao estado de Mato Grosso do Sul, caracterizados pela elevada produção agropecuária associada ao agronegócio.

A Federação de Caminhoneiros de São Paulo (FECAMSP) foi Fundada em setembro de 2012, na cidade de Porto Ferreira - SP, a FECAMSP - Federação dos Caminhoneiros Autônomos do Estado de São Paulo, congrega 17 entidades sindicais que, juntas, representam 243 municípios e os interesses de mais de 260.000 motoristas profissionais. Fruto da necessidade de se canalizar e ordenar as demandas da categoria, a fim de que ganhassem uma voz forte e que se fizesse ouvir junto aos governos estadual e federal, embarcadores e transportadoras, a FECAMSP traz para a esfera do entendimento e da negociação o dia a dia vivido por seus parceiros (FECAMSP, 2012).

O principal objetivo do aplicativo FECAMSP é fornecer ao motorista do modal rodoviário uma maneira rápida e eficaz para calcular seus fretes, armazenar os dados e resultados e consultar fretes realizados. Visando principalmente uma boa experiência de usuário.

O aplicativo FECAMSP foi desenvolvido em Flutter e conta com o Firebase Cloud que foi utilizado para armazenar informações do cálculo realizado pelo motorista autônomo para consultas posteriores. Inicialmente foi realizado um levantamento sobre experiência de usuário para que o aplicativo fosse desenvolvido de forma a simplificar a interação do autônomo com a interface, assim criando uma maior acessibilidade para os usuários que utilizarão o aplicativo, dessa forma foram estudados outros aplicativos e funções de cálculo de frete para o desenvolvimento da interface. O aplicativo segue o seguinte fluxo: após o usuário criar sua conta e acessar o aplicativo, ele se depara com a tela de cálculo de frete, nessa interface ele poderá ou escolher a origem e destino selecionando-os no mapa ou simplesmente informar a distância em quilômetros, em seguida seleciona-se a modalidade do frete realizado, o tipo de carga que será carregada, o número de eixos que será utilizado e por fim se o retorno será vazio. Finalmente o usuário será apresentado com o cálculo do piso mínimo do respectivo frete e as informações de coeficiente de custos, além do valor de ida e de retorno vazio caso este se aplique. O aplicativo também conta com uma aba para consulta de cálculos realizados anteriormente, sendo possível tanto consultar valores anteriores e informações do frete calculado quanto utilizar-se destas informações para um novo cálculo.

O aplicativo FECAMSP é uma ferramenta disponível ao motorista autônomo do modal rodoviário, trazendo facilidade para o cálculo do piso de frete e consulta de dados de cálculos realizados anteriormente pelo usuário. O projeto FECAMSP encontra-se disponível em: <https://github.com/>

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Cálculo do Frete

Para realização do cálculo do piso mínimo de frete para o motorista autônomo, foi necessário a utilização da versão mais recentemente atualizada da tabela de frete ANTT publicada no diário oficial da união de acordo com a Política Nacional dos Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNMP-TRC). Desta tabela serão retirados os coeficientes de custo de deslocamento (CCD) e de carga e descarga (CC) baseados nos tipos de frete e carga juntos ao número de eixos. (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2023)

$$Frete = ((distancia * CCD) + CC)$$

A fórmula define o cálculo do valor do piso mínimo do frete considerando um retorno com carga, portanto vale destacar que o valor do frete pode ser maior caso haja um retorno vazio.

$$Retorno Vazio = (0.92 * distancia * CCD)$$

$$Frete com Retorno Vazio = Frete + Retorno Vazio$$

### 2.2. Experiência do Usuário

A Experiência do Usuário (User Experience – UX) abrange todos os aspectos da interação do usuário, desde o design visual e a usabilidade até as emoções e percepções durante a utilização. Uma boa UX busca proporcionar uma jornada fluida, intuitiva e agradável, levando em consideração as necessidades, expectativas e desejos dos usuários.

