

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO PAULO SANTOS FARIAS

SISTEMA PARA RASTREAMENTO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

CURITIBA

2021

PEDRO PAULO SANTOS FARIAS

SISTEMA PARA RASTREAMENTO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Software, Setor de Educação Profissional e Tecnológica, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Software.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Rafaela Mantovani Fontana

CURITIBA

2021

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE SOFTWARE da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Monografia de Especialização de **PEDRO PAULO SANTOS FARIAS** intitulada: **SISTEMA PARA RASTREAMENTO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de especialista está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 06 de Julho de 2021.



RAFAELA MANTOVANI FONTANA

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



RAZER ANTHOM NIZER ROJAS MONTAÑO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida. À Engefoto Engenharia e Aerolevantamentos pelo apoio durante todo esse processo. Aos meus pais, Angelita e Elko, e ao meu irmão Wagner pela paciência nos finais de semana atribulados. Ao Wanderson Oliveira pela companhia. À Amanda Antunes pela amizade. À professora Dra. Rafaela Mantovani Fontana, pelo incentivo, apoio e orientação.

## RESUMO

Diante das circunstâncias da falta de segurança no cotidiano das pessoas, surge a necessidade de mitigar os efeitos da perda, furto ou roubos de objetos. Dentre as possibilidades para aumentar a chance de recuperar o bem que sofreu um evento dessa natureza está o rastreamento de objetos. O presente trabalho compreende a proposição de um sistema para rastreamento de dispositivos móveis. Para rastrear um outro tipo de objeto, pode-se nele acoplar um dispositivo móvel e assim conseguir determinar a sua localização. Para a implementação desse sistema foi utilizada a arquitetura cliente-servidor. Foi desenvolvido: uma aplicação web, com o uso da linguagem Java e banco de dados PostgreSQL; e um aplicativo Android, com o uso de uma abordagem híbrida, na qual foi desenvolvida uma aplicação com o uso de HTML e Javascript e empacotada na forma de aplicativo nativo Android. De maneira geral, o aplicativo instalado no dispositivo móvel envia a sua posição a um dado intervalo de tempo para a aplicação web. A aplicação web persiste essa informação e verifica se o dispositivo está dentro de uma área permitida pré-determinada. No caso de uma movimentação fora dessa área é lançado um evento e o usuário é notificado. O sistema se mostra interessante para o acompanhamento da movimentação de veículos e cargas.

Palavras-chave: Sistema de rastreamento. Sistema Web. Aplicativo Android.

## **ABSTRACT**

Given the circumstances of the lack of security in people's daily lives, there is a need to mitigate the effects of lost, stolen, or misplaced objects. Among the possibilities to increase the chance of recovering the property that suffered an event of this nature is the tracking of objects. The present work comprises the proposition of a system for tracking mobile devices. To track another type of object, a mobile device can be attached to it and thus be able to determine its location. To implement this system the client-server architecture was used. It was developed: a web application, using Java language and PostgreSQL database; and an Android application, using a hybrid approach, in which an application was developed using HTML and Javascript and packaged as a native Android application. In general, the application installed on the mobile device sends its position at a given time interval to the web application. The web application persists this information and checks if the device is within a predetermined allowed area. In case of a movement outside this area an event is launched and the user is notified. The system is interesting for monitoring the movement of vehicles and cargo.

Keywords: Tracking System. Web System. Android Application.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1	PROBLEMA .....	8
1.2	OBJETIVO GERAL .....	8
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
1.4	ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	8
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	10
2.1	POSICIONAMENTO .....	10
2.1.1	Sistemas de Navegação por Satélite .....	11
2.1.2	Funcionamento do GNSS .....	11
2.1.3	Qualidade do posicionamento GNSS .....	12
2.1.4	Técnicas de Posicionamento .....	13
2.1.5	Navegação .....	13
2.1.5.1	Modelo Matemático .....	14
2.2	DISPOSITIVO DE RASTREAMENTO .....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	18
3.1	MATERIAIS UTILIZADOS .....	18
3.2	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO .....	19
3.2.1	Levantamento das Necessidades do Cliente .....	19
3.2.2	Planejamento do Desenvolvimento .....	20
3.2.3	Modelagem do Sistema .....	21
3.2.4	Construção do Sistema .....	22
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO SISTEMA</b> .....	23
4.1	ARQUITETURA DO SISTEMA .....	23
4.2	O SISTEMA .....	24
4.2.1	Acesso ao sistema .....	24
4.2.2	Lista de Dispositivos .....	26
4.2.3	Cadastro de Dispositivos .....	27
4.2.4	Listagem de Cercas Digitais .....	28
4.2.5	Cadastrar Cerca Digital .....	30
4.2.6	Iniciar rastreamento .....	30
4.2.7	Meus Dispositivos .....	31

4.2.8	Listagem de Usuários .....	32
4.2.9	Cadastro de Usuários .....	34
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>
	<b>APÊNDICE A - DOCUMENTO DE VISÃO .....</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE B - CASOS DE USO NEGOCIAIS .....</b>	<b>40</b>
	<b>APÊNDICE C - GLOSSÁRIO .....</b>	<b>41</b>
	<b>APÊNDICE D - REGRAS DE NEGÓCIO .....</b>	<b>42</b>
	<b>APÊNDICE E - PROTÓTIPOS DE TELA .....</b>	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE F - DIAGRAMA DE CLASSES DOS OBJETOS</b>	
	<b>RELACIONAIS .....</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE G - DIAGRAMA DE CASOS DE USO DETALHADO ....</b>	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE H - ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO .....</b>	<b>49</b>
	<b>APÊNDICE I - MODELO DE OBJETOS .....</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE J - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA .....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE K - DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO .....</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE L - PLANOS DE TESTES .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As pessoas em seu cotidiano utilizam serviços que são baseados em localização. Esses serviços possuem funcionalidades diversas, como a navegação em espaços públicos — em aplicativos como *Google Maps* ou *Waze* —, fornecimento de serviços baseados em localização — em aplicativos de mobilidade como *Uber* — e ainda em robótica (POTIGIETER, 2015).

Serviços baseados na localização podem ser aplicados em sistemas de navegação de veículos. Eles auxiliam o motorista com o uso de mapas, indicadores de manobra e o caminho que ele deve percorrer até o seu destino (QUARESMA, 2011). Já em ambientes internos, podem ser utilizados para mostrar informações relevantes sobre a localização dos usuários e ajudá-los a navegar em um edifício, tornando a tarefa de explorar áreas desconhecidas mais eficientes (POMBINHO et al., 2009).

Outra forma de uso da localização é quando uma pessoa realiza uma compra via *web*. Nessa operação é atribuído um código ao produto que permite saber onde está e as informações relacionadas ao seu transporte. Por exemplo, saber se ele já foi despachado, se está a caminho, a data prevista de entrega e outras informações. Porém, o rastreamento de mercadorias nem sempre é eficiente e deixa a desejar, pois em alguns momentos as informações acabam ficando desatualizadas (OLIVEIRA, 2017).

Existem também sistemas para rastreamento de veículos e outros objetos que, de maneira geral, surgiram como forma de mitigar os efeitos da sua perda, furto ou roubo. Dentre as soluções de rastreamento, existem diversas tecnologias que viabilizam a execução dos sistemas. Basicamente, eles funcionam registrando a localização do objeto e a disponibilizando para um administrador (VEIGA, 2019).

Empresas como a Apple e Google disponibilizam para os seus usuários a opção de localizar seus equipamentos por meio do uso de um aplicativo, em caso de perda ou roubo. Além de tomar medidas adicionais para ajudar a recuperá-lo e manter as informações pessoais em segurança (VEIGA, 2019).

## 1.1 PROBLEMA

Com a crescente preocupação com furtos e roubos por parte da população, existe um aumento na procura por medidas para minimizar os riscos ao patrimônio. Todos os anos os balanços da criminalidade apontam um grande número de perdas e prejuízos que passam da casa do milhão no Brasil, mas os números de elucidação de crimes no Brasil ainda são baixos (GAZETA DO POVO, 2019). Nesse contexto, a confiança do cidadão em recuperar um bem após um furto ou roubo é pequena (BRUM; KANITZ, 2018).

Esse cenário justifica a necessidade de desenvolver ferramentas para auxiliar no gerenciamento de objetos com o uso de localização. Empresas e pessoas que necessitam localizar veículos, objetos postais, animais de estimação, dentre outros, podem fazer uso dessas ferramentas.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema de rastreamento de dispositivos móveis que permita o registro e gerenciamento do histórico de localização de objetos.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste sistema são:

- Apresentar a localização dos dispositivos com o uso de um mapa;
- Permitir a delimitação uma área de livre circulação para os dispositivos;
- Notificar o usuário sobre movimentações dos seus dispositivos que estão fora da área de livre circulação.
- Gerenciar os dispositivos do usuário; e
- Gerenciar os usuários;

## 1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica deste trabalho. Nele estão os conceitos e definições fundamentais para o desenvolvimento do sistema

proposto. Também são mostrados os conceitos e sistemas de posicionamento utilizando satélites e modelos matemáticos envolvidos.

No Capítulo 3 são apresentados os materiais e os métodos utilizados para o desenvolvimento e descritas as etapas para a construção do sistema.

No Capítulo 4 é apresentado o sistema desenvolvido. Nele será detalhado a arquitetura utilizada e também o seu funcionamento.

O Capítulo 5 conclui o documento apresentando as possibilidades de trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os temas técnicos envolvidos no trabalho. Esses temas estão relacionados ao funcionamento de sistemas globais de posicionamento por satélite e assuntos correlatos. Trata também sobre os sistemas para a localização de objetos utilizando tecnologias embarcadas em *smartphones*.

### 2.1 POSICIONAMENTO

Conhecer o ambiente em que se vive sempre foi uma necessidade do ser humano. Os primeiros interesses foram explorar e entender o território da vizinhança do seu lar, visando mapear os recursos disponíveis e eventuais perigos. Na sequência, a abrangência da área conhecida foi sendo aumentada de acordo com a necessidade e os recursos disponíveis. As regiões conhecidas foram cada vez mais expandidas, surgindo o interesse pelas áreas de comércio e posteriormente o desejo de se conhecer o mundo inteiro, iniciado com o desenvolvimento das navegações marítimas (MONICO, 2001).

O domínio dos territórios, desvio dos perigos e estabelecimento de relações comerciais dependem do saber em como ir e voltar, um processo de navegação que envolve o conhecimento da posição corrente no território. Durante muito tempo, os métodos para a obtenção precisa de uma localização envolvia a observação dos corpos celestes (sol, lua e estrelas) e a determinação do tempo, tendo como equipamentos o astrolábio, quadrantes, sextantes e relógios mecânicos (MONICO, 2001).

Com o desenvolvimento da eletrônica e os avanços no domínio do conhecimento sobre as ondas de rádio, foram desenvolvidos sistemas de posicionamento cada vez mais precisos e acessíveis, como o *Long-Range Navigation System* (LORAN), o *Low Frequency Continuous Wave Phase Comparison Navigation* (DECCA) e o *Global Low Frequency Navigation System* (Ômega), que possuíam funcionamento baseado em estações de rádio implantadas na superfície terrestre (MONICO, 2001).

Os avanços da tecnologia permitiram o lançamento de satélites artificiais e com isso foi possível desenvolver sistemas de posicionamento como o *Navy*

*Navigation Satellite System* (NNSS) e mais recentemente os sistemas *Global Navigation Satellite System* (GNSS) (MONICO, 2001).

### 2.1.1 Sistemas de Navegação por Satélite

Os sistemas de navegação global por satélite (GNSS) são o conjunto de sistemas que permitem a determinação de uma localização (obter coordenadas) com a utilização de satélites artificiais e que possuem cobertura sobre grande parte da superfície terrestre (BONNOR, 2013).

Fazem parte desse conjunto: o *Global Positioning System* (GPS), um sistema de posicionamento global desenvolvido pelos Estados Unidos nos anos 1970 e que conta com uma constelação de 30 satélites; o *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistem* (GLONASS), um sistema de navegação global por satélite desenvolvido pela antiga União Soviética nos anos 1970, que conta com 24 satélites; o Galileo desenvolvido pela União Europeia nos anos 2000, composto por 30 satélites; o Beidou - "Ursa Maior" em Mandarim, desenvolvido pela China e que possui 28 satélites; e outros sistemas regionais (BONNOR, 2013).

### 2.1.2 Funcionamento do GNSS

O GNSS consiste em três segmentos para seu funcionamento: o espacial, o de controle e o do usuário. O segmento espacial é composto por um conjunto de satélites em órbita que envia informações para os demais segmentos; o segmento de controle é composto pelas estações em terra que controlam e monitoram o segmento espacial; e o segmento de usuário são os dispositivos que recebem o sinal do segmento espacial para determinar a sua posição (BONNOR, 2013).

No segmento espacial, cada satélite é equipado com um ou mais relógios atômicos que garantem uma grande precisão na determinação da variação do tempo. Eles transmitem essa informação de tempo, a sua órbita e a sua identificação (BONNOR, 2013). Já no segmento de controle, as estações em terra monitoram os satélites, comparando os valores esperados de seus parâmetros transmitidos e os verdadeiros; e, enviando as correções para os satélites, através dos sistemas de comunicação entre os segmentos de controle e o espacial. Isso garante a qualidade dos posicionamentos apoiados em satélites (BONNOR, 2013).

No segmento de usuário existem diferentes tipos de receptores que são capazes de se posicionar utilizando os satélites. Dentre esses dispositivos estão os receptores geodésicos, os receptores topográficos e os dispositivos de navegação como celulares, GPS veicular, rastreadores e outros (BONNOR, 2013).

### 2.1.3 Qualidade do posicionamento GNSS

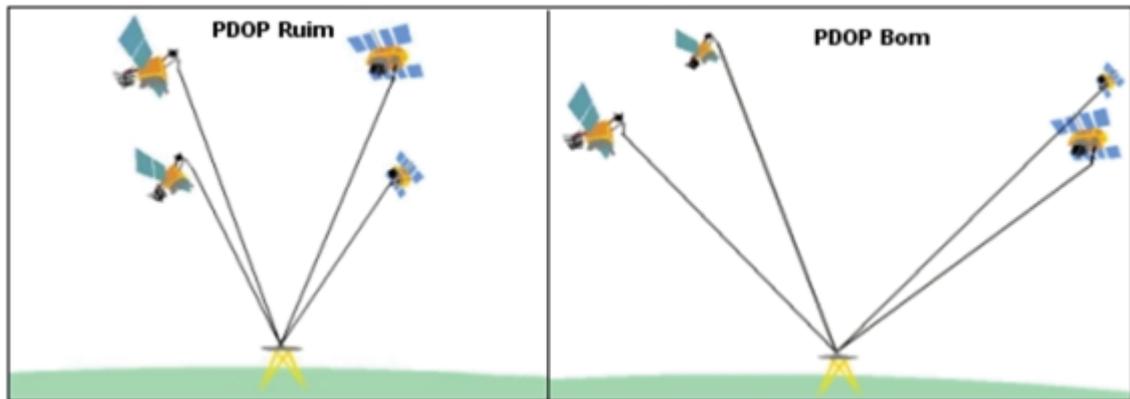
Para cada observação realizada existe um conjunto de erros associados. Esses erros afetam a qualidade (precisão) final da determinação de coordenadas, como explica Bonnor (2013), para quem, com o uso de receptores GNSS esses erros podem ser causados:

- Pelo baixo número de satélites visíveis - um número maior de satélites garante precisão maior;
- Pela posição dos satélites no momento da observação - uma distribuição espacial maior garante uma precisão maior, ao passo que satélites alinhados ou agrupados causam decréscimo na precisão, portanto, uma distribuição espacial maior garante uma precisão maior;
- Atrasos atmosféricos - a intensidade do sinal dos satélites diminui ao atravessar a atmosfera;
- Sinal com multicaminhamento - o sinal vindo do satélite não chega diretamente ao receptor, ele é refletido por superfícies (como espelhos d'água, prédios, montanhas) nesse caminho;
- Erros no relógio do receptor - o relógio do receptor não possui precisão compatível com o relógio do satélite; erros de órbita (efeméride): erros nas informações das posições dos satélites.

Outro erro que interfere na precisão do levantamento é a geometria formada pelos satélites no momento do levantamento, que é indicado pelo parâmetro Positioning Dilution of Precision (PDOP), que é a diluição da precisão de posicional tridimensional. Na Figura 1 é possível observar as configurações de PDOP (IBGE, 2008).

Esses erros podem ser modelados ou mitigados de acordo com a escolha da técnica de posicionamento e por consequência dos equipamentos utilizados para o levantamento (BONNOR, 2013).

FIGURA 1 - CONFIGURAÇÃO DE PDOP



FONTE: IBGE (2008)

#### 2.1.4 Técnicas de Posicionamento

As técnicas utilizadas para o posicionamento utilizando GNSS fornecem precisão que variam de poucos milímetros até umas dezenas de metros. A escolha da técnica e do receptor dependem da finalidade do levantamento (IBGE, 2008).

Os satélites enviam informação de maneira constante, mas o número de informações que cada tipo de receptor pode receber é diferente. Esse conjunto de observações recebidas interfere na qualidade do posicionamento (IBGE, 2008).