De acordo com Jesse James Garrett em seu livro "The Elements of User Experience" (2002, p.21), o processo de desenvolvimento da experiência do usuário trata-se de garantir que nenhum aspecto da experiência do usuário em um site aconteça sem uma intenção consciente e explícita. Isso significa considerar todas as possibilidades de cada ação que o usuário provavelmente tomará e entender suas expectativas em cada etapa desse processo.

Durante todas as etapas do projeto, desde a prototipação, foram realizados estudos sobre como melhor desenvolver a UX, além de testes e exibições com stakeholders, para garantir que a usabilidade e o design visual sejam adequados ao público-alvo do aplicativo e representem os interesses da federação.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1 Requisitos Funcionais e não Funcionais do Sistema

Durante os processos iniciais de prototipação da aplicação foram listados durante entrevistas com stakeholders os principais requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

##### 3.1.1. Requisitos Funcionais

De acordo com Sommerville (2011, p.59), requisitos funcionais são declarações de serviços que o sistema deve fornecer, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e de como o sistema deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais também podem explicitar o que o sistema não deve fazer.

**Figura 1 - Requisitos Funcionais do aplicativo FECAMSP**

#### **Requisitos Funcionais**

<b>RF 01</b>	<b>Cálculo do Piso Mínimo de Frete</b> O Aplicativo deve ser capaz de calcular o piso mínimo de frete para o usuário utilizando as seguintes informações: Distância (em km), tipo de frete, tipo de carga, número de eixos e se a volta será vazia.
<b>RF 02</b>	<b>Utilização de Mapa</b> O Aplicativo deverá possuir uma tela com mapa para seleção de localização de origem e destino, após selecionado ambas as localizações ele deve ser capaz de calcular a distância considerando as vias possíveis.
<b>RF 03</b>	<b>Resultados</b> O Aplicativo deverá informar ao usuário o cálculo demonstrando a distância, os coeficientes de deslocamento e carga e descarga e o valor do frete. O usuário poderá escolher armazenar os dados e resultados.
<b>RF 04</b>	<b>Consulta</b> O Aplicativo deverá possuir uma tela para consulta de fretes realizados que foram armazenados pelo usuário, havendo uma versão simplificada e detalhada dos fretes, além de possibilitar a utilização dos valores para um novo cálculo.
<b>RF 05</b>	<b>Autenticação e Cadastro de Usuários</b> O Aplicativo deverá possibilitar o cadastro e autenticação de usuários afim de armazenar informações em um banco de dados. Também deverá ser possível recuperar sua conta utilizando o e-mail registrado.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Para o aplicativo FECAMSP fez-se necessário as funções para cálculo do piso mínimo de frete utilizando-se de informações como distância em quilômetros, essa podendo ser obtida

através da seleção de duas coordenadas (origem e destino) em uma tela com mapa ou sendo informada pelo usuário manualmente, o tipo do frete, podendo este ser ou não de alto desempenho entre as categorias de lotação e somente automotor, o tipo de carga a ser carregada, o número de eixos e por fim se a viagem contará com o retorno vazio ou carregado.

O aplicativo deverá incluir um mapa para consulta de origem e destino de viagem, sendo possível se localizar pela posição atual e uma posição pesquisada na barra de pesquisa.

O resultado exibido deverá exibir a distância que será percorrida e também os coeficientes de custo de deslocamento e de carga e descarga, CCD e CC respectivamente e por fim o valor do frete calculado.

Também é possível armazenar as informações deste cálculo caso o usuário queira consulta-las ou reutiliza-las para um novo cálculo, sendo disponibilizadas estas de formas simples em uma lista e de forma detalhada ao selecionar uma armazenagem específica na tela de consulta da aplicação.

Para o armazenamento de informações o usuário precisará se cadastrar e autenticar no sistema, portanto o aplicativo também fornecerá a possibilidade do mesmo realizar essas funções além de possibilitar uma recuperação de senha por e-mail. O projeto portanto deve contar com um banco de dados para o armazenamento de usuários e de cálculos para consultas posteriores.

### **3.1.2. Requisitos Não Funcionais**

De acordo com Sommerville (2011, p.59), requisitos não funcionais são restrições aos serviços ou funções oferecidos pelo sistema. Incluem restrições de timing, restrições no processo de desenvolvimento e restrições impostas pelas normas. Ao contrário das características individuais ou serviços do sistema, os requisitos não funcionais, muitas vezes, aplicam-se ao sistema como um todo.

Portanto, para o aplicativo FECAMSP fez-se necessário o desenvolvimento para tanto sistemas operacionais Android quanto IOS, abrangendo o maior número de possíveis usuários. Fez-se necessário o uso da plataforma Flutter junto a linguagem de programação Dart para atingir esse objetivo.

**Figura 2 - Requisitos Não Funcionais do aplicativo FECAMSP**

**Requisitos Não Funcionais**

<b>RNF 01</b>	<b>Desenvolvimento para múltiplas plataformas</b>
	O Aplicativo deverá ser desenvolvido para funcionar em dispositivos móveis com sistema operacional Android e IOS, abrangendo o maior número de possíveis usuários.

<b>RNF 02</b>	<b>Plataforma de Banco de Dados</b>
	O Aplicativo deverá constar com uma plataforma de banco de dados permitindo o cadastro e autenticação de usuários e o armazenamento de informações por usuário.

**Fonte: Autoria Própria, 2023.**

### **3.2. Prototipação**

Durante os estágios iniciais do desenvolvimento do aplicativo foram prototipados manualmente diversos esboços de como seriam as telas do aplicativo e suas funções. Os resultados desse estágio, embora simples em relação ao projeto atual, auxiliaram na criação de diagramas de caso de uso e atividade utilizados na documentação do projeto, além de servir de base para iniciar a construção do aplicativo.

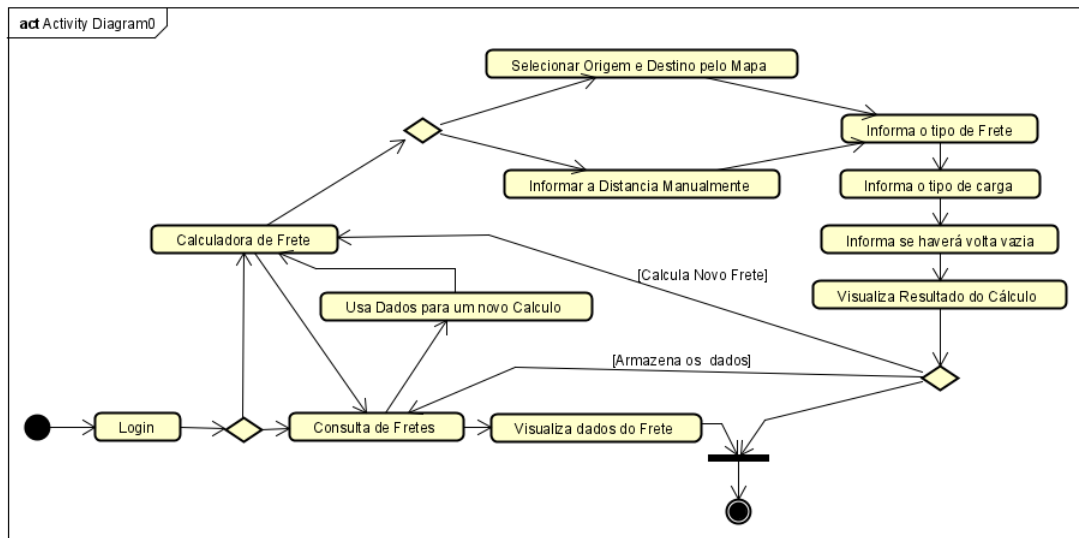
### **3.3. Diagramas de Caso de Uso e de Atividade**

Durante a especificação inicial de um sistema, é importante decidir os limites do sistema. Isso significa trabalhar com os stakeholders para definir as funcionalidades que serão incluídas no projeto. Em alguns casos, a fronteira entre um sistema e seu ambiente é relativamente clara. Em outros casos, existe mais flexibilidade, e, durante o processo de engenharia de requisitos, você decide o que constitui a fronteira entre o sistema e seu ambiente (SOMMERVILLE, 2000).