As técnicas podem ser classificadas em (BONNOR, 2013):

- Navegação - consiste na observação dos satélites com equipamento capaz de obter um conjunto mínimo de informações. Essa técnica se baseia na diferença de tempo entre o receptor e o satélite. Os equipamentos podem ser, por exemplo, celulares ou receptores de mão.
- Posicionamento por ponto - consiste em instalar o equipamento em um ponto e realizar um conjunto de observação dos satélites. Para essa técnica são utilizados equipamentos topográficos ou geodésicos. Proporciona posição com precisão centimétrica.
- Posicionamento relativo - consiste em instalar dois equipamentos para a observação dos satélites. Um dos equipamentos deve ser instalado em ponto de coordenadas conhecidas. Os equipamentos utilizados são do tipo topográficos ou geodésicos. Proporciona posição com precisão milimétrica.

#### 2.1.5 Posicionamento para Navegação

Dentre as técnicas de posicionamento, está a de navegação. Os receptores de navegação são os destinados à navegação terrestre, marítima e aérea. A precisão esperada para esse tipo de receptor varia entre dois centímetros e 15 metros. Esse tipo de receptor proporciona uma precisão menor do que as atingidas com outros receptores (IBGE, 2008).

Os únicos erros modelados e corrigidos nesse tipo de levantamento são os de relógio. Os parâmetros que permitem essa correção são fornecidos pelo satélite.

#### 2.1.5.1 Modelo Matemático

O modelo matemático utilizado para a determinação das coordenadas no método de navegação é baseado na determinação do comprimento linear entre o satélite e o receptor (pseudodistância) e é dado por (BONNOR, 2013):

$$\rho = \Delta t \cdot c$$

Onde:

- $\rho$  é a pseudodistância;
- $\Delta t$  é a diferença entre o tempo satélite e o tempo do receptor; e
- $c$  é a velocidade da luz.

Com a determinação da diferença de tempo entre o receptor e o satélite é possível determinar a pseudodistância ( $\rho$ ), pois a velocidade da luz ( $c$ ) é constante. De outra forma, no espaço euclidiano, é possível calcular uma distância com base em suas coordenadas (BONNOR, 2013):

$$\rho_s = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2}$$

Onde:

- $\rho_s$  é a pseudodistância referente ao satélite observado;
- $x_s$  é a abscissa referente ao satélite observado;
- $y_s$  é a ordenada referente ao satélite observado;
- $z_s$  é a cota referente ao satélite observado;
- $x_r$  é a abscissa referente ao receptor;
- $y_r$  é a ordenada referente ao receptor; e
- $z_r$  é a cota referente ao receptor.

As variáveis conhecidas são a pseudodistância ( $\rho$ ), a abscissa, a ordenada e a cota referente ao satélite observado ( $x_s, y_s, z_s$ ).

Para determinar as coordenadas do receptor ( $x_r, y_r, z_r$ ) é necessário no mínimo três observações de satélites visíveis para solução única (com a resolução do sistema de equações) e quatro ou mais observações para a solução ajustada. A determinação das coordenadas é dada pelo sistema de equações (BONNOR, 2013):

$$\begin{aligned}\rho_{s_1} &= \sqrt{(x_{s_1} - x_r)^2 + (y_{s_1} - y_r)^2 + (z_{s_1} - z_r)^2} \\ \rho_{s_2} &= \sqrt{(x_{s_2} - x_r)^2 + (y_{s_2} - y_r)^2 + (z_{s_2} - z_r)^2} \\ \rho_{s_3} &= \sqrt{(x_{s_3} - x_r)^2 + (y_{s_3} - y_r)^2 + (z_{s_3} - z_r)^2} \\ &\dots \\ \rho_{s_n} &= \sqrt{(x_{s_n} - x_r)^2 + (y_{s_n} - y_r)^2 + (z_{s_n} - z_r)^2}\end{aligned}$$

Onde:

- $\rho_{s_n}$  é a pseudodistância referente ao satélite  $n$  observado;
- $x_{s_n}$  é a abscissa referente ao satélite  $n$  observado;
- $y_{s_n}$  é a ordenada referente ao satélite  $n$  observado;
- $z_{s_n}$  é a cota referente ao satélite  $n$  observado;
- $x_r$  é a abscissa referente ao receptor;
- $y_r$  é a ordenada referente ao receptor; e
- $z_r$  é a cota referente ao receptor.

## 2.2 DISPOSITIVO DE RASTREAMENTO

Atualmente existem diversos sistemas que permitem realizar o rastreamento de objetos. Esses sistemas são baseados em um conjunto de diferentes tecnologias. Existem sistemas baseados em tecnologia de internet móvel, internet via satélite, sensores inerciais e outros, que podem ser utilizados para o rastreamento de objetos

em um problema logístico. Dentre as técnicas utilizadas para detectar a posição no objeto está o uso de tecnologia GNSS.

Em alguns desses sistemas foram utilizados dispositivos com sistema operacional Android e *hardware* com suporte para a comunicação com a internet via rede de celular e também a recepção de sinal GNSS. Nesses sistemas, o dispositivo móvel é acoplado ao objeto em que se deseja saber a posição e assim é possível acompanhá-lo. A estrutura de funcionamento é baseada em um conjunto de camadas de *software*. Essas camadas são a do dispositivo cliente, a da aplicação (onde estão as regras de negócio) e a de persistência de dados (banco de dados).

Dentre estes sistemas está o desenvolvido por MACHADO (2015), no qual um dispositivo móvel (normalmente um *smartphone*) possui uma aplicação que se comunica com um servidor. As posições do dispositivo são armazenadas e podem ser consultadas em uma aplicação *Desktop*. Dessa forma, a qualquer momento é possível recuperar a posição corrente do objeto rastreado. Ou o sistema de localização desenvolvido por GALON (2014), composto por um dispositivo que envia a posição corrente do objeto obtida através da integração de sensores (receptor GNSS; *Radio Frequency Identification* (RFID), identificação por radiofrequência; e sistema inercial). Ou ainda, o sistema desenvolvido por ASSIS et al. (2015), que utiliza equipamentos de monitoramento do veículo e módulos de comunicação através de rede móvel e Short Message Service (SMS).

A seguir, encontra-se um comparativo entre esses sistemas (QUADRO 1). São apresentados os seus elementos essenciais, de maneira que se identifica as diferenças entre as propostas de cada autor. Foram elencados o conjunto de características básicas (escopo), a plataforma e os equipamentos utilizados para o desenvolvimento e para os testes, os módulos do sistema (camadas de *software*), o meio de comunicação entre os módulos (a tecnologia utilizada para a transmissão de dados) e um resumo dos resultados obtidos.

Dentre os os sistemas apresentados, nota-se de maneira geral, que possuem escopo convergente com o deste trabalho. No entanto, as abordagens foram distintas, bem como os resultados. O Capítulo 3 apresenta a abordagem utilizada neste trabalho.

QUADRO 1 - PROJETOS SEMELHANTES

Projetos	GALON (2014)	ASSIS et al. (2015)	MACHADO (2015)
<b>Escopo</b>	Protótipo envolvendo <i>hardware</i> e <i>software</i> : plataforma para monitoramento e rastreamento de veículos.	Sistema de monitoramento remoto automotivo – EVK2, para simulação dos dados de um veículo (velocidade, rotação, temperatura)	Sistema de mapeamento de clientes, para controle das visitas dos representantes comerciais, por meio de integração com um banco de dados relacional localizado em servidor remoto.
<b>Plataforma Desenvolvimento</b>	Android	Eclipse	Eclipse Juno – IDE ( <i>Integrated development environment</i> ). Android SDK ( <i>Software Development Kit</i> )
<b>Equipamentos</b>	Para acionamento e recuperação dos dados presentes no veículo, foi utilizado um microcontrolador TIVA TM4C123G	Leitura do sistema OBD II (On-Board Diagnosis), por microcontrolador; Envio por sistema de telemetria via rede de dados móveis (GSM); Leitura a partir de um <i>browser</i> de internet.	A exceção do sistema operacional, foi utilizado somente <i>software</i> livre, instalado no sistema operacional Windows 8 64 bits, para minimizar os custos.
<b>Módulos</b>	GSM SIM900, GPS NEO 6M	GSM, GPS <i>Browser</i> internet; <i>Scanner</i> ODB <i>scan</i>	GPS
<b>Tecnologia de transmissão</b>	SMS	<i>Bluetooth</i>	Comunicação por meio da rede ( <i>sockets</i> )
<b>Resultados</b>	Software desenvolvido para smartphone Android pode controlar a distância os motores que simulavam os vidros e travas elétricas, com notificação caso o sensor de presença e movimento fosse acionado; O módulo GSM conectado ao microcontrolador também envia, a cada intervalo de tempo pré-programado de 20 segundos, as coordenadas de longitude/latitude capturadas pelo módulo.	Com a simulação da frequência, utilizando o CI 555, foi possível a leitura dos dados via OBD. A simulação da rotação do veículo apresentou problemas, assim como a transmissão via GPRS, por isso, optou-se pela transmissão via SMS, com sucesso	As requisições recebidas pelo servidor são enviadas por JSON, liberando informações sobre a rotina e localização dos vendedores e, direcionando-as para o banco de dados do API do <i>Google Maps</i> . A leitura da posição é feita a cada poucos segundos, sempre que a localização mudar em uma distância de vinte metros, um novo dado é gravado no banco com a latitude, longitude, data e hora, reconstruindo o caminho percorrido, e assim, identificar se o representante cumpriu de forma devida a rota previamente cadastrada.

FONTE: ASSIS et al. (2015); GALON (2014); MACHADO (2015)

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo contém a descrição dos materiais e dos métodos utilizados para o desenvolvimento do sistema. Nele serão descritas as etapas de desenvolvimento e detalhadas as tecnologias aplicadas.

Para a produção deste trabalho foram desenvolvidas duas aplicações distintas. A primeira delas, uma aplicação *back-end*, que manipula as informações necessárias para o funcionamento do sistema e também persiste e recupera as informações de um banco de dados. A segunda aplicação contém a interface com o usuário (*front-end*) e foi desenvolvida utilizando tecnologia para desenvolvimento híbrido. A comunicação entre as duas aplicações é feita em ambiente *web* com o uso de uma *Application Programming Interface* (API).

#### 3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento da aplicação *back-end* foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- *IntelliJ IDEA* 2020.1;
- *Framework Web Spark* 2.5;
- *Java SE Development Kit* 8; e
- Banco de dados *PostgreSQL* 11;

Para o desenvolvimento da aplicação *front-end* foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- *Visual Studio Code* 1.57;
- *Cordova* 9.1; e
- *Vue.js* 2.5.6;

Além disso, outras tecnologias foram utilizadas para auxiliar o desenvolvimento. A saber:

- *Android Virtual Device* (AVD) para a criação de um dispositivo Android virtual. Esse dispositivo foi utilizado durante o desenvolvimento para a realização de testes.
- *Android Debug Bridge* (ADB) para a conexão entre o computador e um *smartphone* Android que permitiu a instalação da aplicação no *smartphone* durante o desenvolvimento.

## 3.2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Para esse trabalho foi adotado o modelo de desenvolvimento baseado em cascata. Segundo Pressman (2011), o modelo em cascata consiste em uma abordagem sequencial e sistemática para o desenvolvimento de *software*. Esse modelo é composto por um conjunto de atividades que se iniciam com o levantamento das necessidades do cliente, passando pelo planejamento do desenvolvimento, seguido pela modelagem do sistema e por fim a construção do *software* (PRESSMAN, 2011).

As atividades realizadas durante a execução deste trabalho serão detalhadas na sequência. Em resumo, os documentos elaborados para a documentação deste trabalho foram:

- Documento de Visão (APÊNDICE A);
- Casos de Uso Negociais (APÊNDICE B);
- Glossário (APÊNDICE C);
- Regras de negócio (APÊNDICE D);
- Protótipos de tela (APÊNDICE E);
- Diagrama de classes dos objetos negociais (APÊNDICE F);
- Diagrama de casos de uso detalhado (APÊNDICE G);
- Especificação de casos de uso (APÊNDICE H);
- Modelo de Objetos (APÊNDICE I);
- Diagrama de sequência (APÊNDICE J);
- Diagrama entidade relacionamento (APÊNDICE K); e
- Planos de Testes (APÊNDICE L).

### 3.2.1 Levantamento das Necessidades do Cliente

A primeira etapa, onde foi realizado o levantamento das necessidades do cliente, aconteceu antes do início deste trabalho, por ocasião das disciplinas cursadas em momento anterior. Nessa etapa, foram levantados os requisitos, produzido um quadro mostrando o que o sistema “faz, não faz, é, não é” e elaboradas as histórias de usuários (APÊNDICE A).

Foram também elaborados os diagramas de casos de uso negociais (APÊNDICE B) e diagrama de classes negociais (APÊNDICE F).

Os requisitos foram divididos em duas categorias: funcionais e não funcionais. O primeiro consiste nos requisitos que demandam desenvolvimento de *software* e o segundo apresenta os itens que norteiam o desenvolvimento de maneira mais geral.

Cada requisito possui um código no formato “RF 999” para os requisitos funcionais e “RNF 999” para os requisitos não funcionais. Além disso, acompanham uma descrição e a história de usuário correspondente. Esse esquema foi utilizado para facilitar a compreensão em consultas futuras à documentação, almejando dar maior clareza ao seu entendimento.

A partir dos requisitos e suas histórias de usuário foi modelada a interação dos usuários com o sistema. Para representar esse modelo foi criado um diagrama de casos de uso utilizando a linguagem UML e foram descritas as suas especificações (APÊNDICE A).

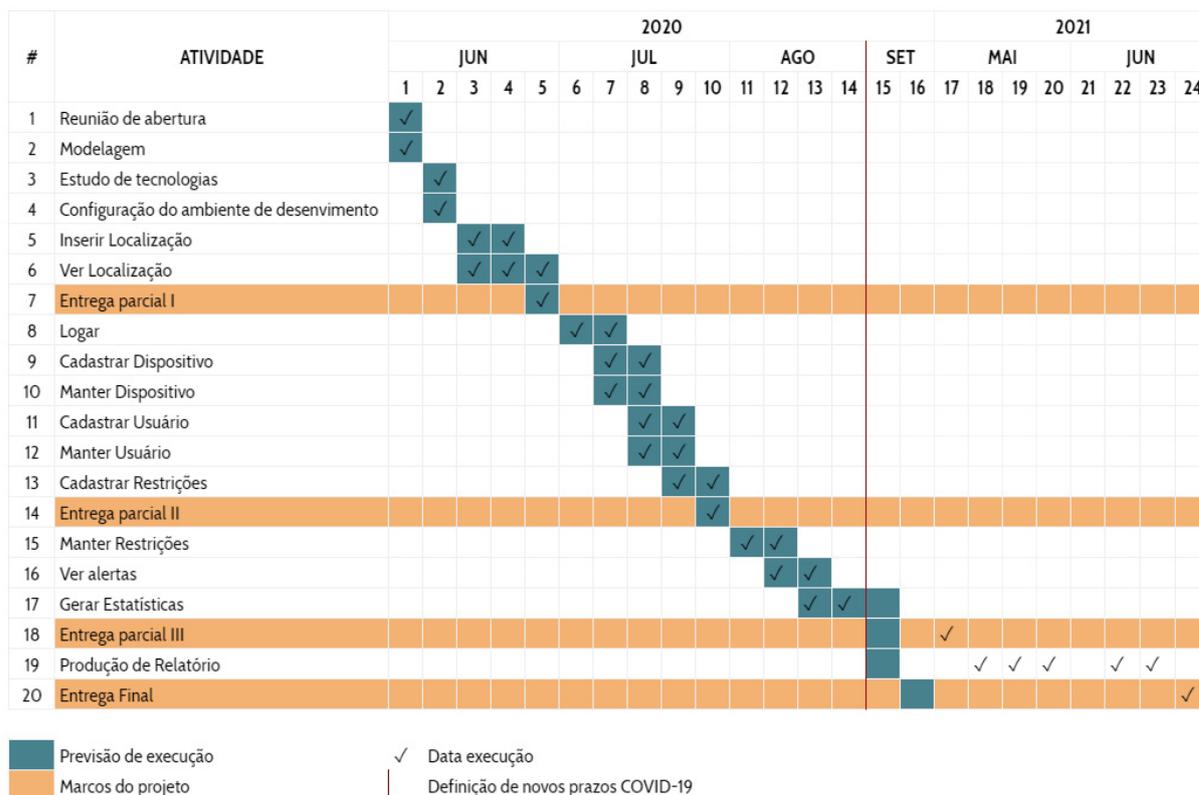
### 3.2.2 Planejamento do Desenvolvimento

A fase de planejamento do desenvolvimento foi realizada no início dos trabalhos. Foram definidos quatro marcos para o projeto, sendo os três primeiros marcos (entregas parciais I, II e III) sendo momentos para entregas de parte do sistema. O marco da entrega final define o último momento do projeto. A distribuição das atividades no decorrer do tempo é representada pelo cronograma do projeto (FIGURA 2).

O cronograma (FIGURA 2) é composto pelas datas de início e finalização do projeto e também pelos marcos principais definidos como entregas parciais. Cada entrega possui aproximadamente o mesmo esforço de trabalho. Existem 20 atividades previstas, que foram executadas de forma sequencial, iniciando com uma reunião de abertura e finalizando com a entrega final do produto deste trabalho. As atividades que envolvem desenvolvimento refletem os requisitos levantados para o sistema.

Estavam previstas inicialmente 15 semanas de trabalho. No entanto, foi definido novo prazo de entrega devido à pandemia COVID-19. As atividades foram paralisadas entre o início do mês de setembro de 2020 e o final do mês de abril de 2021. O novo prazo de entrega foi definido para o final do mês de junho de 2021.

FIGURA 2 - CRONOGRAMA



FONTE: O autor (2021).

No cronograma (FIGURA 2) as atividades foram listadas de um a 20. O período de tempo para a execução do projeto foi distribuído em 24 semanas, sendo as primeiras 16 no ano de 2020 e as demais no ano de 2021. A semana prevista para a execução de cada atividade é marcada pela cor verde. O sinal de marcação “✓” indica em qual semana a atividade foi executada. A linha vertical vermelha, entre as semanas 14 e 15, indica o momento em que foram definidos os novos prazos para o projeto. As linhas marcadas em laranja indicam os marcos do projeto.

### 3.2.3 Modelagem do Sistema

A modelagem do sistema consistiu na produção dos artefatos da *Unified Modeling Language* - UML. Essa documentação foi produzida a partir do documento de visão do projeto.

Foram elaboradas as regras de negócio do sistema (APÊNDICE D), que definem a conduta básica do sistema; os protótipos de tela (APÊNDICE E), onde

foram pensados os elementos da interface com o usuário; o diagrama de classes dos objetos comerciais (APÊNDICE F); o diagrama de casos de uso detalhado (APÊNDICE G), construído a partir do proposto no casos de uso comerciais (APÊNDICE B); as especificação de casos de uso (APÊNDICE H); o modelo de objetos (APÊNDICE I), construído a partir do o diagrama de classes dos objetos comerciais (APÊNDICE F); o diagrama de sequência (APÊNDICE J); o diagrama entidade relacionamento (APÊNDICE K); e o plano de testes (APÊNDICE L).

### 3.2.4 Construção do Sistema

O sistema foi construído a partir de duas frentes de trabalho que foram executadas de maneira concomitante. A primeira delas é a do desenvolvimento de um *back-end*, com o uso do ambiente de desenvolvimento *IntelliJ IDEA 2020.1* na linguagem de programação Java e com o uso do *Framework Web Spark 2.5*. Foi criada uma API para manipulação dos dados do sistema. Para a persistência dos dados foi utilizado o *PostgreSQL 11*.

A outra frente de trabalho, foi a criação de uma aplicação *front-end* para a interação com o usuário. Essa aplicação foi desenvolvida usando o *Cordova 9.1* que permite o empacotamento da aplicação para diversas plataformas.

Assim, foi possível desenvolver uma base de código e ter a aplicação em duas plataformas diferentes: uma com acesso via um navegador da *web*, como o *Mozilla Firefox* ou o *Google Chrome* e outra na forma de um aplicativo nativo Android.

Durante o desenvolvimento, a aplicação *front-end* foi testada com o uso das ferramentas do *Android Virtual Device (AVD)* e do *Android Debug Bridge (ADB)* para a exibição do aplicativo em um celular Android virtual que é executado diretamente no computador e também para a instalação em um *smartphone* Android físico.

## 4 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA

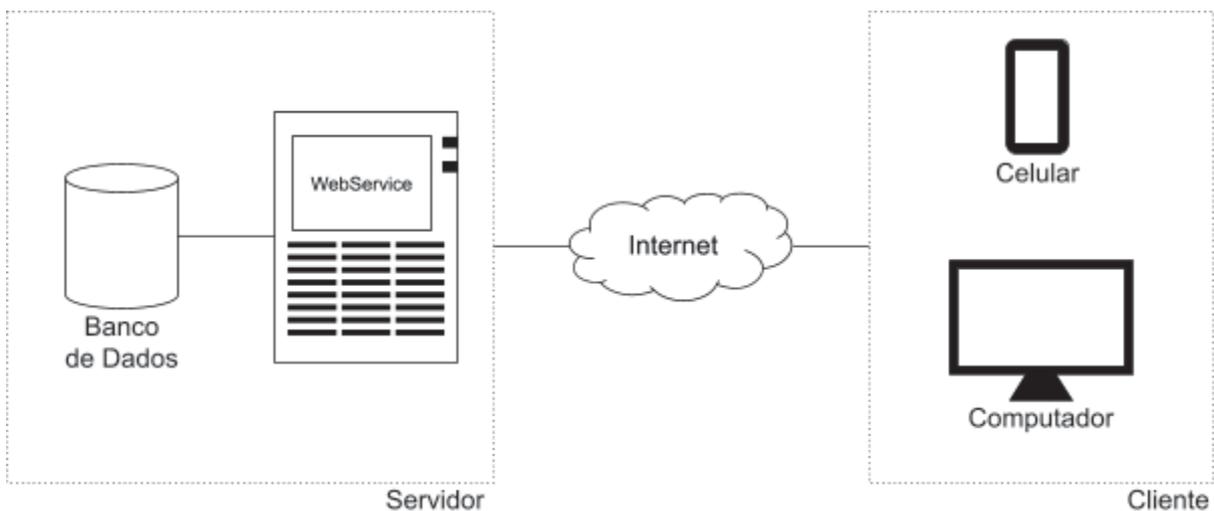
Neste capítulo é apresentado o sistema e sua arquitetura.

### 4.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

Dentre as arquiteturas utilizadas para o desenvolvimento de sistemas, tipicamente para as aplicações web, existe uma que divide o sistema em camadas. Cada uma dessas camadas pode possuir uma ou mais atribuições (OLUWATOSIN, 2014).

Uma arquitetura em particular é a do tipo cliente-servidor, composta por duas camadas: a do servidor, que responde todas as requisições e trata da manipulação dos dados; e a do cliente, que requisita dados e operações para o servidor e pode ser composta por celulares, computadores e outros dispositivos que se conectam via Internet (OLUWATOSIN, 2014). Essa arquitetura é representada pela Figura 3. Neste trabalho, o sistema foi desenvolvido utilizando a arquitetura cliente-servidor.

FIGURA 3 - ARQUITETURA DE DUAS CAMADAS



FONTE: O autor (2021)

## 4.2 O SISTEMA

O sistema desenvolvido é composto por três aplicações. A primeira delas corresponde ao papel de servidor na arquitetura cliente-servidor. Desenvolvida utilizando a linguagem Java, essa aplicação possui uma interface para a comunicação com os seus clientes (API). As outras duas aplicações são as clientes desse servidor. Foram desenvolvidas utilizando a linguagem Javascript e o *framework* Cordova.

A utilização deste *framework* permite a implantação da aplicação em diferentes plataformas e é possível desenvolver somente um código. Essa aplicação tem sua interface construída com HTML e CSS e a lógica com Javascript. Na construção da interface foi considerado que a aplicação possa ser exibida em tamanhos de tela diferentes. Dessa maneira, a aplicação foi implantada na plataforma *web* e Android. A diferença entre elas é que a versão Android dá suporte ao rastreamento do dispositivo.

O funcionamento do sistema será apresentado a seguir.

### 4.2.1 Acesso ao sistema

Para acessar as funcionalidades do sistema é necessário possuir um usuário e senha fornecidos pelo administrador. O administrador é o único usuário que possui permissão de gerenciar os usuários.

Quando autenticado no sistema, o usuário pode realizar as operações relacionadas aos dispositivos, às cercas digitais (limites) e de rastreamento de dispositivos. O usuário administrador tem acesso às operações relacionadas aos demais usuários.

A tela de acesso (*login*) é mostrada na Figura 4a e na Figura 5. Para acessar o sistema, o usuário deve digitar o email e a senha fornecidos pelo administrador e pressionar o botão “Entrar”. Ao digitar o email ou a senha incorretos, será apresentada uma mensagem de erro (Figura 4b). A Figura 4 apresenta a versão Android e a Figura 5 apresenta a versão *web*.

FIGURA 4 - TELA DE LOGIN

(a)

(b)

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 5 - TELA DE LOGIN WEB

FONTE: O autor (2021).

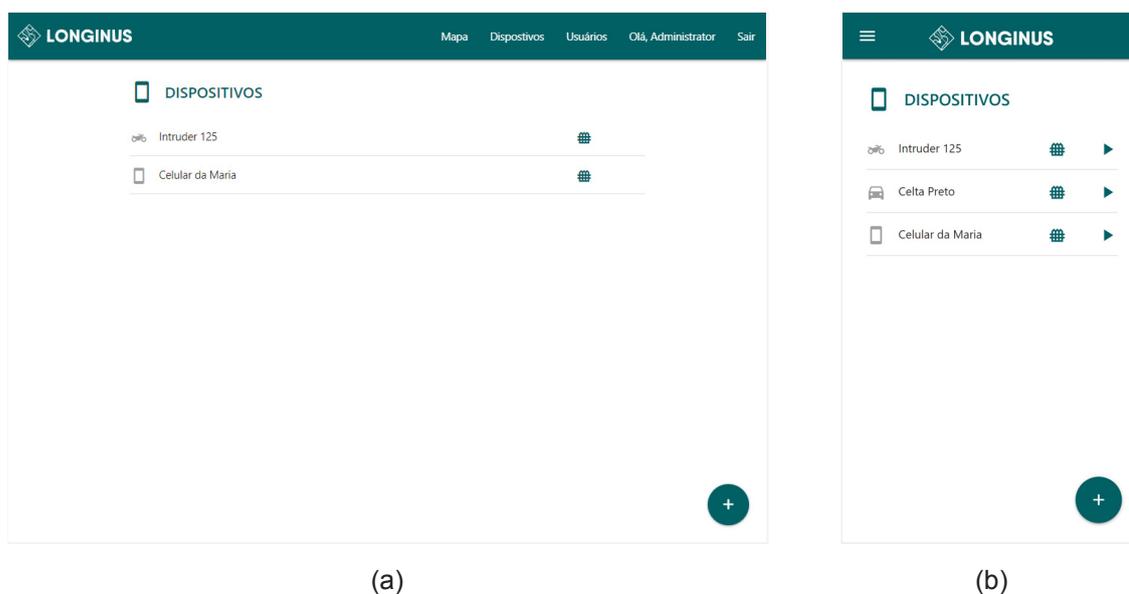
#### 4.2.2 Lista de Dispositivos

Ao entrar no sistema, será apresentada a tela com a listagem dos dispositivos atrelados ao usuário. Caso ainda não tenha nenhum dispositivo cadastrado, será exibida uma mensagem informativa. A Figura 6 mostra a listagem dos dispositivos, a parte “a” apresenta a versão web e a parte “b” apresenta a versão Android.

Para cada dispositivo listado, é exibido um botão com a figura de uma cerca. Este botão leva a tela de “Cerca Digital” (Figura 6a e Figura 6b). Na versão para Android, é exibido também um botão com a figura de um triângulo que leva à tela de “Rastreamento” (Figura 6b). Ao pressionar sobre o nome do dispositivo é mostrada a tela para a edição dos seus dados. Ao manter pressionado, é aberto o diálogo para a sua exclusão (Figura 7a). Caso o dispositivo marcado para a exclusão possua registros atrelados a ele, será mostrado um novo diálogo pedindo a confirmação da exclusão (Figura 7b).

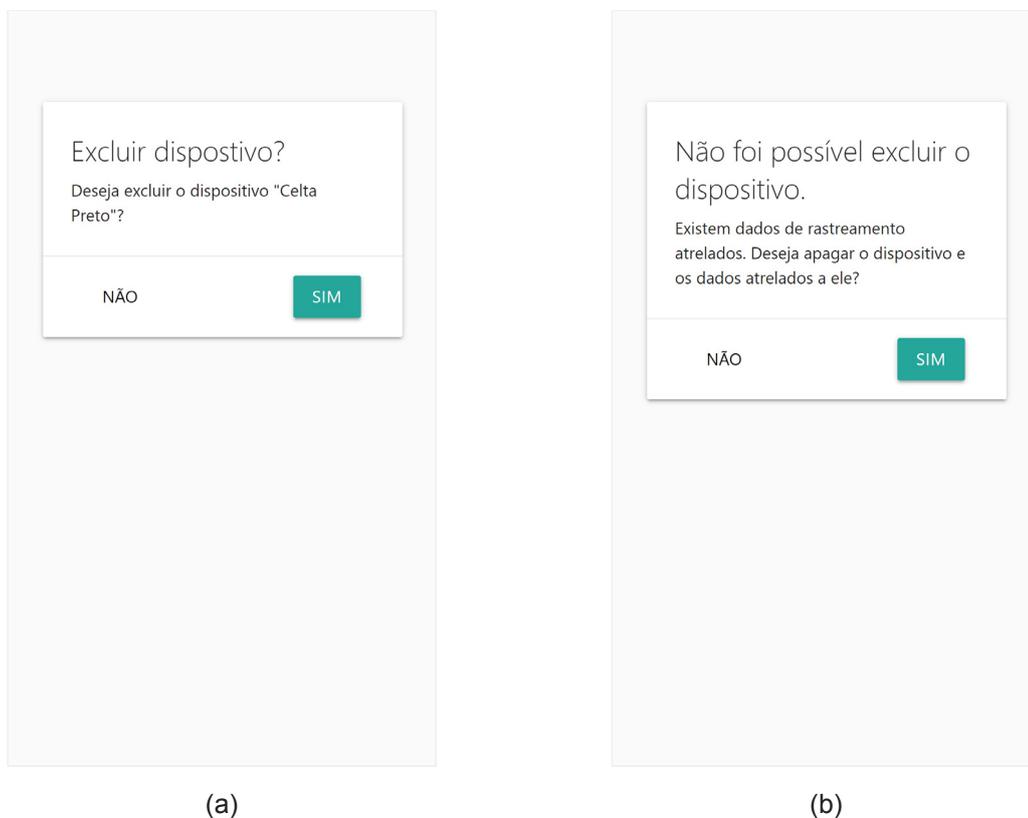
No canto inferior direito da tela, é mostrado um botão “+” que leva à tela de “Cadastro de Dispositivo”.

FIGURA 6 - LISTAGEM DE DISPOSITIVOS



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 7 - DIÁLOGO DE EXCLUSÃO DO DISPOSITIVO



FONTE: O autor (2021)

#### 4.2.3 Cadastro de Dispositivos

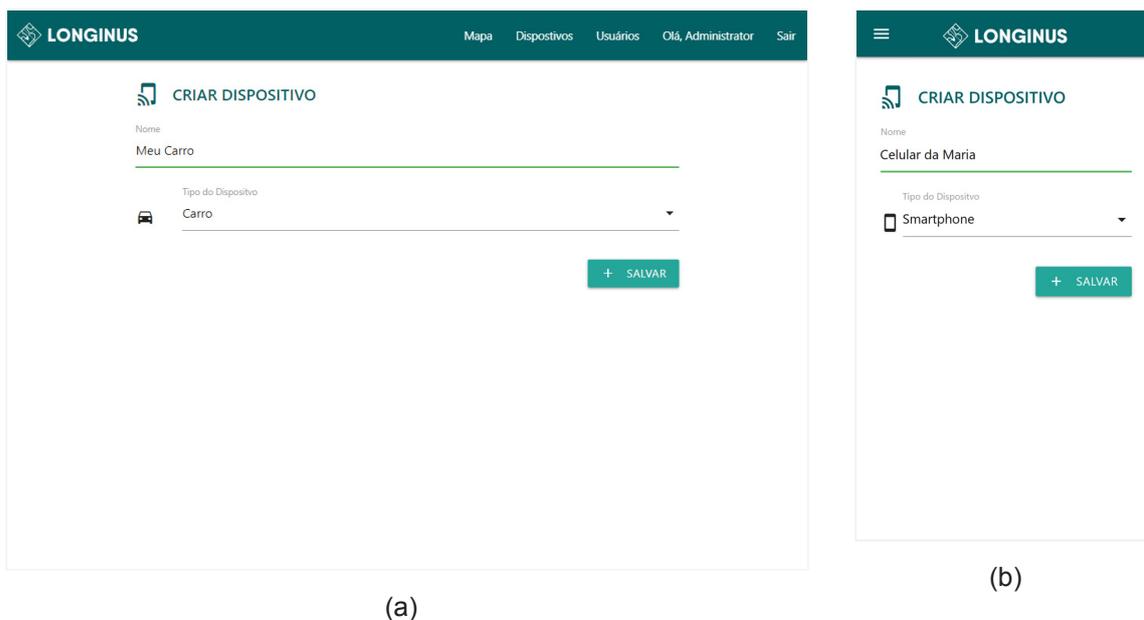
Para cadastrar um dispositivo no sistema, é preciso incluir um nome e um tipo. A escolha do tipo reflete no ícone de representação do dispositivo no sistema.

Os tipos disponíveis são:

- Genérico;
- Objeto Postal;
- Motocicleta;
- Carro;
- Caminhão;
- Pet; e
- Smartphone.

Ao preencher os dados e pressionar o botão salvar, os dados serão persistidos e será mostrada a lista de dispositivos. A tela é mostrada na Figura 8, a parte “a” apresenta a versão *web* e a parte “b” apresenta a versão *Android*.