Para este projeto foram criados diagramas de caso de uso e diagrama atividade incorporados à UML. Todos os diagramas foram desenvolvidos utilizando-se da ferramenta Astah UML (ASTAH, 2023). O Astah UML é uma ferramenta de modelagem UML (Unified Modeling Language), que permite a criação de diversos diagramas que auxiliam na visualização e compreensão de estruturas e comportamentos de um sistema.

O diagrama de atividades é utilizado para mostrar as atividades que compõem um processo de sistema e o fluxo de controle de uma atividade para a outra (SOMMERVILLE, 2000). Para o aplicativo FECAMSP, este diagrama demonstra o fluxo pelo qual o usuário utilizará o aplicativo.

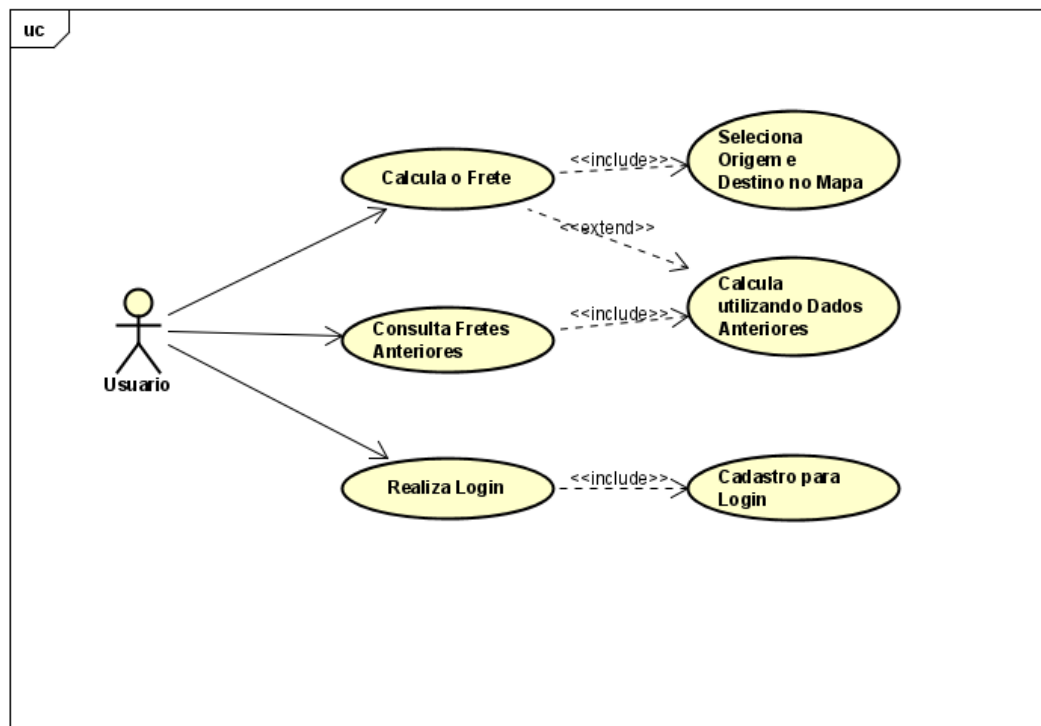
**Figura 3 - Diagrama de Atividades do aplicativo FECAMSP**



Fonte: Autoria própria, 2023

Já a modelagem de caso de uso foi usada para apoiar a elicitação de requisitos por ser uma modelagem que toma um cenário simples que descreve o que o usuário espera de um sistema (SOMMERVILLE e SAWYER, 1997). Para o aplicativo FECAMSP o diagrama descreve como o usuário irá interagir com o sistema, demonstrando funções que fazem parte de cada interação.

**Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso para o Aplicativo FECAMSP**



Fonte: Autoria Própria, 2023



3.4. Desenvolvimento Flutter integrado ao Firebase

O Flutter foi o framework escolhido para o desenvolvimento do aplicativo junto a linguagem de programação Dart utilizando-se a IDE Visual Studio Code.

O Visual Studio Code é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para desenvolvimento, edição e depuração de aplicativos móveis, web e sites, bem como serviços em nuvem.

O Flutter é um kit de ferramentas da Google para construção de aplicações nativamente compiladas para mobile, web e desktop a partir de um único código base. Dart é uma linguagem de programação, também criada pela Google, do paradigma Orientação a Objetos, permitindo a criação de aplicações bem otimizadas para diversos dispositivos. A escolha foi feita com base na distribuição do aplicativo ao público, sendo necessário a implementação tanto para celulares com Sistema Operacional Android quanto para IOS.

Figura 5 - Distribuição de Sistemas Operacionais em Dispositivos Móveis

Year	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Android	85.1%	85.1%	86.6%	86.6%	86.9%	87.0%	87.1%
iOS	14.7%	14.9%	13.4%	13.4%	13.1%	13.0%	12.9%
Others	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fonte: IBC, 2023

Já o Firebase foi escolhido por ser uma plataforma que possui diversas funções úteis, funções que agem como um banco de dados para o aplicativo, funções de autenticação etc. Entre a lista extensa de serviços oferecidos pelo Firebase, está o Cloud Firestore. O Cloud Firestore é um banco de dados flexível e escalonável para desenvolvimento de dispositivos móveis, Web e servidores a partir do Firebase e do Google Cloud Platform. Como o Firebase Realtime Database, ele mantém os dados em sincronia em aplicativos em tempo real (FIREBASE, 2023).