FIGURA 8 - LISTAGEM DE DISPOSITIVOS



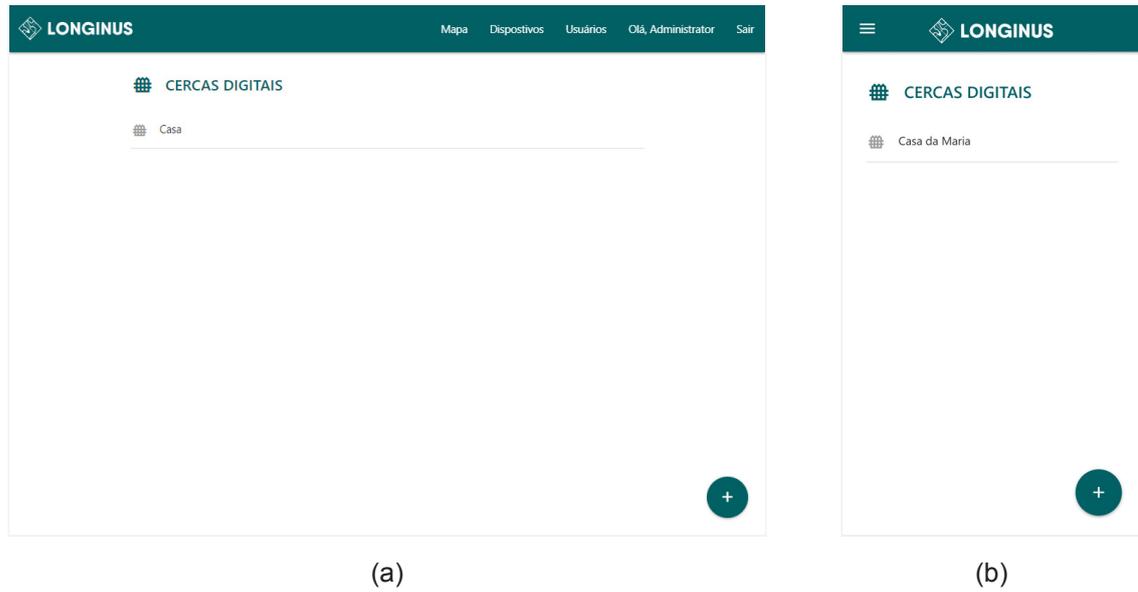
FONTE: O autor (2021).

#### 4.2.4 Listagem de Cercas Digitais

O usuário pode definir uma ou mais regiões geográficas em que a movimentação do dispositivo é livre. Por exemplo, um caminhão dentro do pátio de uma empresa tem a movimentação livre. A listagem dessas regiões é mostrada na Figura 9a. Ao pressionar sobre o nome da cerca digital é mostrada a tela de edição dos seus dados. Ao manter pressionado, é aberto o diálogo para a sua exclusão (Figura 10).

No canto inferior direito da tela, é mostrado um botão “+” que leva à tela de “Cadastro de Cerca Digital”.

FIGURA 9 - LISTAGEM DE CERCAS DIGITAIS



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 10 - DIÁLOGO DE EXCLUSÃO

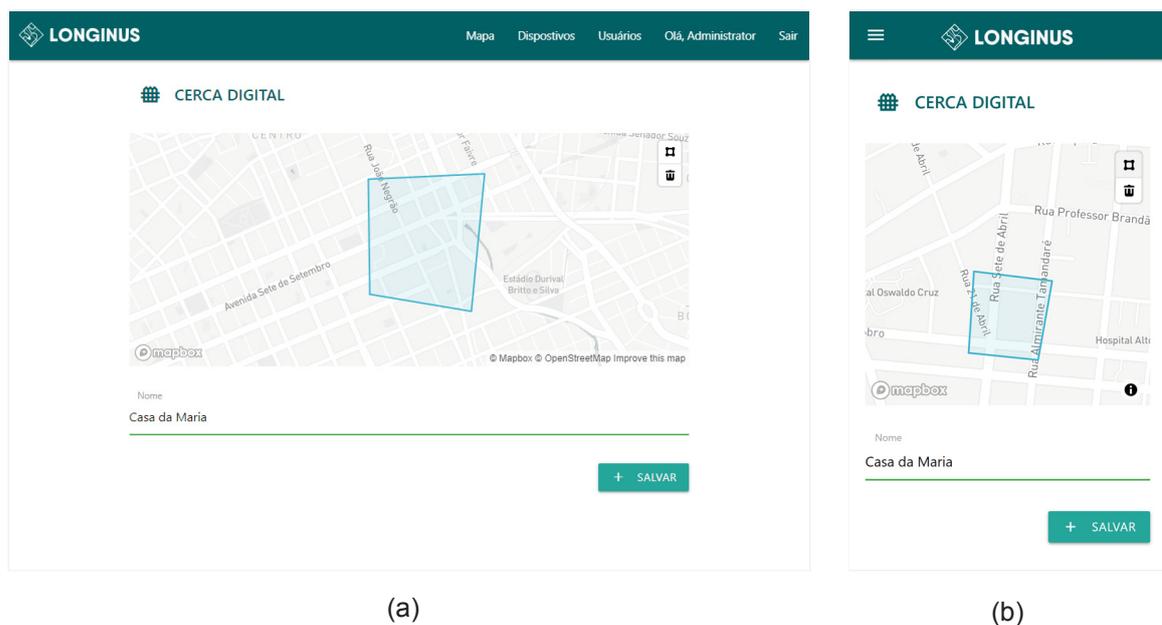


FONTE: O autor (2021).

#### 4.2.5 Cadastrar Cerca Digital

Para cadastrar uma cerca digital é necessário inserir um polígono sobre o mapa, que representa a área em que é de livre circulação do dispositivo. Para isso, deve-se pressionar o botão de inserção de polígono sobre o mapa. Em seguida, sobre a região desejada, deve-se clicar sobre o mapa para inserir os pontos do polígono. Depois do polígono inserido, ao clicar sobre os pontos é possível movê-los para realizar um ajuste na posição. Para remover o polígono, deve-se pressionar o botão de lixeira sobre o mapa. Além disso, é necessário também inserir um nome para essa cerca. Esse processo é mostrado na Figura 11, a parte “a” apresenta a versão *web* e a parte “b” apresenta a versão Android.

FIGURA 11 - CADASTRO DE CERCAS DIGITAIS



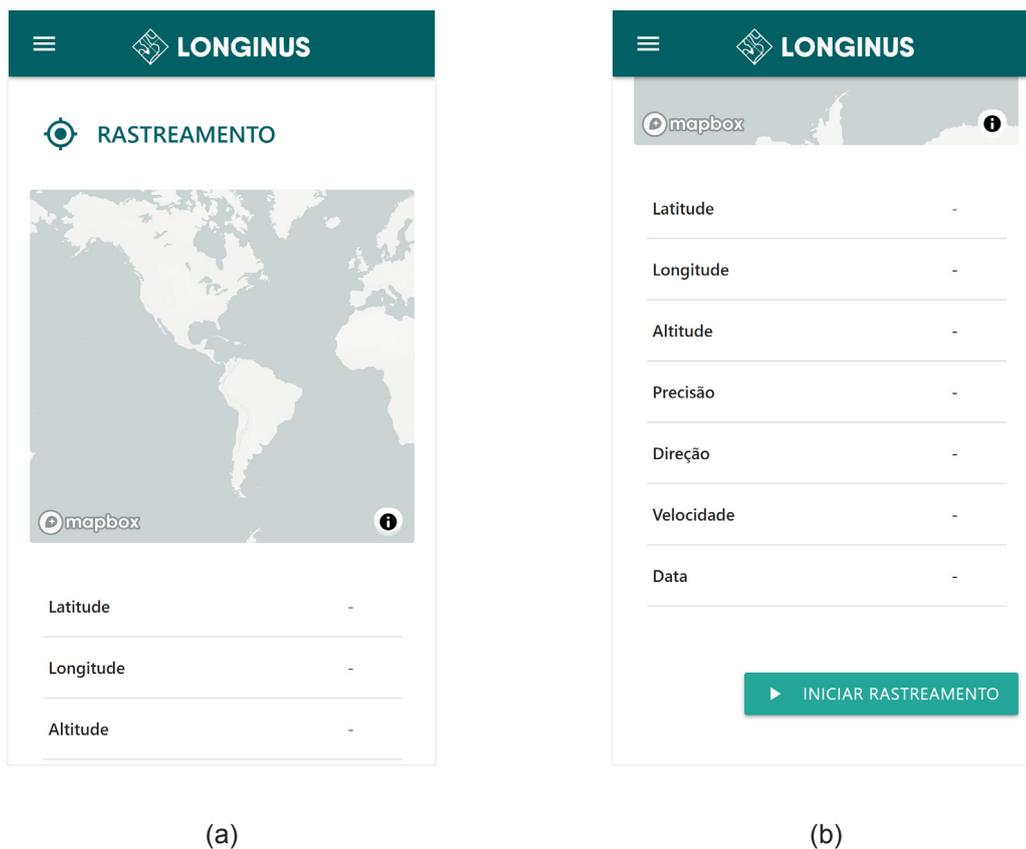
FONTE: O autor (2021).

#### 4.2.6 Iniciar rastreamento

Nos dispositivos Android, é possível rastrear a posição do dispositivo (Figura 12). Ao acessar a tela de rastreamento, será exibido um mapa e as informações da posição atual em branco. Ao pressionar o botão “Iniciar Rastreamento” será iniciada

a coleta de informações relacionadas à posição do dispositivo. Essa funcionalidade é executada em segundo plano. É possível sair do aplicativo, pois os serviços necessários continuarão sendo executados. Para parar o rastreamento, deve-se pressionar o botão “Parar rastreamento”.

FIGURA 12 - RASTREAMENTO DO DISPOSITIVO



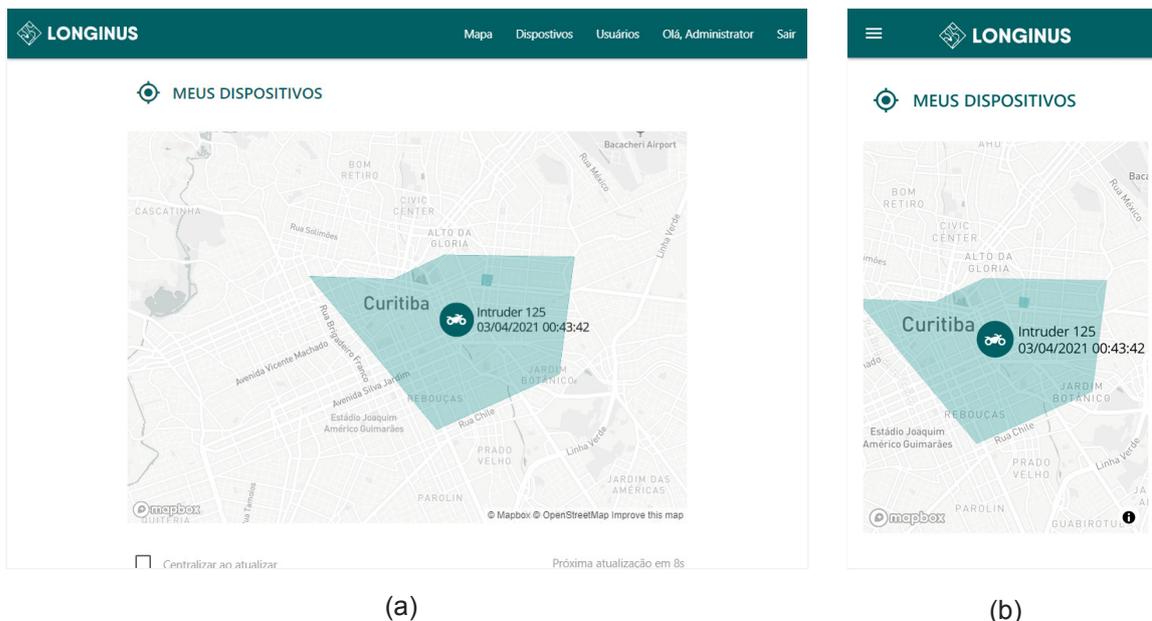
FONTE: O autor (2021).

#### 4.2.6 Meus Dispositivos

Para visualizar a localização dos dispositivos, deve-se acessar a tela “Meus Dispositivos”. Nela é exibido um mapa com a última posição enviada pelo dispositivo e a sua descrição, bem como a data e hora do envio, o ícone que representa o tipo do dispositivo e os limites de livre circulação do dispositivo. Na porção inferior da tela, é exibida a opção manter todos os dispositivos na visualização do mapa. A cada atualização, o mapa mostrará todos os dispositivos. Caso contrário, será

mantida a posição do mapa e o nível de zoom. A tela é mostrada na Figura 13, a parte “a” apresenta a versão *web* e a parte “b” apresenta a versão Android.

FIGURA 13 - CADASTRO DE CERCAS DIGITAIS



FONTE: O autor (2021).

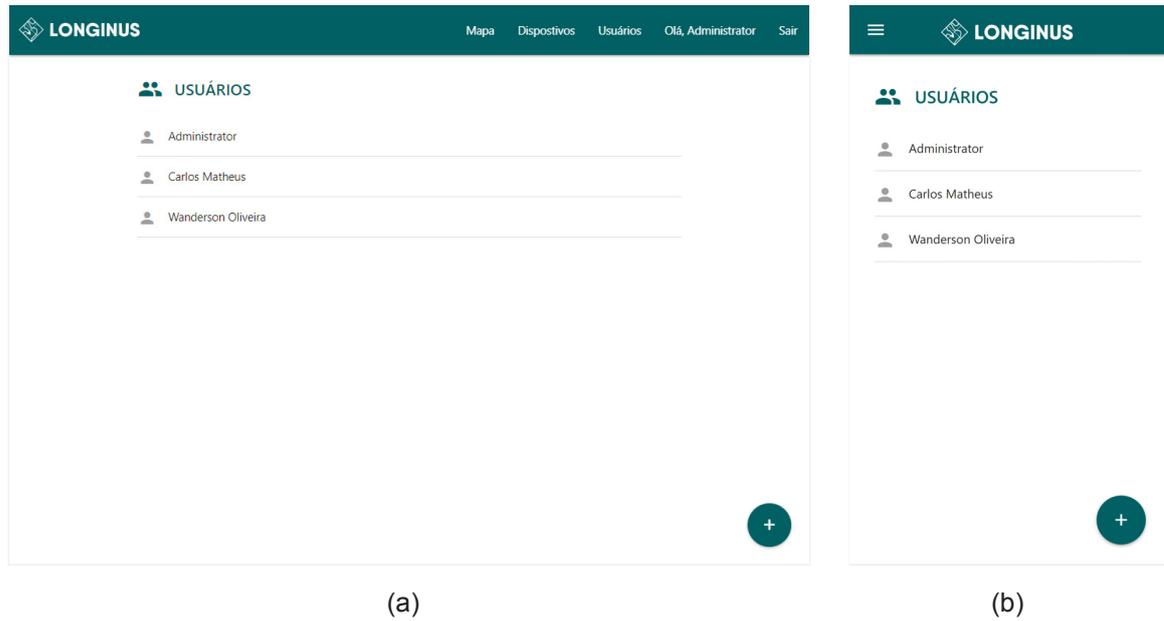
#### 4.2.6 Listagem de Usuários

O gerenciamento dos usuários do sistema é feito pela seção de “Usuários”. O administrador gerencia as contas dos demais usuários. Ele pode incluir, excluir e editar as informações dos demais usuários. A listagem de usuários é mostrada na Figura 14, a parte “a” apresenta a versão *web* e a parte “b” apresenta a versão Android.

Ao pressionar sobre o nome do dispositivo é mostrada a tela para a edição dos seus dados. Ao manter pressionado, é aberto o diálogo para a sua exclusão (Figura 15a). Caso o dispositivo marcado para a exclusão possuir registros atrelados a ele, será mostrado um novo diálogo pedindo a confirmação da exclusão (Figura 15b).

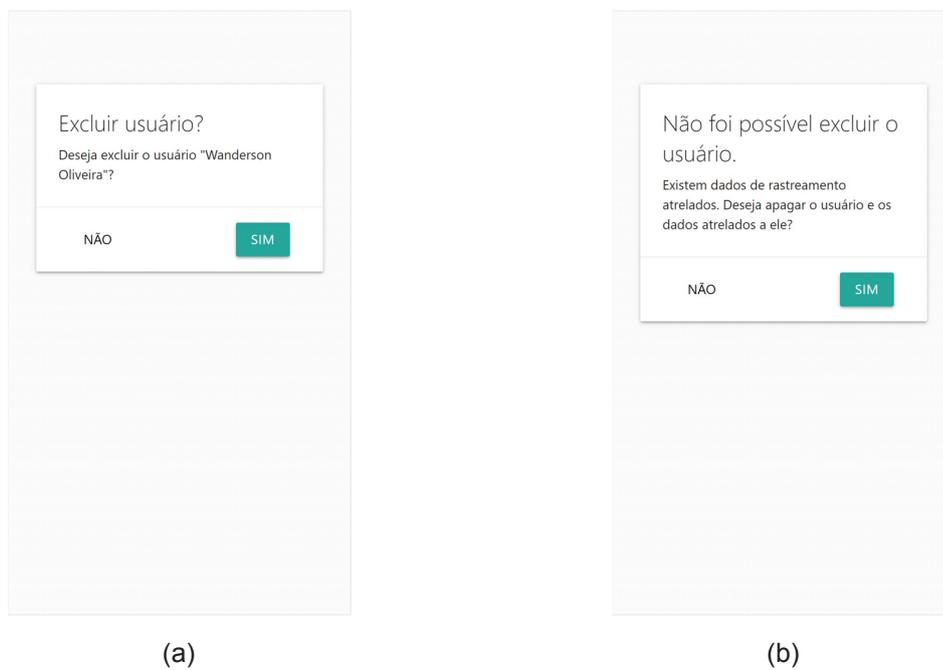
No canto inferior direito da tela (Figura 14), é mostrado um botão “+” que leva à tela de “Cadastro de Dispositivo”.

FIGURA 14 - LISTAGEM DE USUÁRIOS



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 15 - DIÁLOGO DE EXCLUSÃO DO USUÁRIO



FONTE: O autor (2021).

#### 4.2.7 Cadastro de Usuários

O cadastro de usuário é feito com um nome, email e uma senha e é mostrado na Figura 16, a parte “a” apresenta a versão *web* e a parte “b” apresenta a versão Android.

FIGURA 16 - CADASTRO DE USUÁRIOS

The figure displays two side-by-side screenshots of a user registration form. Both screenshots show a dark green header with the 'LONGINUS' logo and navigation links. The form is titled 'CRIAR USUÁRIO' and includes the following fields: 'Nome' (Wanderson Oliveira), 'Email' (wanderson@longinusneo.local), 'Senha' (masked with dots), and 'Repetir Senha' (masked with dots). A green button labeled '+ SALVAR' is located at the bottom right of the form. Screenshot (a) is the web version, and screenshot (b) is the Android version.

(a)

(b)

FONTE: O autor (2021).

Neste capítulo foi apresentado o sistema e a arquitetura para o seu desenvolvimento. No Capítulo 5 são apresentadas as considerações acerca deste trabalho, bem como as considerações para trabalhos futuros.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de rastreamento de dispositivos móveis que pode ser utilizado, além do rastreamento do próprio dispositivo, para saber a localização de outro objeto em que ele esteja acoplado. O sistema composto pelas aplicações web (que persiste os dados e realiza as operações necessárias para o funcionamento do sistema) e móvel (que, de modo simples, envia a posição do dispositivo a cada intervalo de tempo), cumpre os objetivos propostos.

Existem melhorias que podem ser implementadas para uma maior aderência aos objetivos propostos. Como a notificação do usuário via outros meios, com o uso de ligação, SMS ou uma notificação em seu celular, no caso de um dispositivo sair da área de livre movimentação predeterminada. Ou ainda, notificar o usuário caso um de seus dispositivos perca a conexão.

Em ambiente de desenvolvimento, pode-se implementar testes automatizados para garantir o funcionamento da aplicação a cada nova versão desenvolvida e realizar testes de desempenho para encontrar possíveis melhorias no que diz respeito ao tempo de processamento e ao consumo de energia.

Dentre os pontos fracos do sistema desenvolvido pode-se destacar a falta de algumas funcionalidades que melhoram a experiência do usuário, como já citado anteriormente e a necessidade de conexão com a internet permanente por parte do dispositivo móvel.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, M. A. S; FAGUNDES, F. A. V.; SILVA, G. L. Sistema de monitoramento automotivo remoto. 86 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnológico em Análise e Desenvolvimento) - Faculdade de Tecnologia de Santo André, Santo André, 2015.

BONNOR, Norman. Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems. **Journal Of Navigation**, [s.l.], v. 67, n. 1, p. 191-192, 7 out. 2013. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1017/s0373463313000672>. Acesso em 29 out. 2020.

BRUM, Maurício; KANITZ, Henrique. Brasil não soluciona nem 10% dos seus homicídios. **Gazeta do Povo**. Curitiba, 17 jul. 2018. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/ideias/brasil-nao-soluciona-nem-10-dos-seus-homicidios-d726kw8ypwh6xm41zakgzoue/>. Acesso em: 15 mai. 2020.

DEPOIS de bater 2 milhões de furtos e roubos por ano, Brasil começa a reduzir índices. **Gazeta do Povo**. Curitiba, 06 out. 2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/ideias/epidemia-do-crime-furtos-e-roubos-passam-da-casa-do-milhao-todo-ano-no-brasil/>. Acesso em: 15 mai. 2020.

GALON, H. E. Sistema de rastreamento e controle de recursos de um veículo utilizando um Smartphone Android. Trabalho de conclusão de curso. (Engenharia de Computação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Recomendações Para Levantamentos Relativos Estáticos**. abr de 2008.

MACHADO, E. F. S. Sistema de geolocalização e rastreamento para a Plataforma Android – Compass. Monografia de especialização (Desenvolvimento de Sistemas para Internet e Dispositivos Móveis) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2015.

MONICO, João Francisco Galera. O sistema de posicionamento global (GPS): conceitos preliminares. In: MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. Presidente Prudente: Editora Unesp, 2001. Cap. 1. p. 1-21.

OLUWATOSIN, Haroon Shakirat. Client-Server Model, 2013, 776 pp ISBN-13: 978-1-60807-005-3. **IOSR Journal of Computer Engineering**, [s.l.], Volume 16, Issue 1, Ver. IX (Feb. 2014), p 67-71

POMBINHO, P.; Afonso, A. P. & Carmo, M. B. **Point of Interest Awareness Using Indoor Positioning with a Mobile Phone**. PECCS 2011 International Conference on Pervasive and Embedded Computing and Communication Systems March. 2011.

POTIGIETER, P. **Indoor mapping**: beyond the front door. EE Publishers, p. 1–9, 2015.

QUARESMA, M; MORAES, A de. A usabilidade de tarefas típicas de seleção do destino em sistemas de navegação GPS automotivos. **Production**, n.21, p. 329-343, abr. 2011. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132011005000020>

VEIGA, Igor. Rastreador veicular: dicas para escolher um bom serviço de monitoramento. **O Tempo**. Contagem. 23 ago. 2019. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/super-motor/rastreador-veicular-dicas-para-escolher-um-bom-servico-de-monitoramento-1.2225777>. Acesso em: 15 maio 2020.

## APÊNDICE A – DOCUMENTO DE VISÃO

Para as pessoas que necessitam encontrar, rastrear ou limitar a localização de uma carga, automóvel ou pessoa, o Longinus é um aplicativo para dispositivos móveis com sistema Android que permite saber a posição e o deslocamento, além de limitar horários e a área de movimentação no espaço geográfico. Diferente de soluções como o “Encontrar meu dispositivo” da Google ou de sistemas de rastreamento clássicos (que utilizam comunicação via satélites), atua de maneira online (SMS, 2G, 3G, 4G) e permite ao proprietário saber a localização em tempo real do dispositivo, além de informações derivadas, com um baixo custo. De outra forma, a proposta do sistema é apresentada no Quadro 2, com o uso de afirmações.

QUADRO 2 - É, NÃO É, FAZ, NÃO FAZ

<p><b>É</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de rastreamento</li> <li>- Discreto</li> <li>- Dispositivos Android</li> </ul>	<p><b>NÃO É</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não é sistema de bloqueio</li> <li>- Não funciona offline</li> </ul>
<p><b>FAZ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encontra um dispositivo</li> <li>- Salva o histórico de localização</li> <li>- Salva o histórico de movimentação</li> <li>- Alertas de movimentação</li> <li>- Define áreas que permitem alertas de movimentação</li> <li>- Permite ver o tempo de deslocamento do dispositivo</li> <li>- Permite ver o tempo que o dispositivo permanece parado</li> </ul>	<p><b>NÃO FAZ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não funciona em todos os lugares</li> <li>- Não impede que seja desativado</li> <li>- Não faz alertas ou bloqueios no dispositivo móvel quando é executado um movimento fora da área permitida</li> </ul>

FONTE: O autor (2021).

QUADRO 3 - REQUISITOS

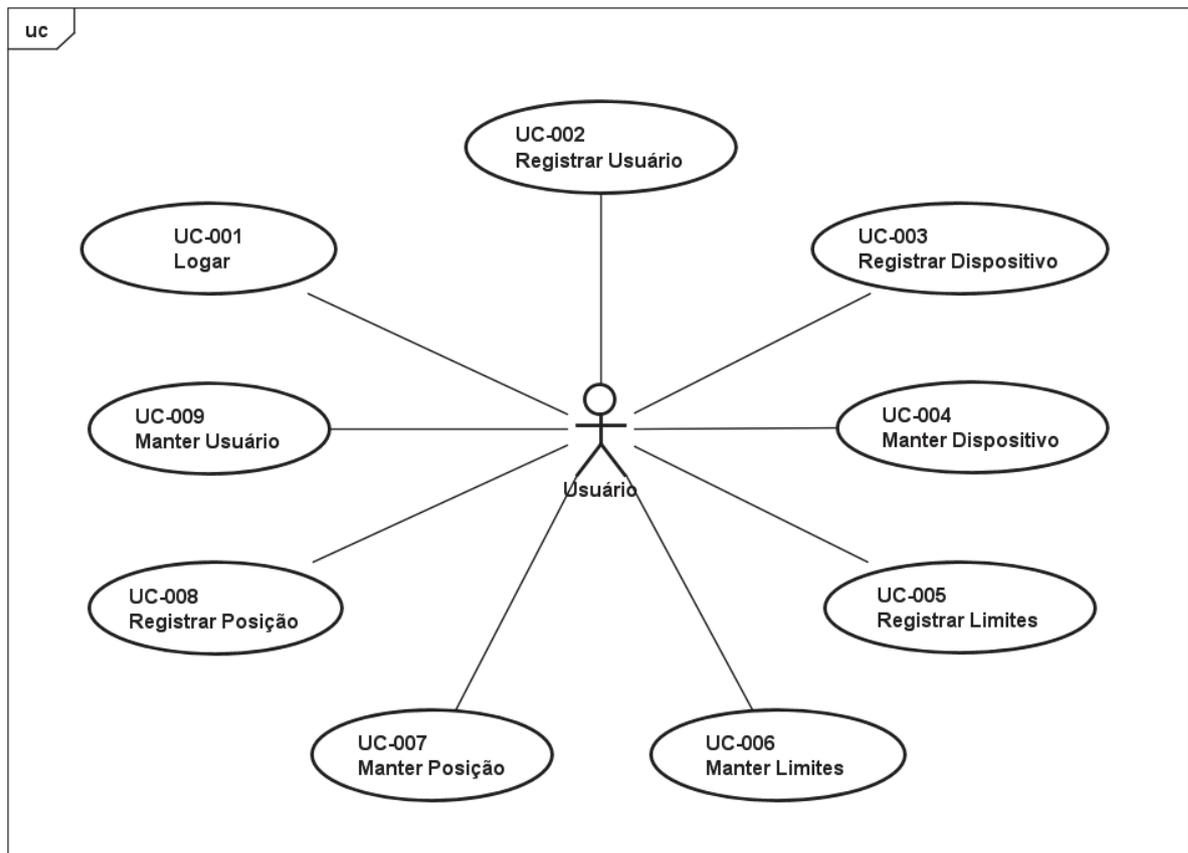
<b>Código</b>	<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>História de Usuário</b>
RF001	Encontrar um dispositivo móvel	Encontrar um dispositivo móvel com uso de internet e GPS.	Eu como usuário gostaria de encontrar um dispositivo móvel através de um aplicativo web ou um app.
RF002	Cadastrar dispositivos	Cadastrar os dispositivos móveis para encontrá-los posteriormente.	Eu como usuário gostaria de poder cadastrar meus dispositivos móveis para poder localizá-los posteriormente.
RF003	Mostrar mapa	Ver um mapa com a localização dos dispositivos móveis.	Eu como usuário gostaria de ver um mapa com a localização dos meus dispositivos.
RF004	Delimitar área de livre circulação.	O sistema deve ser capaz de limitar uma área de livre circulação para os dispositivos móveis.	Eu como usuário gostaria de limitar a área em que os meus dispositivos podem se movimentar. Ou seja, dentro dessa área o dispositivo pode circular livremente e quando o dispositivo sai fora dessa área recebo um aviso.
RF005	Mostrar a localização do dispositivo	Mostrar no mapa a localização do dispositivo móvel em tempo real.	Eu como usuário gostaria de saber em tempo real a localização do meu dispositivo móvel.
RF006	Mostrar estatísticas de movimentação	Mostrar as estatísticas de movimentação do dispositivo.	Eu como usuário gostaria de saber o tempo que o meu dispositivo móvel não está em movimento.
RNF01	Utilizar um servidor de aplicação	Disponibilizar a instalação do sistema em infraestrutura própria.	Eu como usuário gostaria de ter minha própria infraestrutura para a manutenção do sistema.
RNF02	Licenciamento livre	O sistema deve utilizar componentes de licença livre.	Eu como usuário gostaria de estar livre de pagar licença de funcionamento do sistema.
RNF03	Usuários e dispositivos ilimitados	O sistema não deve restringir o número de usuários.	Eu como usuário gostaria de poder registrar um sem-número de usuários e dispositivos móveis.
RNF04	Administrar outros usuários	O sistema deve possuir um usuário principal que gerencie os demais usuários	Eu como usuário gostaria de poder gerenciar os usuários do sistema para evitar que pessoas não autorizadas tem acesso às funcionalidades.

FONTE: O autor (2021).

## APÊNDICE B – CASOS DE USO NEGOCIAIS

As funcionalidades e os entes envolvidos no sistema são apresentados no diagrama de casos de uso (Figura 17). A elaboração deste diagrama auxilia no processo de levantamento dos requisitos do sistema e na organização das ideias da forma como as funcionalidades serão desenvolvidas.

FIGURA 17 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO NEGOCIAIS



FONTE: O autor (2021).

## APÊNDICE C – GLOSSÁRIO

DECCA	<i>Low Frequency Continuous Wave Phase Comparison Navigation</i>
GLONASS	<i>Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistem</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
JAVA	Linguagem de programação orientada a objetos
LORAN	<i>Long-Range Navigation System</i>
NNSS	<i>Navy Navigation Satellite System</i>
OMEGA	<i>Global Low Frequency Navigation System</i>
POSTGRESQL	Sistema gerenciador de banco de dados
SPARK	<i>Framework</i> para o desenvolvimento de aplicações em Java
WEB SERVICE	É uma solução tecnológica utilizada para transferir dados entre sistemas através de protocolos de comunicação

## APÊNDICE D – REGRAS DE NEGÓCIOS

Abaixo são apresentadas as regras de negócio do sistema. Elas estão organizadas de acordo com os casos de uso apresentados no Apêndice B.

### **UC 001 - Logar**

R1. Todos os campos devem ser preenchidos.

### **UC 002 - Registrar Usuário**

R1. Todos os campos devem ser preenchidos.

R2. Os campos “Senha” e “Repetir Senha” devem possuir o mesmo valor para validar a senha inserida.

R3. A senha deve possuir no mínimo três caracteres.

### **UC 003 - Manter Usuários**

R1. O usuário não deve ser excluído. Deve ser marcado como inativo;

### **UC 004 - Registrar Dispositivo**

R1. Todos os campos devem ser preenchidos.

### **UC 005 - Manter Dispositivos**

R1. O dispositivo não deve ser excluído. Deve ser marcado como inativo;

### **UC 006 - Registrar Limites**

R1. O campo deve ser preenchido.

### **UC 007 - Manter Limites**

R1. O dispositivo não deve ser excluído. Deve ser marcado como inativo;

### **UC 009 - Manter posição**

Não há.

APÊNDICE E – PROTÓTIPOS DE TELAS

FIGURA 18 - DV1 - LOGIN

**Longinus**

Email

Senha

ENTRAR

Web

**Longinus**

Email

Senha

ENTRAR

Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 19 - DV2 - CRIAR USUÁRIO

**Longinus** Mapa Dispositivos Usuários Sair

**CRIAR USUÁRIO**

Nome

Email

Senha

Repetir Senha

SALVAR

Web

**Longinus**

**CRIAR USUÁRIO**

Nome

Email

Senha

Repetir Senha

SALVAR

Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 20 - DV3 - LISTAR USUÁRIOS

**Longinus** Mapa Dispositivos Usuários Sair

**USUÁRIOS**

Maria

---

José

---

+

Web

**Longinus**

**USUÁRIOS**

Maria

---

José

---

+

Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 21 - DV4 - CRIAR DISPOSITIVO

**Longinus** Mapa Dispositivos Usuários Sair

**CRIAR DISPOSITIVO**

Nome

Tipo

SALVAR

Web

**Longinus**

**CRIAR DISPOSITIVO**

Nome

Tipo

SALVAR

Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 22 - DV5 - LISTAR DISPOSITIVOS



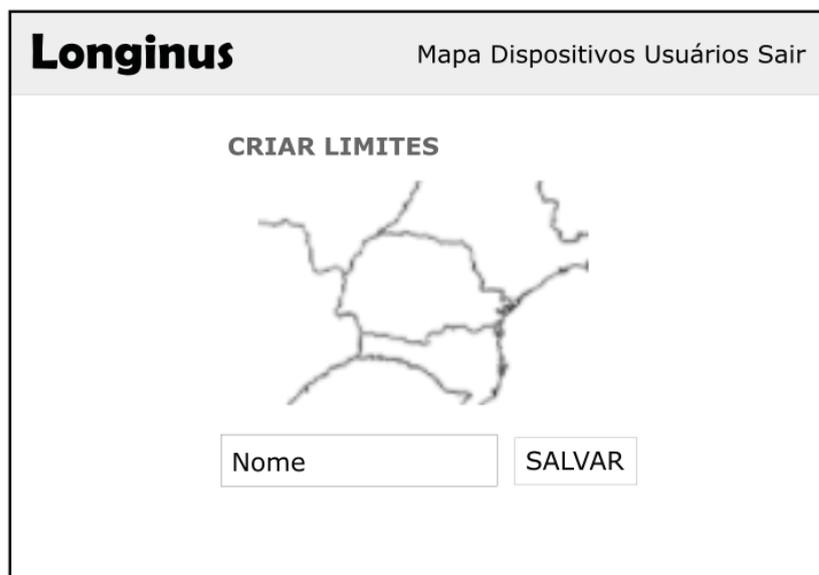
Web



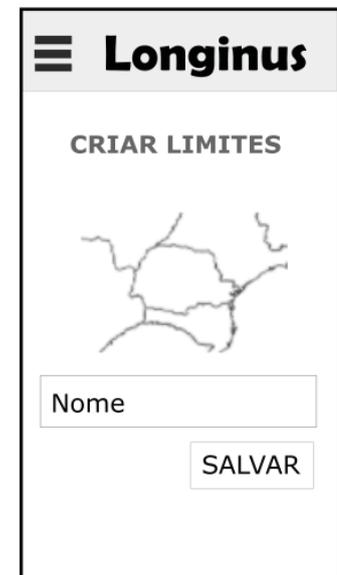
Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 23 - DV6 - LISTAR DISPOSITIVOS