## 4. Resultados

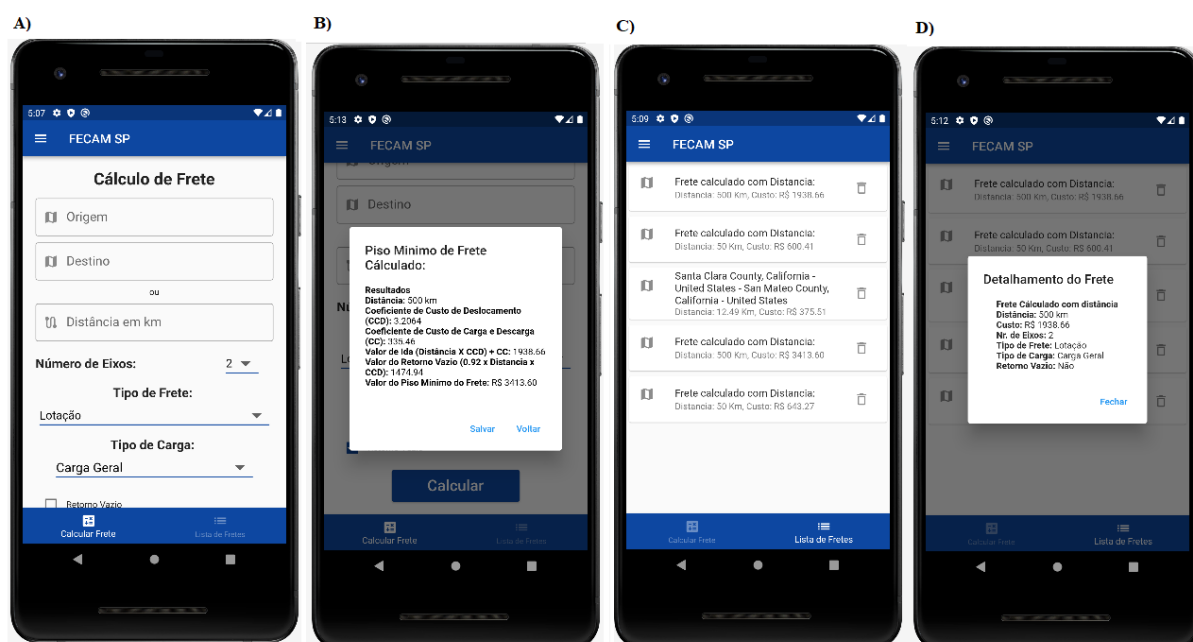
### 4.1. Documentação do projeto

A documentação e os documentos UML do aplicativo foram desenvolvidos utilizando a ferramenta Astah UML. Para o aplicativo desenvolvido neste trabalho foram desenvolvidos os diagramas de Atividade e de Caso de Uso, que estão disponíveis no GitHub, junto ao código fonte do aplicativo: <https://github.com/>

### 4.2. Aplicativo FECAMSP

O aplicativo FECAMSP foi desenvolvido em Flutter junto a linguagem Dart e integração com o Firebase. Isso possibilita que ele funcione tanto para dispositivos móveis com sistema operacional Android quanto IOS, assim atendendo um dos principais requisitos do projeto. Também foi utilizada a API Mapbox para geração de mapa e geocoding.

**Figura 6 - Telas do aplicativo FECAMSP. A) Tela de inserção de informações para cálculo do frete. B) Tela de cálculo do frete exibindo o resultado da operação e a opção de salvar os dados e resultados. C) Tela com listagem para consulta de fretes salvos pelo usuário. D) Detalhamento do frete selecionado na lista.**



Fonte: Autoria Própria, 2023

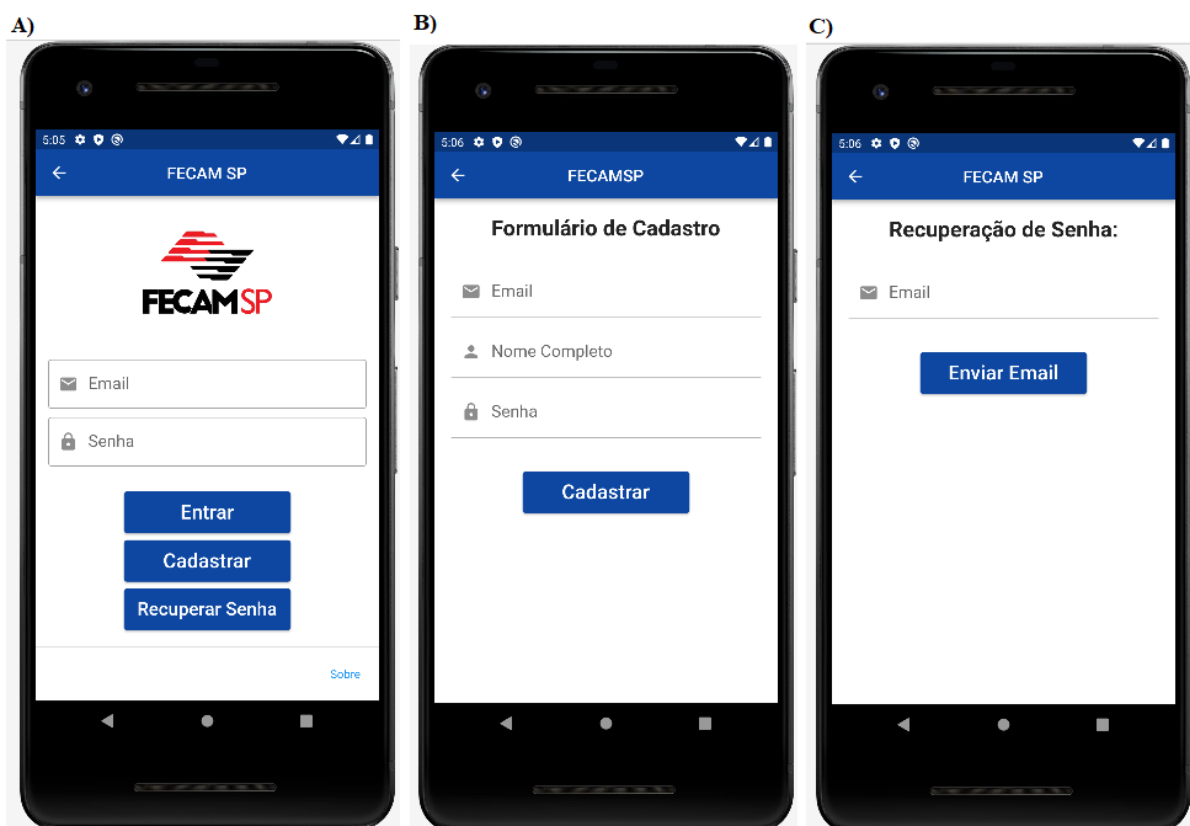
O aplicativo FECAMSP tem como proposta principal auxiliar o motorista do modal rodoviário a calcular o piso mínimo de frete para suas viagens (Figura 6A). Para isso o usuário deverá ou selecionar a origem e destino através de uma tela com mapa (Figura 8) ou informar a distância em quilômetros manualmente, após selecionar a distância o usuário deverá informar o tipo de frete, o tipo de carga, o número de eixos e por fim se haverá um retorno vazio ou não.