Web



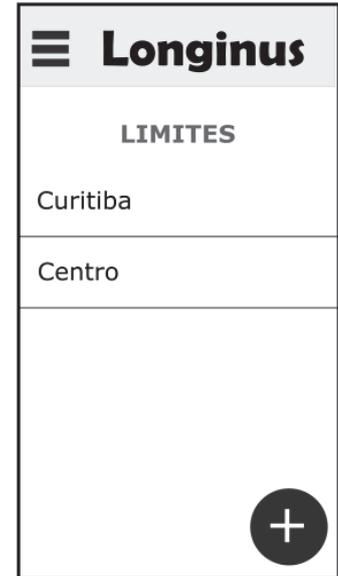
Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 24 - DV7 - LISTAR LIMITES



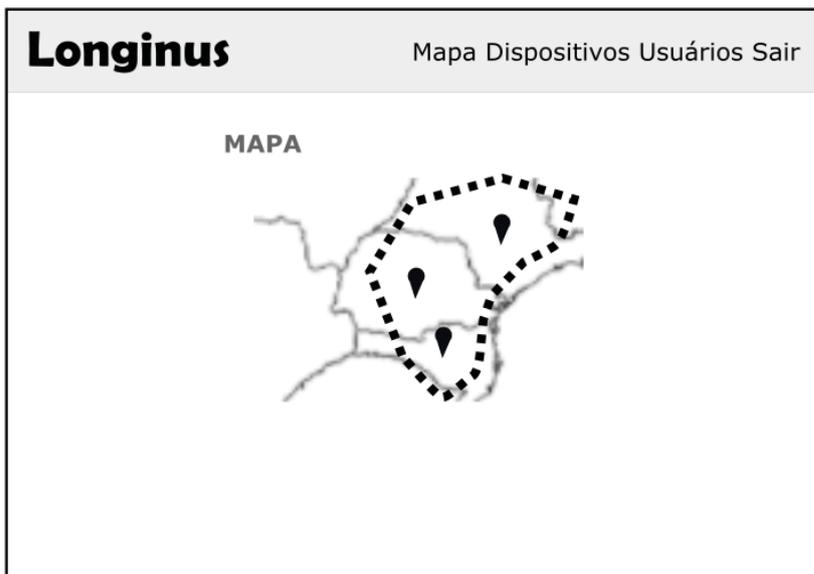
Web



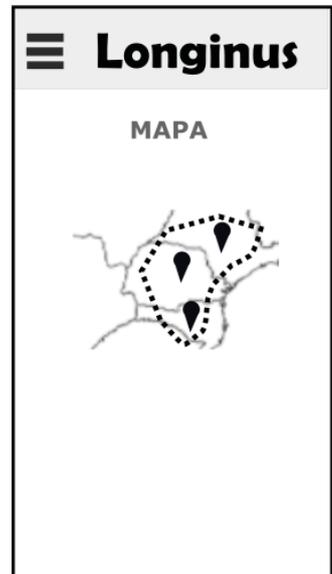
Android

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 25 - DV8 - MOSTRAR LIMITES



Web

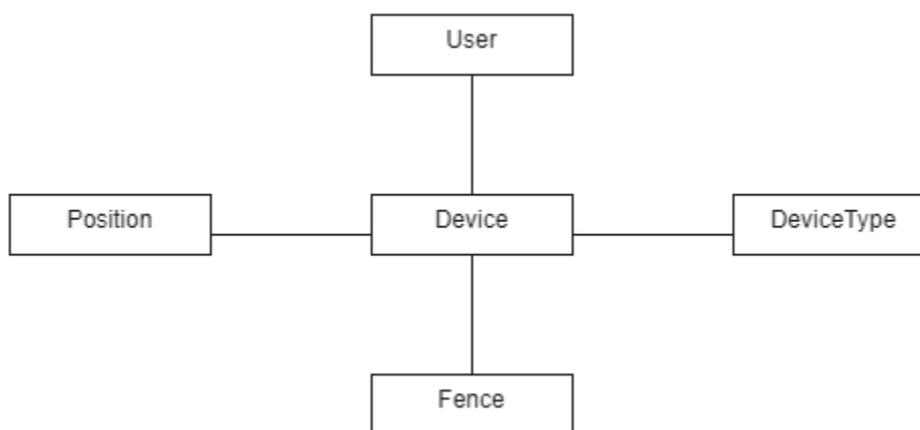


Android

FONTE: O autor (2021).

**APÊNDICE F – DIAGRAMA DE CLASSES DOS OBJETOS RELACIONAIS**

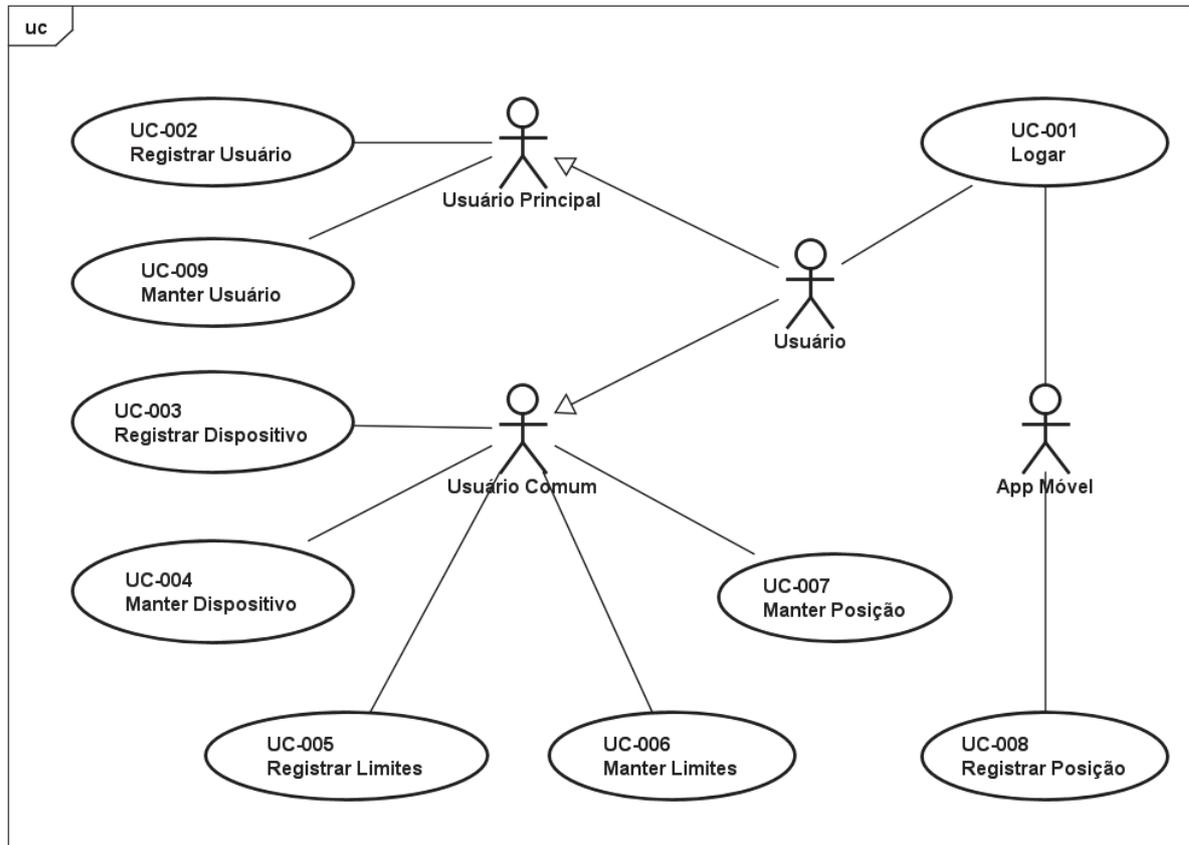
FIGURA 26 - DIAGRAMA DE CLASSES DOS OBJETOS RELACIONAIS



FONTE: O autor (2021).

**APÊNDICE G – DIAGRAMA DE CASOS DE USO DETALHADO**

FIGURA 27 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO DETALHADO



FONTE: O autor (2021).

## APÊNDICE H – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO

ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO	
UC 001 - Logar	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para logar o usuário no sistema.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV1</b> - Tela para logar no sistema.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Comum
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1</b>;</li> <li>2. O usuário preenche os dados <b>(R1)</b>;</li> <li>3. O usuário pressiona o botão “Salvar” <b>(E1)(E2)</b>;</li> <li>4. O sistema persiste os dados.</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não preenche todos os dados</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol> <p><b>E2.</b> O usuário preenche “Email” e/ou “Senha” inválidos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<b>R1.</b> Todos os campos devem ser preenchidos.

<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 002 - Registrar Usuário	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para criar ou editar um usuário.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV2</b> - Tela para criar ou editar um usuário.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Principal
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1 (A1)</b>;</li> <li>2. O usuário preenche os dados <b>(R1) (R2) (R3)</b>;</li> <li>3. O usuário pressiona o botão “Salvar” <b>(A2)(E1)(E2)(E3)</b>;</li> <li>4. O sistema persiste os dados;</li> </ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	<p><b>A1.</b> O sistema recebe um usuário como parâmetro (editar usuário);</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema preenche os campos com o dado de usuário;</li> <li>2. O sistema troca o título da <b>DV 1</b> para “Editar usuário”;</li> <li>3. O Usuário Principal edita os dados do usuário passado como parâmetro <b>(R1) (R2) (R3)</b>;</li> <li>4. O usuário pressiona o botão “Salvar” <b>(A2)(E1)(E2)(E3)</b>;</li> <li>5. O sistema persiste os dados;</li> </ol> <p><b>A2.</b> O usuário chama outro caso de uso via menu</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema encerra o caso de uso;</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não preenche todos os dados</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol> <p><b>E2.</b> O usuário não preenche “Senha” e “Repetir Senha” com valores iguais</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol> <p><b>E3.</b> O usuário preenche uma senha inválida</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<p><b>R1.</b> Todos os campos devem ser preenchidos.</p> <p><b>R2.</b> Os campos “Senha” e “Repetir Senha” devem possuir o mesmo valor para validar a senha inserida.</p> <p><b>R3.</b> A senha deve possuir no mínimo três caracteres.</p>

<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 003 - Manter Usuários	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para listar os usuários.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV3</b> - Tela para listar os usuários.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Principal
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1</b>;</li> <li>2. O sistema lista os usuários <b>(A1)(A2)(A3)</b>;</li> </ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	<p><b>A1.</b> O usuário pressiona o botão “+” (criar usuário)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema chama UC 002;</li> </ol> <p><b>A2.</b> O usuário pressiona o nome do usuário (editar usuário)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema chama UC 002;</li> </ol> <p><b>A3.</b> O usuário mantém pressionado o nome do usuário (apagar usuário)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de confirmação sobre a exclusão de usuário;</li> <li>2. Caso confirmado, o sistema exclui o usuário <b>(E1) (R1)</b>;</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não confirma a inclusão do usuário</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nada será feito.</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<p><b>R1.</b> O usuário não deve ser excluído. Deve ser marcado como inativo;</p>

<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 004 - Registrar Dispositivo	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para criar ou editar um dispositivo.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV4</b> - Tela para criar ou editar um dispositivo.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Comum
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1 (A1)</b>;</li> <li>2. O usuário preenche os dados <b>(R1)</b>;</li> <li>3. O usuário pressiona o botão “Salvar” <b>(E1)</b>;</li> <li>4. O sistema persiste os dados;</li> </ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	<p><b>A1.</b> O sistema recebe um dispositivo como parâmetro (editar dispositivo);</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema preenche os campos com o dado de usuário;</li> <li>2. O sistema troca o título da <b>DV 1</b> para “Editar dispositivo”;</li> <li>3. O usuário edita os dados do dispositivo passado como parâmetro <b>(R1)</b>;</li> <li>4. O usuário pressiona o botão “Salvar” <b>(A2)(E1)</b>;</li> </ol> <p><b>A2.</b> O usuário chama outro caso de uso via menu</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema encerra o caso de uso;</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não preenche todos os dados</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<p><b>R1.</b> Todos os campos devem ser preenchidos.</p>

<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 005 - Manter Dispositivos	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para listar os dispositivos.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV5</b> - Tela para listar os dispositivos.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Principal
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1</b>;</li> <li>2. O sistema lista os dispositivos <b>(A1)(A2)(A3)</b>;</li> </ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	<p><b>A1.</b> O usuário pressiona o botão “+” (criar dispositivo)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema chama UC 004;</li> </ol> <p><b>A2.</b> O usuário pressiona o nome do usuário (editar dispositivos)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema chama UC 004;</li> </ol> <p><b>A3.</b> O usuário mantém pressionado o nome do usuário (apagar dispositivo)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de confirmação sobre a exclusão do dispositivo;</li> <li>2. Caso confirmado, o sistema exclui o usuário <b>(E1) (R1)</b>;</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não confirma a inclusão do dispositivo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nada será feito.</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<p><b>R1.</b> O dispositivo não deve ser excluído. Deve ser marcado como inativo;</p>

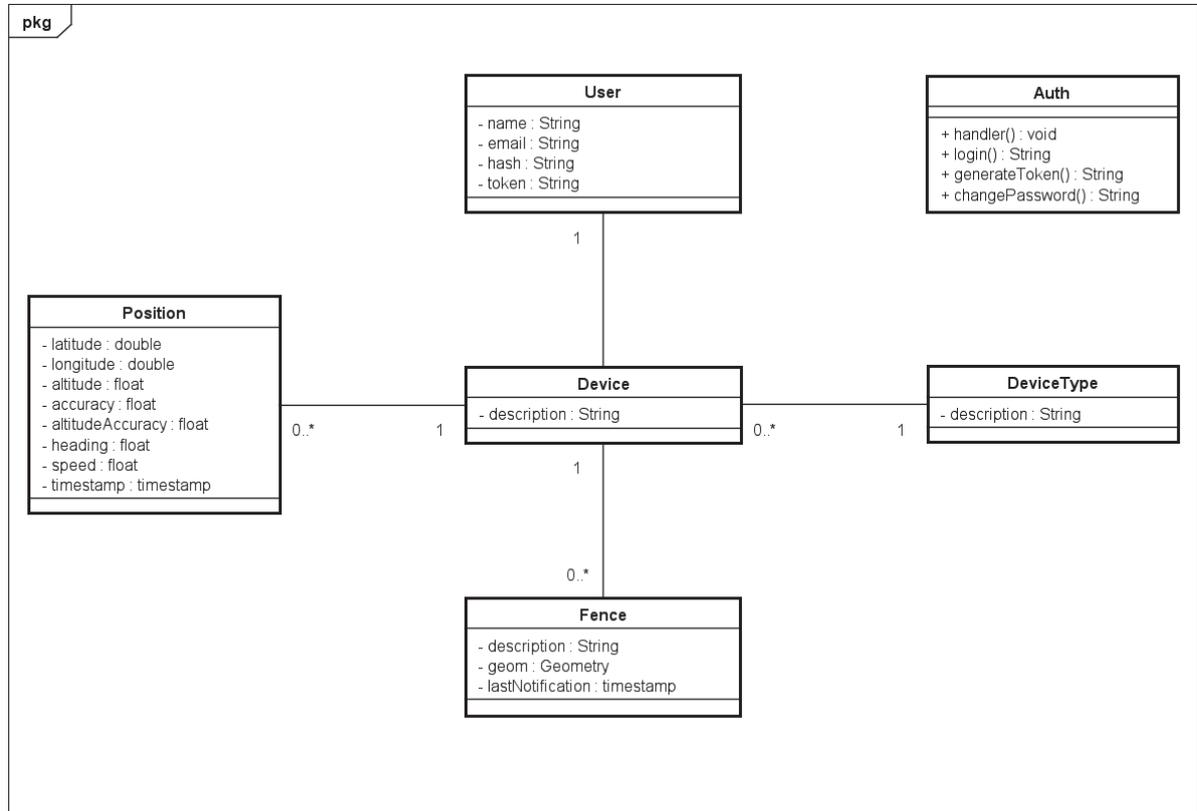
<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 006 - Registrar Limites	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para criar ou editar um limite.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV6</b> - Tela para criar ou editar um limite.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Comum
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1 (A1)</b>;</li> <li>2. O usuário preenche o nome <b>(R1)</b>;</li> <li>3. O usuário pressiona o botão para adicionar um polígono no mapa;</li> <li>4. O usuário desenha o limite sobre o mapa;</li> <li>5. O usuário pressiona o botão "Salvar" <b>(A2) (E1)</b>;</li> <li>6. O sistema persiste os dados;</li> </ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	<p><b>A1.</b> O sistema recebe um limite como parâmetro (editar limite);</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema preenche os campos com o dado de usuário;</li> <li>2. O sistema troca o título da <b>DV 1</b> para "Editar limites";</li> <li>3. O usuário edita os dados do limite passado como parâmetro <b>(R1)</b>;</li> <li>4. O usuário pressiona o botão "Salvar" <b>(A2)(E1)</b>;</li> <li>5. O sistema persiste os dados;</li> </ol> <p><b>A2.</b> O usuário chama outro caso de uso via menu</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. O sistema encerra o caso de uso;</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não preenche todos os dados</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema exibe uma mensagem de erro;</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<p><b>R1.</b> O campo deve ser preenchido.</p>

<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 007 - Manter Limites	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para listar os limites.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV7</b> - Tela para listar os limites.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Principal
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. O sistema apresenta a tela <b>DV1</b>;</li> <li>4. O sistema lista os limites <b>(A1)(A2)(A3)</b>;</li> </ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	<p><b>A1.</b> O usuário pressiona o botão “+” (criar limite)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. O sistema chama UC 004;</li> </ol> <p><b>A2.</b> O usuário pressiona o nome do limite (editar limite)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. O sistema chama UC 004 e passa como parâmetro o dispositivo a ser editado;</li> </ol> <p><b>A3.</b> O usuário mantém pressionado o nome do usuário (apagar dispositivo)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. O sistema exibe uma mensagem de confirmação sobre a exclusão do dispositivo;</li> <li>4. Caso confirmado, o sistema exclui o usuário <b>(E1) (R1)</b>;</li> </ol>
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	<p><b>E1.</b> O usuário não confirma a inclusão do dispositivo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Nada será feito.</li> </ol>
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	<b>R1.</b> O dispositivo não deve ser excluído. Deve ser marcado como inativo;

<b>ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE USO</b>	
UC 008 - Manter posição	
<b>DESCRIÇÃO</b>	Este caso de uso serve para ver a localização dos dispositivos.
<b>DATA VIEW</b>	<b>DV8</b> - Tela para ver a localização dos dispositivos.
<b>ATOR PRIMÁRIO</b>	Usuário Comum
<b>FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O sistema apresenta a tela <b>DV1</b>;</li><li>2. O sistema lista os dispositivos;</li><li>3. O sistema mostra os dispositivos no mapa;</li><li>4. O usuário pressiona o nome do dispositivo;</li><li>5. O sistema chama o UC 004;</li></ol>
<b>FLUXOS ALTERNATIVOS</b>	Não há.
<b>FLUXOS DE EXCEÇÃO</b>	Não há.
<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b>	Não há.