Afinal serão exibidos ao usuário os dados do cálculo do frete como os coeficientes de custo de carga e descarga (CC) e de custo de deslocamento (CCD), a distância que será percorrida e o valor do piso mínimo do frete que será realizado (Figura 6B). O usuário poderá então escolher salvar os dados e resultados desse cálculo para consulta e uso posterior.

Adicionalmente será possível em uma outra tela consultar todos os fretes já realizados salvos de forma sucinta em uma listagem (Figura 6C) e caso seja necessário em forma detalhada através de um pop-up na tela caso algum item da lista seja selecionado (Figura 6D), também será permitido reutilizar os dados de um frete anterior para um novo cálculo ou através da tela de consulta detalhada ou simplesmente mantendo um item da lista pressionado por algum tempo.

Para que isso seja possível, o aplicativo requer que o usuário cadastre-se utilizando apenas seu nome, senha e e-mail para que o sistema possa armazenar as informações no banco de dados Firebase (Figura 7B). A autenticação do usuário será através do e-mail e senha cadastrado (Figura 7A), também será possível a recuperação de senha através do e-mail caso haja necessidade (Figura 7C).

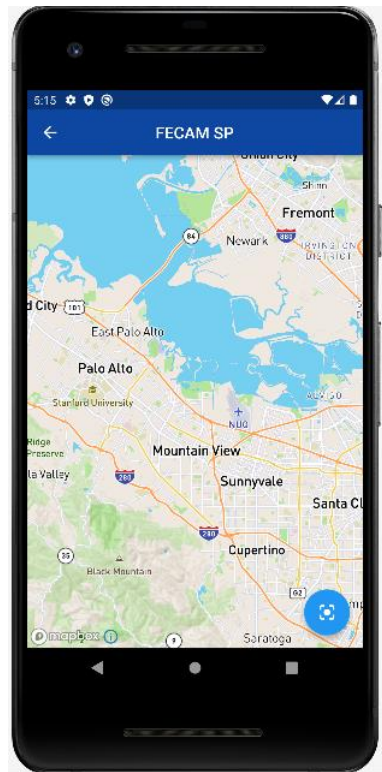
**Figura 7 - Telas de autenticação de usuário do aplicativo FECAMSP. A) Tela para login de usuários. B) Tela com formulário para cadastro de usuários. c) Tela para recuperação de senhas com e-mail.**



Fonte: Autoria Própria, 2023

A escolha da API Mapbox (Figura 5) para a integração de mapas no aplicativo foi baseada em diversos fatores. A API Mapbox se destacou devido à sua excelente documentação para desenvolvedores, que oferece um guia abrangente e recursos detalhados para auxiliar na implementação dos mapas, funções adequadas às necessidades do projeto e suporte da comunidade de desenvolvedores do Flutter.