## APÊNDICE I – MODELO DE OBJETOS

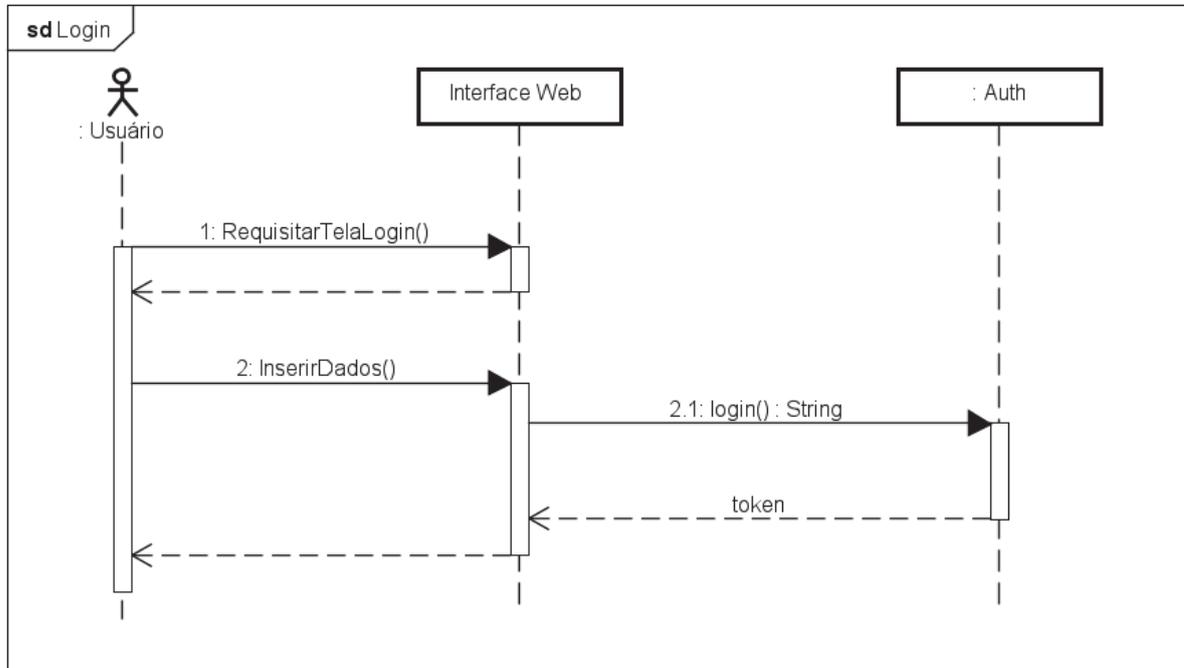
FIGURA 28 - MODELO DE OBJETOS



FONTE: O autor (2021).

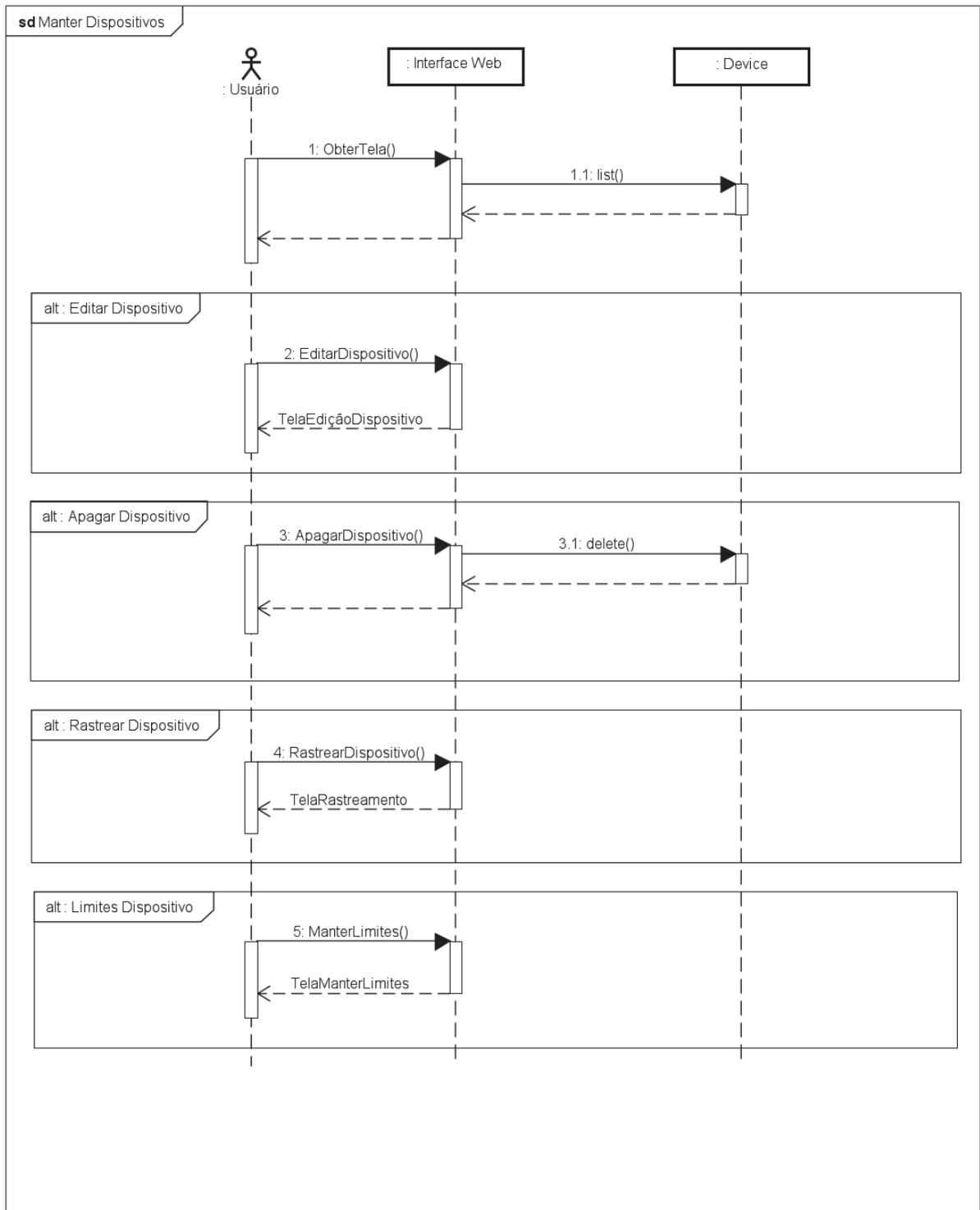
## APÊNDICE J – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA

FIGURA 29 - DS - Login



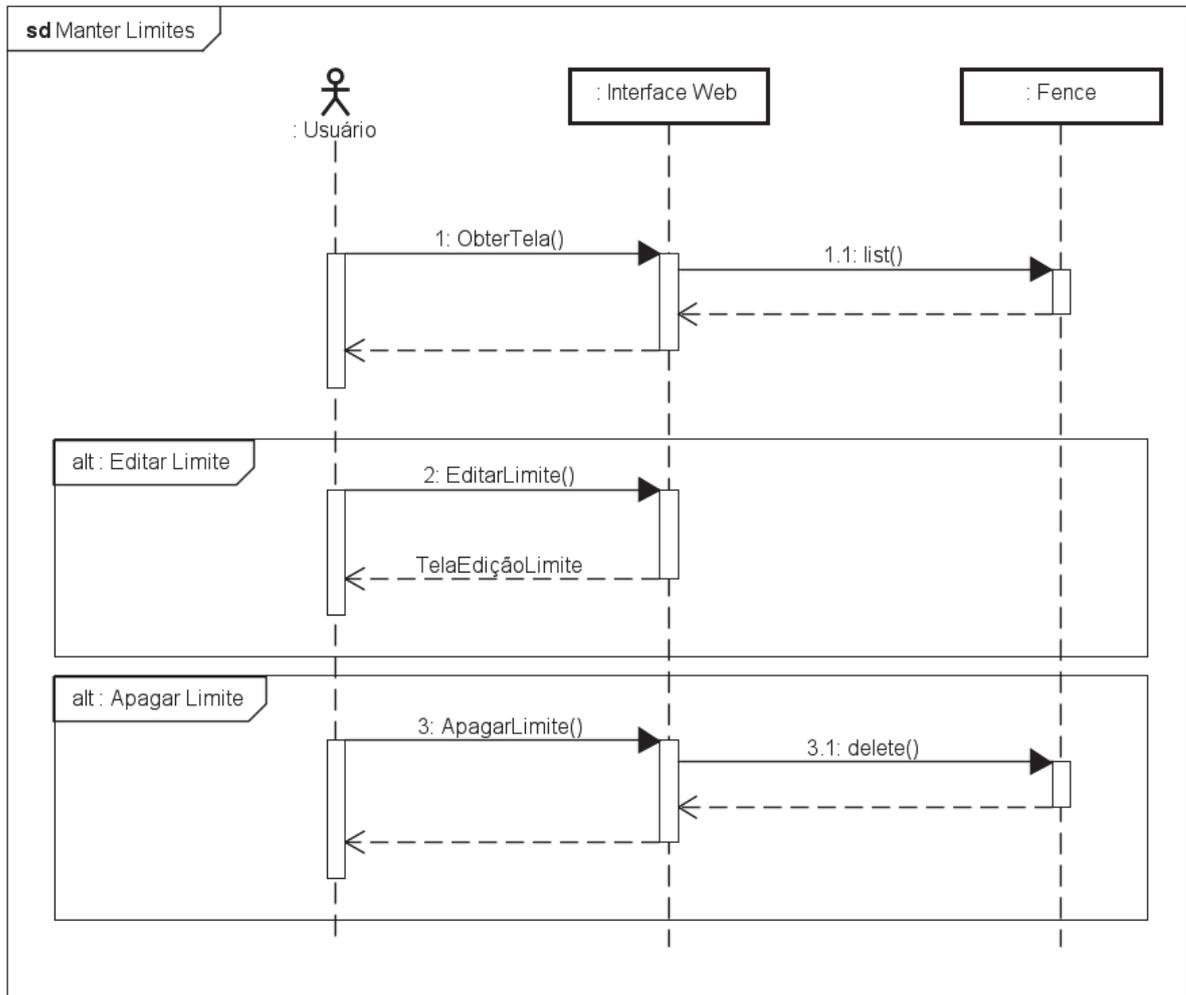
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 30 - DS - Manter Dispositivos



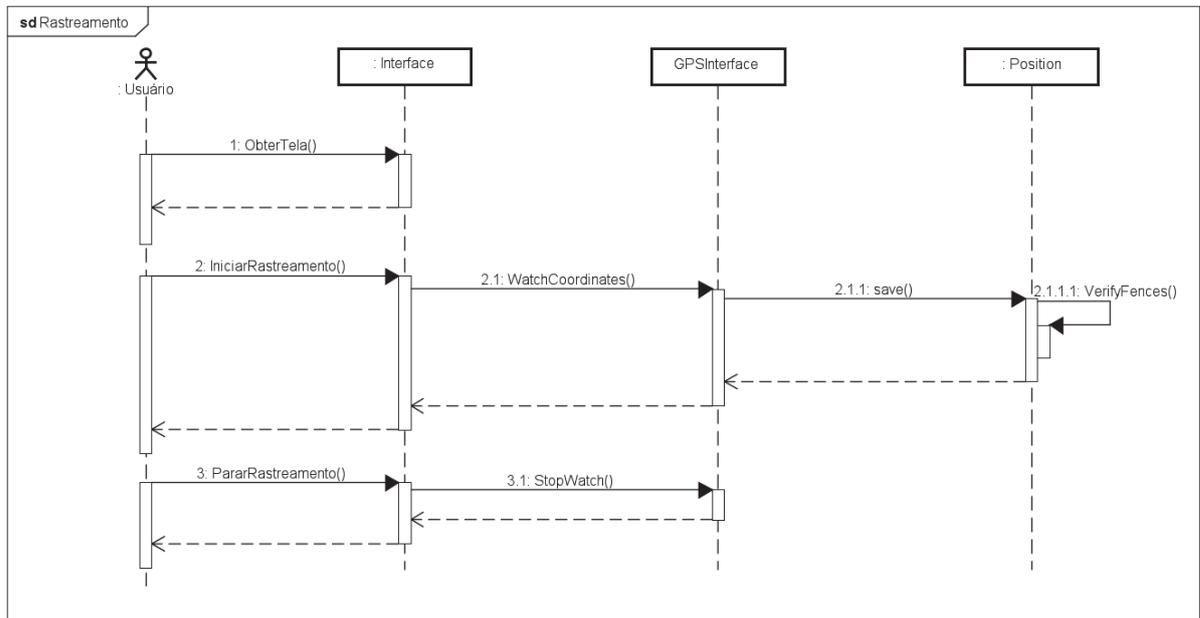
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 31 - DS - Manter Limites



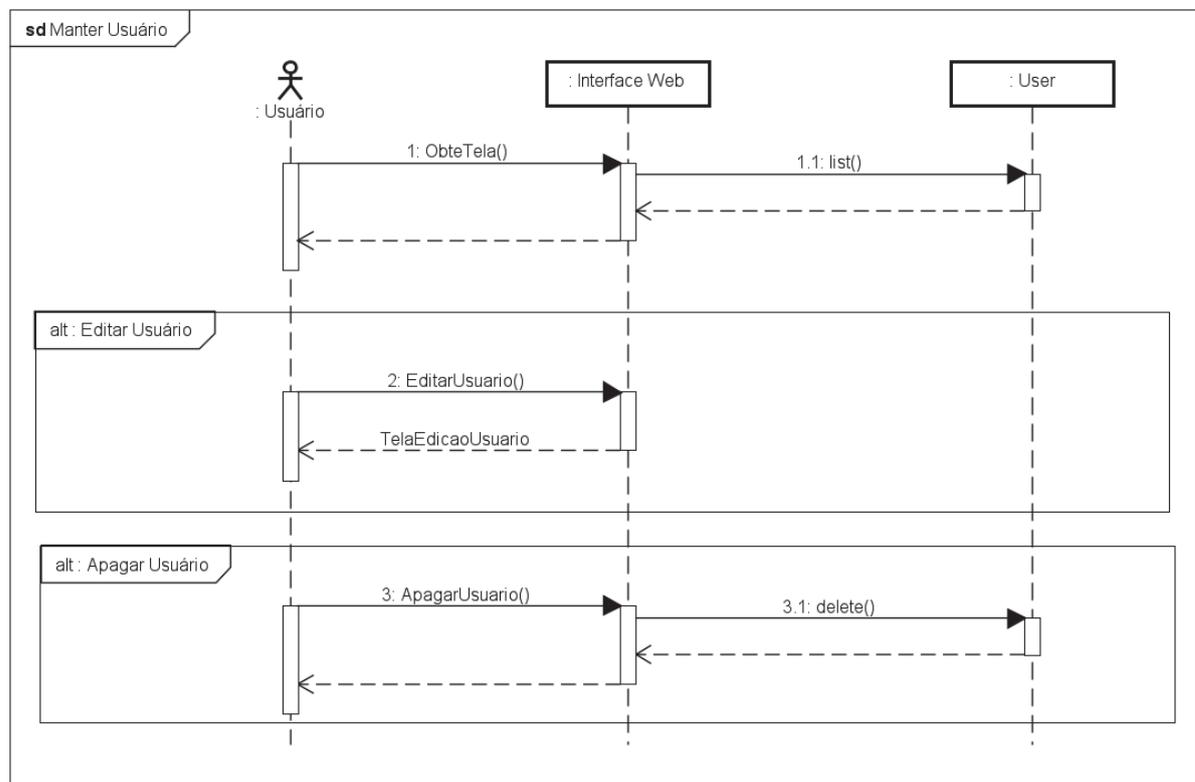
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 32 - DS - Rastreamento