**Figura 8 - Telas de mapa para seleção de origem e destino do aplicativo FECAMSP**



**Fonte: Autoria Própria, 2023**

Quando o mapa for utilizado pela primeira vez, será solicitada a permissão de uso de localização do aplicativo além de ser necessária a conexão com a internet para a exibição do mapa. A conexão com internet também faz-se necessária para autenticação do usuário e armazenamento de informações pelo aplicativo.

## 5. Considerações Finais

O aplicativo FECAMSP foi desenvolvido seguindo processos padrões de Engenharia de Software que visam garantir sua qualidade e aderência. O resultado desses processos e toda a documentação do sistema que se encontra disponível no GitHub.

O desenvolvimento do aplicativo em Flutter junto a linguagem Dart contribuiu de forma excelente para o cumprimento dos requisitos do sistema, permitindo um desenvolvimento de código único para funcionamento tanto em Android quanto IOS. A integração ao banco de dados em nuvem Firebase mostrou-se também uma ótima escolha pois seu banco de dados não relacional é dinâmico e em tempo real, permitindo cadastrar usuários e armazenar informações para cada usuário individualmente sem dificuldades.

O FECAMSP atendeu plenamente à proposta inicial do projeto proposto pela Federação de Caminhoneiros de São Paulo, que consistia em oferecer aos usuários um cálculo de piso mínimo de frete de forma simples e ágil. O aplicativo foi projetado para facilitar o processo de cálculo, permitindo que os motoristas do modal rodoviário selecionem facilmente as localizações desejadas em um mapa.

Além disso, o FECAMSP também incorporou a funcionalidade de salvar dados de fretes anteriores, o que possibilita aos usuários reutilizarem essas informações em futuras viagens, sem a necessidade de inserir novamente todos os detalhes para o cálculo.

Uma perspectiva futura do aplicativo considera a aprimoração do cálculo de frete, permitindo calcular um resultado de frete mais complexo utilizando-se de mais informações como por exemplo, média de combustível do veículo e valor total de pedágios no caminho. Esses dados permitirão um cálculo mais preciso e abrangente, levando em consideração fatores relevantes para a rentabilidade de possíveis fretes.

## 6. Referências

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2011.

GARRETT, Jesse James. The Elements of User Experience. New Riders, 2002.

SOMMERVILLE, I; SAWYER, P. Requirements engineering: a good practice guide. John Wiley & Sons, Inc., 1997.

FECAMSP. Federação de Caminhoneiros de São Paulo, 2023. Disponível em: < <https://fecamp.org.br/> >. Acesso em: 12 de Janeiro de 2023.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Brasília, DF, 17 de fevereiro de 2023.

IBGE. Logística dos Transportes. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15793-logistica-dos-transportes.html> >. Acesso em: 14 de Maio de 2023.

IDC. Smartphone OS Market Share. Disponível em: < <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp> >. Acesso em: 08 de Janeiro de 2023.

FIREBASE. Plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis e web, 2023. Disponível em: < <https://firebase.google.com/?hl=pt-br> >. Acesso em: 27 de Abril de 2023.

ASTAH. Powerful and Fast UML Diagramming Software, 2023. Disponível em: <<https://astah.net/products/astah-uml/>>. Acesso em: 05 de Março de 2023.

MAPBOX. Mapping Tools API, 2023. Disponível em: < <https://www.mapbox.com/> >. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2023.