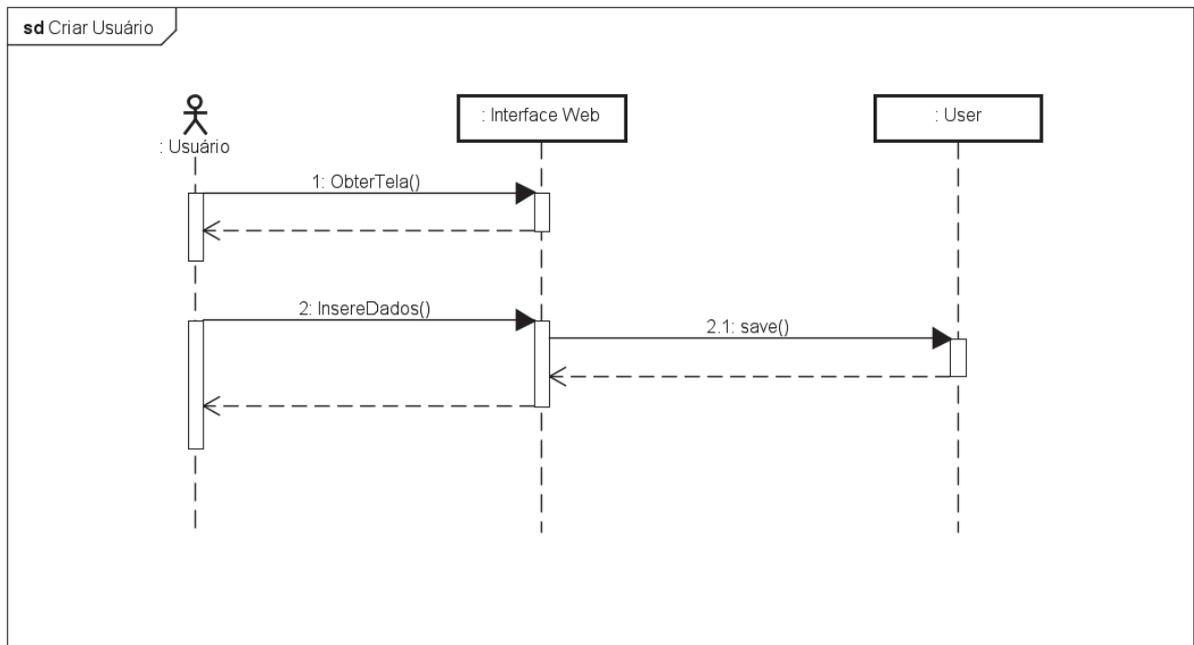
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 33 - DS - Manter Usuários



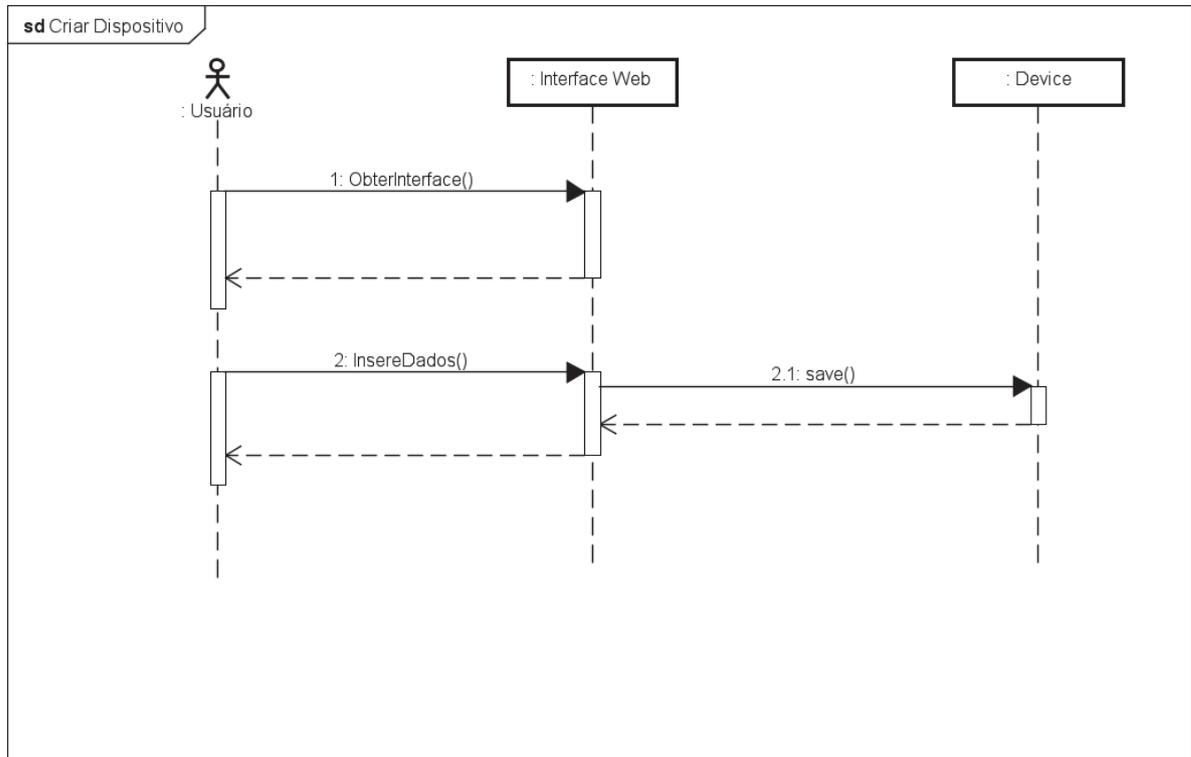
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 34 - DS - Criar Usuário



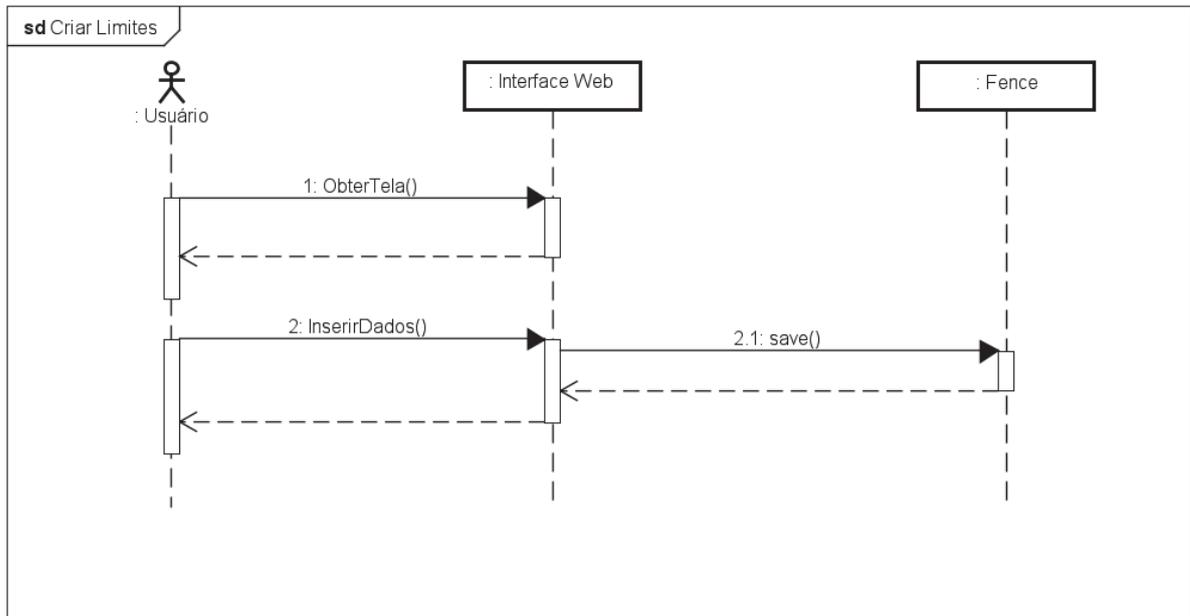
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 35 - DS - Criar Dispositivo



FONTE: O autor (2021).

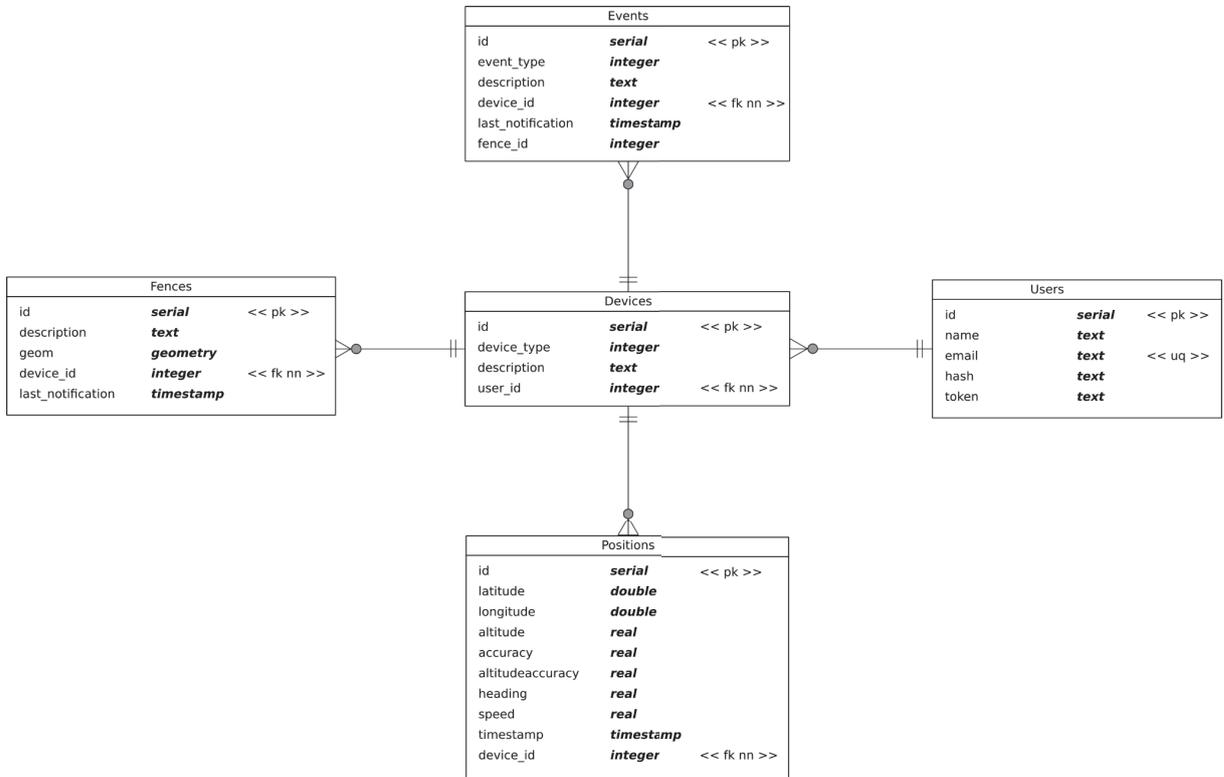
FIGURA 36 - DS - Criar Limites



FONTE: O autor (2021).

## APÊNDICE K – MODELO FÍSICO DE DADOS

FIGURA 37 - MODELO FÍSICO DE DADOS



FONTE: O autor (2021).

## APÊNDICE L – CASOS DE TESTES

Para avaliar o funcionamento do sistema desenvolvido são executados testes. Durante os testes é verificado se o sistema possui o comportamento esperado. Para isso, são desenvolvidos os casos de testes.

Os casos de testes estão relacionados aos casos de uso e indicam as condições de utilização e as respostas esperadas. Os casos de testes do sistema desenvolvido neste trabalho são apresentados a seguir.

ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 01				
UC 001 - LOGIN				
<b>Pré-condições:</b> Testar nas plataformas <i>web</i> e Android.				
#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Não estar autenticado.	Preencher email e senha de um usuário válido.	Pressionar o botão "Entrar".	Mostrar a tela de "Lista de Dispositivos".
2	Não estar autenticado.	Preencher email e senha de um usuário inválido.	Pressionar o botão "Entrar".	Mostrar mensagem de erro.
3	Não estar autenticado e o servidor offline.	Preencher email e senha de um usuário.	Pressionar o botão "Entrar".	Mostrar mensagem de erro.

## ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 02

### UC 005 - MANTER DISPOSITIVOS

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Estar autenticado.		Pressionar brevemente o nome de um dispositivo.	Mostrar a tela de "Editar Dispositivo".
2	Estar autenticado.		Pressionar o botão "+".	Mostrar a tela de "Criar Dispositivo".
3	Estar autenticado.		Pressionar o botão "Cerca".	Mostrar a tela de "Criar Cerca Digital".
4	Estar autenticado.		Pressionar por 5s o nome de um dispositivo.	Mostrar o diálogo para exclusão do dispositivo.
5	Diálogo para exclusão do dispositivo aberto.		Pressionar o botão "Não".	Mostrar a lista de dispositivos.
6	Diálogo para exclusão do dispositivo aberto.		Pressionar o botão "Sim".	Mostrar o diálogo para confirmação de exclusão do dispositivo.

## ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 03

### UC 005 - MANTER DISPOSITIVOS

**Pré-condições:** Testar na plataforma Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Estar autenticado.		Pressionar o botão "Rastrear".	Mostrar a tela de "Rastreamento"

**ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 04****UC 001 - REGISTRAR DISPOSITIVO**

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Tela para registrar dispositivo aberta.	Preencher o nome do dispositivo e selecionar um tipo.	Pressionar o botão "Salvar".	Mostrar a tela de "Lista de Dispositivos".
2	Tela para registrar dispositivo aberta.	Não preencher o nome do dispositivo e selecionar um tipo.		O botão salvar deve estar desabilitado.

**ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 05****UC 007 - MANTER LIMITES (CERCA DIGITAL)**

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Tela de manter limites de um dispositivo aberta.		Pressionar brevemente o nome de um limite.	Mostrar a tela de "Editar Limite".
2	Tela de manter limites de um dispositivo aberta.		Pressionar o botão "+".	Mostrar a tela de "Criar Cerca Digital".
4	Tela de manter limites de um dispositivo aberta.		Pressionar por 5s o nome de uma cerca digital.	Mostrar o diálogo para exclusão da cerca digital.
5	Diálogo para exclusão da cerca digital aberto.		Pressionar o botão "Não".	Mostrar a lista de cercas digitais.
6	Diálogo para exclusão da cerca digital aberto.		Pressionar o botão "Sim".	Mostrar o diálogo para confirmação de exclusão da cerca digital.

**ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 06****UC 006 - REGISTRAR LIMITES**

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Tela para registrar limite aberta.	Preencher o nome do dispositivo e desenhar um limite.	Pressionar o botão "Salvar".	Mostrar a tela de "Lista de Dispositivos".
2	Tela para registrar limite aberta.	Não preencher o nome do limite ou não desenhar um limite.		O botão salvar deve estar desabilitado.

**ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 07****UC 005 - RASTREAMENTO**

**Pré-condições:** Testar na plataforma Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Tela para registrar limite aberta.		Pressionar o botão "Iniciar Rastreamento".	As informações da posição atual do dispositivo devem ser mostradas.
2	Tela para registrar limite aberta.		Pressionar o botão "Parar Rastreamento".	As informações da posição atual do dispositivo devem ser limpas.
3	Tela para registrar limite aberta e o rastreamento iniciado.		Sair do aplicativo e retornar.	As informações da posição atual do dispositivo devem ser mostradas.

## ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 08

### UC 003 - MANTER USUÁRIOS

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e Android.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Estar autenticado como administrador. Tela para manter usuários aberta.		Pressionar brevemente o nome de um usuário.	Mostrar a tela de "Editar Usuário".
2	Estar autenticado como administrador. Tela para manter usuários aberta.		Pressionar o botão "+".	Mostrar a tela de "Criar Usuário".
4	Estar autenticado como administrador. Tela para manter usuários aberta.		Pressionar por 5s o nome de um usuário.	Mostrar o diálogo para exclusão do usuário.
5	Diálogo para exclusão do usuário aberto.		Pressionar o botão "Não".	Mostrar a lista de usuários.
6	Diálogo para exclusão do usuário aberto.		Pressionar o botão "Sim".	Mostrar o diálogo para confirmação de exclusão do usuário.
4	Estar autenticado como administrador. Tela para manter usuários aberta.		Pressionar por 5s o nome do usuário administrador.	Mostrar o diálogo informando que não é possível excluir o usuário administrador.

### ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 09

#### UC 002 - REGISTRAR USUÁRIO

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e *Android*.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Tela para registrar usuário aberta.	Preencher todos os dados.	Pressionar o botão "Salvar".	Mostrar a tela de "Lista de Usuários".
2	Tela para registrar usuário aberta.	Não preencher um ou mais campos.	Pressionar o botão "Salvar"	Os campos não preenchidos deverão aparecer marcados.

### ESPECIFICAÇÃO DE CASO DE TESTE - 10

#### UC 008 - MANTER POSIÇÃO

**Pré-condições:** Testar nas plataformas *web* e *Android*.

#	Pré-condições	Entrada	Ação	Resultado esperado
1	Tela para manter posição aberta.		Desmarcar a opção "Centralizar ao atualizar"	O mapa não deve mais centralizar o mapa de maneira automática.
2	Tela para manter posição aberta.		Marcar opção "Centralizar ao atualizar".	O mapa deve centralizar o mapa de maneira automática.